

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE ET SYSTÈME DE RECHERCHE A BARRE RIGIDE.

②② Date de dépôt : 27.12.13.

③③ Priorité : 28.12.12 US 13/729233.

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : PGS GEOPHYSICAL AS — NO.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 04.07.14 Bulletin 14/27.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 02.08.19 Bulletin 19/31.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : VOLDSBEKK RUNE SINDRE.

⑦③ Titulaire(s) : PGS GEOPHYSICAL AS.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.



La présente invention se rapporte d'une manière générale au domaine des sondages marins. Plus particulièrement, dans une ou plusieurs formes de réalisation, cette invention se rapporte à l'utilisation
5 d'un ensemble de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides interconnectées dans une recherche sismique marine.

Des techniques pour la recherche marine comprennent la recherche géophysique marine, telle que la
10 recherche sismique et la recherche électromagnétique, dans lesquelles des données géophysiques peuvent être collectées en dessous de la surface terrestre. La recherche géophysique a des applications dans l'exploration et la production de minerai et d'énergie afin d'aider à
15 identifier des emplacements de formations contenant des hydrocarbures. La recherche géophysique marine est réalisée de manière typique en utilisant une ou plusieurs « flûtes marines » remorquées en-dessous ou près de la surface d'une étendue d'eau. Les flûtes marines sont de manière typique
20 des câbles qui comprennent une pluralité de capteurs disposés dessus dans emplacements espacés sur la longueur du câble. Les capteurs peuvent être configurés pour générer un signal qui est lié à un paramètre qui est mesuré par le capteur. Une source d'énergie peut également être remorquée
25 dans l'eau par le même navire ou un navire différent. A des moments choisis, la source d'énergie peut être activée pour générer, par exemple, de l'énergie sismique ou électromagnétique qui se déplace vers le bas dans la roche sous la surface. De l'énergie sismique ou électromagnétique
30 qui interagit avec des interfaces, généralement au niveau des limites entre les couches de formations rocheuses, peut être renvoyée vers la surface et être détectée par les capteurs sur les flûtes marines. L'énergie détectée peut être utilisée pour en déduire certaines propriétés de la

roche sous la surface, telles que la structure, la composition minérale et la teneur en liquide, en procurant ainsi de l'information utile dans la récupération d'hydrocarbures.

5 Dans la recherche géophysique, la flûte marine est de manière typique un câble qui est stocké sur un tambour. Les flûtes marines sont constituées de manière typique par de multiples composants, tels que des conducteurs électriques, des fibres optiques, et des
10 éléments de support de contrainte, le tout rassemblé et recouvert avec une enveloppe externe protectrice. La flûte marine peut faire jusqu'à plusieurs kilomètres de long. Une extrémité avant est de manière typique un câble qui relie la flûte marine au navire de recherche. L'extrémité avant
15 peut également être stockée sur un tambour, de manière typique le même tambour que la flûte marine. Afin de déployer, récupérer, et stocker les câbles, des systèmes de manipulation de câble sont utilisés de manière typique et peuvent comprendre un tambour de stockage en combinaison
20 avec des poulies, des blocs, et d'autres éléments où un plus petit angle de changement de direction de câble se produit. Lorsqu'une section de la flûte marine est enlevée, réparée ou remplacée, des tambours souvent avec un diamètre plus petit sont utilisés. En fonctionnement, un des
25 tambours maintient la tension dans le câble déployé avec son moment de rotation. Afin d'éviter une concentration de charge sur le câble, il peut être bénéfique d'avoir plusieurs tours de câble à l'intérieur du tambour tout en appliquant la force. Ainsi, le tambour le plus à
30 l'intérieur, qui est le tambour de stockage, est souvent utilisé pour maintenir la tension.

Le tambour entraîne un certain nombre de restrictions et de caractéristiques coûteuses sur les flûtes marines, plus spécialement en combinaison avec des

éléments rigides tels que des connecteurs, un boîtier
 électronique, et des entretoises de capteur. Par exemple,
 la flûte marine doit de manière typique être capable de
 supporter de grandes déformations du fait du stockage sur
 5 les tambours, limitant ainsi les variantes disponibles pour
 l'enveloppe externe de la flûte marine. Par conséquent, des
 options pour traiter la flûte marine pour une réduction de
 traînée et un anti-encrassement peuvent être limitées. En
 outre, certaines flûtes marines, telles que les câbles
 10 remplis de gel, peuvent rencontrer de grandes déformations
 indésirables dans la forme du fait du stockage sur le
 tambour, en empêchant leur réutilisation. Pour différentes
 raisons, certains des composants de flûte marine peuvent
 être à l'extérieur du câble et être fixés par
 15 l'intermédiaire de points de raccordement à l'extérieur.
 Ces composants externes de manière typique ne peuvent pas
 être fixés sur le câble tant que le câble n'est pas déroulé
 du tambour pendant le déploiement. Afin de réduire la
 complexité associée à ce processus de fixation, un effort a
 20 été fait pour placer ces composants à l'intérieur de
 l'enveloppe externe du câble. Cependant, la mise en place
 de l'équipement à l'intérieur de l'enveloppe externe n'est
 pas toujours pratique du fait que l'adaptation d'une
 solution pour incorporer ces composants dans un câble qui
 25 est enroulé sur un tambour peut être compliquée.

Par conséquent, il y a un besoin de procédés et
 de systèmes perfectionnés afin de déployer et de récupérer
 des flûtes marines et un autre équipement dans des
 recherches sismiques marines.

30

Selon un premier aspect de la présente invention,
 ce besoin est satisfait par un procédé de recherche
 géophysique qui comporte le fait de déployer un ensemble de
 barres rigides à partir d'un navire de recherche dans une

étendue d'eau, l'ensemble de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides qui sont interconnectées et comportent chacune un corps de barre définissant une ou plusieurs chambres intérieures, de remorquer l'ensemble de barres rigides à partir du navire de recherche à travers l'étendue d'eau, et de détecter un signal géophysique avec un capteur remorqué par le navire de recherche, et/ou d'activer une source géophysique qui est remorquée par le navire de recherche.

L'ensemble de barres rigides peut fonctionner comme au moins un d'une extrémité avant reliant une flûte marine au navire de recherche, d'une flûte marine supportant le capteur, ou d'un câble de source pour le remorquage de la source géophysique. L'ensemble de barres rigides peut être relié bout à bout à un autre ensemble de barres rigides.

Le procédé peut comporter en outre le fait d'enlever les barres rigides d'un bac de stockage, les barres rigides étant dans un état découplé, d'interconnecter les barres rigides pour former l'ensemble de barres rigides, et de transporter l'ensemble de barres rigides jusqu'à un appareil de suppression de tension qui déploie l'ensemble de barres rigides dans l'étendue d'eau.

L'interconnexion des barres rigides peut comporter le fait de coupler des jonctions de barre entre les barres rigides, des manchons coulissants sur des parties d'extrémité de chacune des barres rigides étant déplacés afin de placer les barres rigides en engagement de serrage avec les jonctions de barre.

Le procédé peut comporter en outre le fait de déplacer l'ensemble de barres rigides depuis l'appareil de suppression de tension jusqu'à un point de raccordement sur la poupe du navire de recherche. Il peut également comporter le fait de récupérer l'ensemble de barres rigides

sur le navire de recherche, l'étape de récupération de l'ensemble de barres rigides comportant le fait de tirer l'ensemble de barres rigides sur le navire de recherche, de découpler les barres rigides, et de placer l'ensemble de
5 barres rigides dans un bac de stockage, les barres rigides étant dans un état découplé dans le bac de stockage.

L'invention prévoit également un système de recherche marine qui comporte un navire de recherche, un appareil de suppression de tension disposé sur le navire de
10 recherche, et une ligne de raccordement de barre rigide. Le système de recherche marine peut comporter en outre un ensemble de barres rigides maintenu par l'appareil de suppression de tension et ayant une extrémité distale dans une étendue d'eau, l'ensemble de barres rigides comportant
15 une pluralité de barres rigides qui sont interconnectées et comportent chacune un corps de barre définissant une ou plusieurs chambres intérieures. L'ensemble de barres rigides peut être rigide sur une longueur d'environ 25 m ou plus, l'ensemble de barres rigides pouvant avoir une
20 hauteur ou une largeur la plus petite d'environ 1 m, et l'ensemble de barres rigides pouvant avoir une rigidité en flexion de 700 Nm^2 sur la longueur d'environ 25 m ou plus.

L'ensemble de barres rigides peut comporter au moins un d'une extrémité avant reliant une flûte marine au
25 navire de recherche, d'une flûte marine supportant un capteur, ou d'un câble de source afin de remorquer une source géophysique. Le capteur peut comporter un capteur sismique. Les barres rigides peuvent avoir chacune une section transversale globalement en forme d'aile. Les
30 barres rigides interconnectées peuvent avoir chacune une longueur dans une plage d'environ 1,5 m à environ 50 m. L'ensemble de barres rigides peut avoir une longueur dans une plage d'environ 50 m à environ 1000 m. Un câble flexible peut s'étendre entre les barres rigides. Des

jonctions de barre peuvent être disposées aux intersections des barres rigides interconnectées afin de raccorder mécaniquement les barres rigides interconnectées l'une à l'autre.

5 Des parties d'extrémité des barres rigides peuvent comporter chacune un manchon mobile de façon coulissante sur la partie d'extrémité respective afin de maintenir des jonctions de barre en position de serrage de façon à raccorder mécaniquement les barres rigides
10 interconnectées l'une à l'autre. L'ensemble de barres rigides peut être relié à une extrémité d'un autre ensemble de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides interconnectées. L'appareil de suppression de tension peut comporter une paire de roues.

15 Selon un dernier aspect, l'invention prévoit un système de manipulation de barre rigide qui comporte un bac de stockage maintenant une pluralité de barres rigides ayant un câble élastique s'étendant entre les barres rigides, une ligne de raccordement de barre rigide
20 configurée pour recevoir des barres rigides provenant du bac de stockage et raccorder les barres rigides bout à bout afin de former un ensemble de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides interconnectées, et un appareil de suppression de tension configuré pour recevoir
25 l'ensemble de barres rigides provenant de la ligne de raccordement de barre rigide et pour maintenir l'ensemble de barres rigides tout en déployant l'ensemble de barres rigides d'un navire de recherche. Les bacs de stockage peuvent comportent une palette et l'appareil de suppression
30 de tension peut comporter une paire de roues.

Les dessins illustrent certains aspects de certaines des formes de réalisation de la présente

invention et ne doivent pas être utilisés pour limiter ou définir l'invention.

La figure 1 illustre un exemple de forme de réalisation d'un système de recherche sismique marine utilisant une flûte marine de capteur qui comporte un ensemble de barres rigides.

La figure 2 illustre un autre exemple de forme de réalisation d'un système de recherche sismique marine utilisant une extrémité avant qui comporte un ensemble de barres rigides.

La figure 3 illustre un autre exemple de forme de réalisation d'un système de recherche sismique marine utilisant une flûte marine de capteur et une extrémité avant qui comportent chacune un ensemble de barres rigides.

La figure 4 illustre un ensemble de barres rigides dans une configuration découplée selon des exemples de formes de réalisation de la présente invention.

La figure 5 illustre le couplage de deux barres rigides selon des exemples de formes de réalisation de la présente invention.

Les figures 6A à 6C illustrent des ensembles de barres rigides ayant différentes sections transversales selon des exemples de formes de réalisation de la présente invention.

Les figures 7 et 8 illustrent le déploiement d'un ensemble de barres rigides d'un navire de recherche dans lequel un appareil de suppression de tension maintient l'ensemble de barres rigides selon des exemples de formes de réalisation de la présente invention.

La figure 9 illustre des détails supplémentaires de l'appareil de suppression de tension des figures 7 et 8 selon des exemples de formes de réalisation de la présente invention.

La figure 10 illustre un système de recherche sismique conventionnel.

La présente invention se rapporte d'une manière
5 générale au domaine de la recherche marine. Plus
particulièrement, dans une ou plusieurs formes de
réalisation, cette invention se rapporte à l'utilisation
d'un ensemble de barres rigides comportant une pluralité de
barres rigides interconnectées dans une recherche sismique
10 marine. Un ou plusieurs ensembles de barres rigides selon
des formes de réalisation de la présente invention peuvent
être utilisés pour former au moins une partie d'un
dispositif remorqué à partir d'un navire de recherche,
comportant des flûtes marines sismiques et des extrémités
15 avant, qui sont de manière conventionnelle sous la forme de
câbles flexibles. Les barres rigides peuvent être
assemblées sur un navire de recherche afin de former un ou
plusieurs ensembles de barres rigides longs qui peuvent
être déployés dans l'eau. Des composants de flûte marine,
20 tels que des conducteurs électriques ou optiques, des
capteurs sismiques, et tout autre électronique peuvent être
prévus dans les barres rigides. Les barres rigides peuvent
avoir une section ronde ou avoir d'autres formes, telles
qu'une section transversale en forme d'aile pour une faible
25 traînée ou une section transversale asymétrique pour une
optimisation des propriétés ou de la réponse.

La figure 1 illustre un système de recherche
sismique marine 5 selon des formes de réalisation de la
présente invention. Dans la forme de réalisation illustrée,
30 le système 5 peut comprendre un navire de recherche 10 qui
se déplace le long de la surface d'une étendue d'eau 15,
telle qu'un lac ou un océan. Le navire de recherche 10 ou
un navire différent (non représenté) peut remorquer un
câble de source 20 qui comprend une ou plusieurs sources

d'énergie sismique 25. Dans d'autres formes de réalisation (non représentées), une ou plusieurs des sources d'énergie sismique 25 peuvent être montées sur la coque du navire de recherche 10. Les sources d'énergie sismique 25 peuvent être n'importe quelle source pouvant être actionnée de manière sélective appropriées pour une recherche géophysique sous la surface, comprenant sans limitation des canons pneumatiques sismiques, des canons à eau, des vibrateurs ou des rangées de ces dispositifs. Lorsque de l'énergie est émise par les sources d'énergie sismique 25, elle se déplace vers le bas à travers l'étendue d'eau 15 et les formations rocheuses 30 au-dessous du fond de l'eau 35. L'énergie réfléchie peut être détectée par des capteurs sismiques 40 disposés le long d'une flûte marine 45 remorquée par le navire de recherche 10 ou un autre navire. Une extrémité avant 50 peut relier la flûte marine 45 au navire de recherche 10. Dans la forme de réalisation illustrée, l'extrémité avant 50 peut comprendre un câble. Les capteurs sismiques 40 peuvent être disposés sur la flûte marine 45 dans des emplacements espacés. Le type de capteurs sismiques 40 n'est pas une limite à la portée de la présente invention et il peut s'agir d'hydrophones ou d'autres capteurs sensibles à la pression, de géophones, d'accéléromètres ou d'autres capteurs de mouvement respectifs, ou des combinaisons de ceux-ci.

Des signaux générés par les capteurs sismiques 40 peuvent être communiqués à l'équipement sur le navire de recherche 10, représenté d'une manière générale en 55 et appelé par souci pratique « système d'enregistrement ». Le système d'enregistrement 55 comprend de manière typique des dispositifs (aucun représenté séparément) pour la navigation du navire de recherche 10, pour l'actionnement des sources d'énergie sismique 25, par exemple un circuit de commande électrique avec un courant alternatif à

balayage de fréquence ou un autre signal, et pour l'enregistrement de signaux générés par les capteurs sismiques 40.

La flûte marine 45 peut être formée, par exemple, en reliant bout à bout une pluralité d'ensembles de flûte marine à barres rigides 60. Comme cela est illustré, deux ensembles de flûte marine à barres rigides 60 peuvent être reliés bout à bout, par exemple, au niveau d'un point de raccordement 65. Il est prévu que plus de deux ensembles de flûte marine à barres rigides 60 peuvent être utilisés dans les formes de réalisation de la présente invention. Chacun des ensembles de flûte marine à barres rigides 60 peut comporter une pluralité de barres de flûte marine rigides interconnectées 70. Des jonctions de barre de flûte marine 75 peuvent être disposés à l'intersection des barres de flûte marine rigides adjacentes 70 afin de relier mécaniquement ensemble les barres de flûte marine rigides adjacentes 70. Bien que cela ne soit pas illustré, une jonction de barre de flûte marine 75 peut ne pas être utilisée, dans certaines formes de réalisation, pour relier au moins une paire de barres de flûte marine rigides adjacentes 70 en laissant une jonction ouverte. Comme cela a été mentionné précédemment, les composants de flûte marine (par exemple, des conducteurs, des capteurs sismiques 40, et toute autre électronique) peuvent être disposés dans les barres de flûte marine rigides 70. Par exemple, des capteurs sismiques, tels que des capteurs de mouvement, peuvent être disposés à l'intérieur des barres de flûte marine rigides 70 avec la détection du mouvement de l'eau par rapport à la flûte marine 45 qui est le mouvement détecté par les barres de flûte marine rigides 70. A titre d'autre exemple, des canaux ou d'autres membranes (non représentés) peuvent être prévus dans les barres de flûte marine rigides pour des capteurs sismiques,

tels que des hydrophones, afin de contenir le signal de pression provenant de l'étendue d'eau 15. Dans la forme de réalisation illustrée, les capteurs sismiques 40 sont incorporés dans les barres de flûte marine rigides 70.

5 Alors que le présent exemple montre seulement une flûte marine 45, l'invention est applicable à n'importe quel nombre de flûtes marines latéralement espacées remorquées par le navire de recherche 10 ou n'importe quel autre navire. For exemple, dans certaines formes de réalisation,

10 8 flûtes marines latéralement espacées ou plus peuvent être remorquées par le navire de recherche 10, alors que dans d'autres formes de réalisation, jusqu'à 26 flûtes marines latéralement espacées ou plus peuvent être remorquées par le navire de recherche 10. De manière avantageuse, lors du

15 remorquage de multiples flûtes marines (telles que la flûte marine 45 dans la figure 1) qui contient les ensembles de flûte marine à barres rigides 60, les flûtes marines peuvent être maintenues dans des positions indépendantes, à la fois latéralement et verticalement (par rapport à la

20 trajectoire de remorquage). Par exemple, une des flûtes marines peut être maintenue au niveau de ou près de la surface tandis que les autres flûtes marines peuvent être positionnées de manière plus profonde dans l'étendue d'eau 15. Dans certaines formes de réalisation, la flûte marine

25 45 peut être remorquée à une profondeur jusqu'à environ 25 m. Dans des variantes de forme de réalisation, la flûte marine 45 peut être remorquée à une profondeur plus grande que ce qui est utilisé de manière typique dans des recherches sismiques. Par exemple, la flûte marine 45 peut

30 être remorquée à une profondeur jusqu'à environ 50 m ou davantage.

La figure 2 illustre un système de recherche sismique marine 5 qui utilise une extrémité avant 50 qui comporte un ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80

selon des formes de réalisation de la présente invention. Bien que seulement un unique ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80 soit représenté sur la figure 2, on considère que plus d'un ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80 peut être reliés bout à bout pour former l'extrémité avant 50. L'ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80 peut comporter une pluralité de barres rigides d'extrémité avant interconnectées 85 qui sont reliées en utilisant une jonction de barre d'extrémité avant 90.

10 L'extrémité avant 50 peut être utilisée, par exemple, pour déployer la flûte marine 45 à partir du navire de recherche 10 et pour maintenir la flûte marine 45 à une distance choisie derrière le navire de recherche 10. Dans la forme de réalisation illustrée, la flûte marine 45 comporte un

15 câble 95 ayant des capteurs sismiques 40 disposés dessus dans des emplacements espacés.

La figure 3 illustre un système de recherche sismique marine 5 qui comporte une flûte marine 45 formée en reliant bout à bout deux ensembles de flûte marine à barres rigides 60 selon des formes de réalisation de la présente invention. Comme cela est illustré, la flûte marine 45 peut être reliée au navire de recherche 10 par l'extrémité avant 50. Dans la forme de réalisation illustrée, l'extrémité avant 50 comporte un ensemble

20 d'extrémité avant de barre rigide 80. Un élément d'accouplement flexible 92 peut relier l'extrémité avant 50 à la flûte marine 45 de telle sorte que la flûte marine 45 peut s'étendre dans une direction différente dans l'étendue d'eau 15 de l'extrémité avant 50.

30 Bien que la description précédente des figures 1 à 3 se rapporte à la recherche sismique marine, il est évident que des formes de réalisation de la présente technique peuvent être applicables à d'autres types de recherche marine dans lesquels un capteur ou un autre

dispositif de collecte peut être utilisé pour recueillir des données tandis qu'il est remorqué dans l'étendue d'eau 15. Par exemple, un ensemble de barres rigides (par exemple un ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80 sur les figures 2 et 3 ou des ensembles de flûte marine à barre rigide 60 sur les figures 1 et 3) comportant une pluralité de barres rigides interconnectées peut être utilisé dans d'autres types de recherche marine par exemple en remorquant des capteurs, tels que des capteurs acoustiques, de mouvement, électromagnétiques, à sonar ou d'autres capteurs appropriés pour la recherche marine. Les capteurs peuvent être remorqués à partir de corps allongés ou de flûtes marines, par exemple. Dans toutes ces applications, les corps remorqués ou les flûtes marines peuvent tirer 10 bénéfice de l'utilisation de l'ensemble de barres rigides au lieu du concept de cordon ombilical remorqué sur treuil qui a été utilisé précédemment.

Si l'on se réfère maintenant à la figure 4, un ensemble de barres rigides 100 selon des formes de réalisation de la présente invention est illustré plus en 20 détail. L'ensemble de barres rigides 100 représenté sur la figure 4 peut être utilisé pour former au moins une partie d'un dispositif remorqué par un navire de recherche (par exemple le navire de recherche 10 des figures 1 à 3), incluant des flûtes marines sismiques (par exemple les flûtes marines 45 sur les figures 1 et 3) et des extrémités avant (par exemple l'extrémité avant 50 des figures 2 et 3) qui sont de manière conventionnelle sous la forme de câbles flexibles. L'ensemble de barres rigides 100 peut être une 30 structure pour un certain nombre d'éléments, comprenant des lignes d'alimentation, des lignes de gaz, des signaux optiques et/ou électriques, de l'énergie, des dispositifs externes, des capteurs géophysiques, des capteurs de tension, et des sources géophysiques. L'ensemble de barres

rigides 100 est représenté dans une configuration découplée. Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut être stocké sur le navire de recherche 10 dans la configuration découplée et être
5 assemblé avant le déploiement dans l'étendue d'eau 15.

Comme cela est illustré, l'ensemble de barres rigides 100 peut comporter une pluralité de barres rigides 105. L'ensemble de barres rigides 100 (lorsqu'il est assemblé) est caractérisé comme étant rigide en ce qu'il a
10 une rigidité en flexion, en torsion, et/ou en ligne qui peut être maintenue sur des longueurs considérables, par exemple jusqu'à environ 10 m, environ 50 m, environ 100 m, ou même plus. A la différence des câbles et des structures qui ont été utilisés précédemment comme extrémités avant et
15 flûtes marines, l'ensemble de barres rigides 100 ne doit pas présenter de comportement de caténaire sur au moins des parties de la longueur, mais doit plutôt présenter un comportement élastique avec une déformation selon la déformation des poutres et pas hyperbolique ou parabolique
20 en sinus comme pour des câbles et équivalent. Par conséquent, l'ensemble de barres rigides 100 lorsqu'il est assemblé ne peut pas être stocké et déployé à partir d'un tambour, mais en fait peut utiliser un point de fixation mobile ou fixe (par exemple un appareil de suppression de
25 tension 200 représenté sur les figures 7 et 8) pour le déploiement à partir du navire de recherche 10 (par exemple représenté sur la figure 1). Le point de fixation peut maintenir l'ensemble de barres rigides 100 par friction ou un anneau, par exemple. Dans certaines formes de
30 réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut être caractérisé comme étant rigide sur une longueur d'environ 25 m ou plus avec les barres rigides 105 qui ont une plus petite largeur ou hauteur d'environ 1 m ou moins.

Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut avoir une rigidité en flexion de 700 Newtons par mètre carré (« Nm² ») ou plus pour des longueurs considérables (par exemple sur environ 25 m ou plus). La rigidité de 700 Nm² correspond à une rigidité dans une poutre en porte-à-faux d'une longueur de 1 m fixée à une extrémité avec une charge de 1 Newton dans l'autre, en se déformant d'approximativement 0,5 mm sous l'effet de la charge. Ceci correspond à un tube en aluminium (avec un module de Young de 70 GPa) avec 50,08 mm de diamètre extérieur et 0,2 mm d'épaisseur, à un tube en acier (avec un module de Young de 210 GPa) avec 50,08 mm de diamètre extérieur et 0,03 mm d'épaisseur ou une tige circulaire avec un module de Young de 2GPa. Chacun de ces éléments, c'est-à-dire le tube en aluminium, le tube en acier, et la tige circulaire, sont des exemples des éléments avec une rigidité en flexion de 700 Nm². Un diamètre extérieur de 50,08 mm exige de manière typique une déformation de 5% pour être enroulé sur un tambour de 2 m, ce qui est difficile pour la plupart des matériaux. La plupart des matériaux rigides peuvent se déformer à un maximum de 0,1% ou, dans des cas extrêmes, de 1% de sorte qu'ils ne peuvent pas être enroulés sur un tambour sans être enroulé dans un fil ou un cordon ombilical. Des matériaux de moindre résistance peuvent se déformer mais sont alors trop souples pour permettre une flexion.

Des formes de réalisation de la présente technique sont pour une utilisation avec des matériaux ayant une rigidité qui les rend difficiles pour prendre la forme de l'ensemble de barres rigides 100 sur ou hors d'un tambour. La rigidité crée un bras de flexion pour la tension avec laquelle il est rentré ou sorti. Cette distance multipliée par la tension crée la charge que l'ensemble de barres rigides 100 doit supporter dans la

section du premier point de contact avec le tambour et est une charge critique. Le point de contact peut être au niveau de ou avant le point tangentiel entre le tambour et l'ensemble de barres rigides 100 avec le point tangentiel qui correspond à l'absence de rigidité dans l'ensemble de barres rigides 100 et un bras de flexion de zéro. Des instruments utilisés antérieurement dans la recherche marine ont de manière typique plusieurs éléments contribuant au bras de flexion. Par exemple, les flûtes marines de capteurs peuvent avoir des répétiteurs, des connecteurs, les boîtiers de capteur et équivalent qui peuvent s'ajouter au bras de flexion. En outre, des limiteurs de flexion peuvent également être placés dans les extrémités pour protéger les fils à l'intérieur, ce qui peut s'ajouter au bras de flexion. Des extrémités avant peuvent également avoir plusieurs éléments différents contribuant au bras de flexion accru, comprenant des cordons ombilicaux renforcés, des matières solides telles que du gel versé, souple rigidifié ou équivalent, et des matières solides vraies telles que des nylons, du polyuréthane, ou des compositions. Pour les instruments antérieurs utilisés dans la recherche marine, le bras de flexion a été inférieur à 0,3 m sous une charge de 3 kiloNewtons (« kN »). Certains types ont pratiquement le même bras de flexion pour différentes charges (de manière typique des jonctions articulées et des corps rigides), d'autres se déforment davantage avec l'augmentation de la charge et donc réduisent le bras de flexion (alors que la charge augmente), mais tous les matériaux sont limités en rigidité et présentent une certaine déformation, même si la déformation peut être très difficile à détecter. Des formes de réalisation de la présente technique peuvent être utilisées avec un ensemble de barres rigides 100 plus rigide que 700 Nm². Ceci est plus rigide que d'autres

instruments à base de câble ou de flûte marine qui ont été utilisés jusqu'à présent, et le bras de flexion peut ainsi devenir supérieur à 0,3 m. L'ensemble de barres rigides 100 est alors en danger d'endommagement ou de déformation permanente s'il est soumis à 3 kN ou plus, et le treuillage n'est pas un bon procédé de manipulation.

Les barres rigides 105 peuvent chacune comporter un corps de barre 107. Une variété de matériaux et matières composites différents peut convenir pour une utilisation dans le corps de barre 107. Dans certaines formes de réalisation, le corps de barre 107 peut être fabriqué à partir d'un matériau comportant de l'aluminium, de l'acier inoxydable, ou du titane. Dans certaines formes de réalisation, le corps de barre 107 peut être fabriqué à partir d'un matériau comportant une matière composite, telle qu'une matière plastique renforcée de verre ou de carbone, telle que des fibres en verre ou de carbone en combinaison avec de l'époxyde ou d'autres résines (par exemple polyester, ester de vinyle, nylon, etc.). Dans certaines formes de réalisation, les fibres de verre peuvent comprendre des fibres de verre de type e-glass. Dans certaines formes de réalisation, le corps de barre 107 peut être fabriqué à partir d'un matériau comportant une matière plastique, telle que le polyéthylène, le téréphtalate de polybutylène, une polysulfone, ou un autre polymère thermoplastique approprié. Des combinaisons de matériaux appropriés peuvent également être utilisées. Un homme de l'art, avec l'avantage de cette divulgation, doit pouvoir choisir une matériau approprié pour le corps de barre 107 sur la base d'un certain nombre de facteurs, comprenant la sélection d'une rigidité sur poids appropriée tout en maintenant le coût et la capacité de collage pour des résines disponibles.

Dans certaines formes de réalisation, le corps de barre 107 peut être sous la forme d'un tuyau ou d'un autre conduit qui a une partie tubulaire qui définit une chambre intérieure (par exemple la chambre intérieure 132 représentée sur les figures 6A à 6C). Dans certaines formes de réalisation, une matière de charge flottante peut être utilisée pour remplir la chambre intérieure. Un exemple d'une matière de charge flottante appropriée comporte de l'air ou un autre gaz approprié. Cependant, d'autres matières de charge flottantes peuvent également être utilisées afin de pouvoir procurer un certain degré de flottabilité positive pour le ballast ainsi qu'une isolation électrique, comprenant des mousses, de huile gélifiée à base d'hydrocarbure, de huile à base d'hydrocarbure, un polymère viscoélastique ou d'autres matières électriquement isolantes et transparentes sur le plan acoustique, par exemple. Dans certaines formes de réalisation, des traitements de surface peuvent être appliquées sur la surface extérieure 110 du corps de barre 107, par exemple pour réduire la trainée et pour l'anti-encrassement. Par exemple, un ou plusieurs agents anti-encrassement peuvent être appliqués sur la surface extérieure 110. A titre d'exemple supplémentaire, un ou plusieurs traitements de réduction de trainée peuvent être appliqués sur la surface extérieure 110. Bien que la figure 4 illustre l'ensemble de barres rigides 100 ayant trois barres rigides 105, il faut bien comprendre que les formes de réalisation de l'ensemble de barres rigides 100 peuvent comprendre plus ou moins de trois barres rigides 105, comme cela est souhaité pour une application particulière.

Les barres rigides 105 peuvent chacune avoir une longueur, par exemple, dans une plage d'environ 1,5 m à environ 50 m ou, en variante, d'environ 3 m à environ 12,5 m. Dans des formes de réalisation spécifiques, les barres

rigides 105 peuvent chacune avoir une longueur d'environ 3,125 m, d'environ 6,125 m, ou d'environ 12,5 m. Les barres rigides 105 peuvent chacune avoir un diamètre extérieur (par exemple, D_1 sur la figure 6A) dans une plage d'environ 0,02 m à environ 0,2 m ou, dans des variantes de forme de réalisation, d'environ 0,04 m environ à 0,08 m, pour des formes de réalisation avec une section transversale de forme circulaire, par exemple. Les barres rigides 105 peuvent chacune avoir une largeur (W_1 sur la figure 6C) dans une plage d'environ 0,1 m à environ 0,5 m et une hauteur (H_1 sur la figure 6C) jusqu'à environ 0,4 m, pour des formes de réalisation avec une section transversale en forme d'aile, par exemple. Dans certaines formes de réalisation, les barres rigides 105 peuvent un rapport (rapport de la largeur sur la hauteur) d'environ 1 à environ 20, d'environ 2 à environ 20, ou d'environ 1 à environ 8. Lorsqu'il est assemblé, l'ensemble de barres rigides 100 peut avoir une longueur, par exemple, dans un intervalle d'environ 50 m à environ 1000 m. Si il y plus d'un ensemble de barres rigides 100 reliés bout à bout, l'ensemble combiné peut avoir une longueur dans une plage d'environ 200 m à environ 2000 m ou plus, par exemple. Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble combiné peut avoir une longueur jusqu'à environ 16000 m ou plus, qui peut être utilisée, par exemple, avec des profondeurs de remorquage de quelques uns à plusieurs centaines de mètres.

Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut en outre comporter des éléments de connecteur d'extrémité, à chaque extrémité de l'ensemble de barres rigides 100. Dans la forme de réalisation illustrée, l'ensemble de barres rigides 100 comporte un élément de connecteur d'extrémité de type mâle 115 à une extrémité et un élément de connecteur d'extrémité de type femelle 120 à l'extrémité opposée. Les éléments de

connecteur d'extrémité doivent être configurés pour un raccordement à des éléments de connecteur correspondants (non représentés) disposés aux extrémités longitudinales des ensembles d'extrémité avant de barre rigide adjacents.

5 Chacun des éléments de connecteur d'extrémité peut établir un raccordement mécanique et électrique avec des éléments de connecteur d'extrémité correspondants sur l'autre ensemble de barres rigides (non représenté).

Dans certaines formes de réalisation, un câble flexible 125, qui peuvent être un conducteur électrique ou optique, par exemple, s'étend entre les barres rigides 105. Dans certaines formes de réalisation, le câble flexible 125 peut conduire un gaz, tel que de l'air, pour le maintien de volumes d'air, le ballast, et la récupération, ainsi que

15 l'alimentation de canons pneumatiques, qui peuvent être sur l'ensemble de barres rigides 100 par exemple. Comme cela est illustré, le câble flexible 125 peut s'étendre depuis chaque extrémité de l'ensemble de barres rigides 100 entre les éléments de connecteur (par exemple depuis l'élément de connecteur de type mâle 115 jusqu'à l'élément de connecteur de type femelle 120). Le câble flexible 125 peut s'étendre à travers la chambre intérieure dans les barres rigides 105. Dans certaines formes de réalisation, le câble flexible 125 peut comporter de multiples câbles s'étendant

20 à travers le passage.

Bien que cela ne soit pas représenté sur la figure 4, des capteurs, des dispositifs d'actionnement, des transducteurs, et d'autre électronique (par exemple des réservoirs, des batteries, etc.) peuvent également être

30 incorporés dans les barres rigides 105. Des capteurs d'exemple qui peuvent être incorporés comprennent des capteurs de bruit/pression, des capteurs de mouvement (vitesse, vélocité, et/ou accélération), des capteurs électromagnétiques, des capteurs de magnétisme (par exemple

compas), des capteurs de pression/profondeur, des capteurs de tension, des échosondeurs de surface ou de fond/dispositifs de cartographie. Des exemples de transducteurs comprennent des transducteurs de
5 bruit/pression pour des positions acoustiques, latéraux (par exemple pour maintenir un réseau de positions pour plusieurs instruments), en ligne (par exemple, flexion/propriétés de l'eau), de fond (hauteur) ou de surface (profondeur), et électromagnétiques. Dans certaines
10 formes de réalisation, un ou plusieurs dispositifs d'actionnement peuvent être incorporés dans les barres rigides 105. Des dispositifs d'actionnement d'exemple peuvent comprendre des gouvernes, des réservoirs de ballast, des ouvertures, des capots/couvercles, et des
15 points de connexion, entre autres. Par exemple, des gouvernes (telles que des ailes) pour la direction ou la position de rotation peuvent être utilisées. Les gouvernes peuvent agir afin de procurer une commande de profondeur et/ou latérale pour les barres rigides 105. De plus, les
20 gouvernes peuvent permettre aux barres rigides 105 de réaliser un mouvement souhaité dans l'eau, tel qu'une ondulation, faire surface, une plongée, un sauvetage, ou une récupération. Des réservoirs de ballast peuvent également être incorporés et peuvent permettre aux barres
25 rigides 105 de maintenir une profondeur, une surface, ou de compenser une entrée d'eau, par exemple en envoyant du gaz dans une chambre inondée dans la barre rigide 105. Des ouvertures peuvent également être prévues pour un accès à des surfaces de capteur, un ballast, et/ou une manipulation
30 de centre de poids/masse. Des points de raccordement qui peuvent être ouverts et/ou peuvent être fermés peuvent également être prévus dans les barres rigides 105, tels que des soupapes ou des orifices pour des lignes d'alimentation ou de transmission. Des capots/couvercles qui peuvent être

ouverts et/ou peuvent être fermés peuvent également être prévus, lesquels peuvent permettre un nettoyage et/ou une manipulation profilée, par exemple.

La figure 5 illustre deux barres rigides adjacentes 105 reliées ensemble par une jonction de barre 130 selon des formes de réalisation de la présente invention. Pour maintenir la rigidité de l'ensemble de barres rigides 100 (par exemple représenté sur la figure 4), la jonction de barre 130 peut former une connexion rigide entre les barres rigides adjacentes 105. Comme cela est illustré, les barres rigides 105 peuvent chacune avoir un volume intérieur 132 avec des câbles flexibles 125 s'étendant entre les barres rigides 105 qui s'étendent à travers les barres rigides 105 au moyen de la chambre intérieure 132. Selon les présentes formes de réalisation, des manchons 135 peuvent être utilisés pour maintenir la jonction de barre 130 en position de serrage afin de relier les barres rigides 105. Les parties d'extrémité 140 de chacune des barres rigides 105 peuvent comporter un manchon 135. Les manchons 135 peuvent mobiles être de façon coulissante sur les parties d'extrémité 140. Les manchons 135 peuvent chacun être chargés par ressort par un ressort correspondant 145. La surface extérieure 110 de chacune des barres rigides 105 peut comporter un épaulement 150 afin de recevoir le ressort correspondant 145. Les parties d'extrémité 140 de chacune des barres rigides 105 peuvent comporter en outre une encoche 155 qui définit un épaulement 160.

La jonction de barre 130 peut comporter deux parties de serrage 165. Les parties de serrage 165 doivent coopérer l'une avec l'autre de telle sorte que, quand la jonction de barre 130 est assemblée, les parties de serrage 165 définissent un passage de barre rigide qui reçoit au moins une partie des parties d'extrémité 140 des barres

rigides 105. Dans certaines formes de réalisation, chacune des parties de serrage 165 peut avoir une section transversale en forme de C. Il faut comprendre que la section transversale des parties de serrage 165 peut
 5 varier, par exemple, sur la base de la configuration particulière des barres rigides 105. Les parties de serrage 165 peuvent chacune avoir une surface intérieure 170. Les surfaces intérieures 170 peuvent chacune avoir des renforcements 175 à chaque extrémité qui engagent les
 10 épaulements correspondantes 160 des parties d'extrémité 140 quand la jonction de barre 130 est assemblée. Les renforcements 175 peuvent chacun s'étendre autour de la surface intérieure 170 à chaque extrémité de la partie de serrage correspondante 165. Un épaulement de serrage 180
 15 peut être défini par chacun des renforcements 175. Les épaulements de serrage 180 peuvent engager les encoches correspondantes 155 dans les parties d'extrémité 140 quand la jonction de barre 130 est assemblée. Chaque extrémité des parties de serrage 165 peut comporter en outre un
 20 épaulement extérieur 185 afin de recevoir le manchon correspondant 135. Chacun des manchons 135 coulisse dans les épaulements extérieurs correspondants 185 afin de fixer les parties de serrage 165 dans la position de serrage de façon à relier les barres rigides 105, comme cela est
 25 représenté par une des parties de serrage 165 sur la partie inférieure de la figure 5.

Des formes de réalisation de la présente invention ne sont pas limitées à la jonction de barre 130 illustrée par la figure 5. Il faut comprendre que d'autres
 30 types de connecteurs peuvent être utilisés pour relier les barres rigides 105 l'une à l'autre. Des exemples de connecteurs qui peuvent être utilisés pour la jonction de barre 130 comprennent, sans limitation, un écrou de blocage avec une goupille alignée, des connexions à embase, une

face, et un plan correspondant perpendiculaire à l'axe principal.

Il faut comprendre que la forme de la section transversale des barres rigides 105 n'a pas besoin d'être circulaire, mais peut varier comme cela est souhaité pour une application particulière. Les barres rigides 105 peuvent avoir, par exemple, une section de forme ovale, circulaire, triangulaire, carrée, pentagonale, polygonale, d'aile, ou non symétrique. Les figures 6A à 6C illustrent des barres rigides 105 ayant des sections transversales de forme différente. La figure 6A illustre une barre rigide 105A ayant une section transversale de forme circulaire. La figure 6B illustre une barre rigide 105B ayant une section transversale de forme rectangulaire. La figure 6C illustre une barre rigide 165C ayant une section transversale plate ou en forme d'aile. La section transversale en forme d'aile peut être souhaitable, par exemple, pour réduire le coefficient de trainée pour l'ensemble de barres rigides 100. Un coefficient de trainée réduit peut être particulièrement bénéfique pour des extrémités avant (par exemple l'extrémité avant 50 sur les figures 2 et 3) où un écoulement transversal substantiel peut être rencontré. Dans certaines formes de réalisation (non illustrées), la section transversale en forme d'aile peut avoir un profil d'aile asymétrique, ce qui peut être bénéfique, par exemple pour procurer une portance unilatérale. La section transversale en forme d'aile peut avoir un rapport de la largeur W_1 sur la hauteur H_1 supérieur à environ 1,5. Dans certaines formes de réalisation, la section transversale en forme d'aile peut avoir un rapport de la largeur W_1 sur la hauteur H_1 dans la plage d'environ 1 à environ 10. Les figures 6A à 6C illustrent en outre les barres rigides 105 ayant une chambre intérieure 132, qui comprendre différents

câbles, tels que des câbles électriques ou optiques, par exemple.

Si l'on se réfère maintenant aux figures 7 et 8, un procédé d'exemple pour le déploiement d'un ensemble de
5 barres rigides 100 à partir d'un navire de recherche 10 va être décrit. Par exemple, un ou plusieurs ensembles de barres rigides 100 selon des formes de réalisation de la présente invention peuvent être assemblés et déployés à partir du navire de recherche 10. Les un ou plusieurs
10 ensembles de barres rigides 100 peuvent être utilisés pour former au moins partie d'un dispositif remorqué à partir d'un navire de recherche, comprenant des flûtes marines sismiques et des extrémités avant qui sont de manière conventionnelle sous la forme de câbles flexibles. Comme
15 cela sera vu ci-dessous, la rigidité de l'ensemble de barres rigides 100 peut être activée au moment du déploiement et ensuite désactivée au moment de la récupération.

Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble
20 de barres rigides 100 peut être enlevé d'un ou plusieurs bacs de stockage 190. Par exemple, une des barres rigides 105 composant l'ensemble de barres rigides 100 peut être soulevée des bacs de stockage 190. Dans certaines formes de réalisation, les barres rigides 105 composant l'ensemble de
25 barres rigides 100 peuvent être enlevées de manière continue des bacs de stockage 190 l'une après l'autre. Comme cela est illustré par la figure 7, les un ou plusieurs bacs de stockage 190 peuvent être disposés sur le navire de recherche 10. Les bacs de stockage 190 peuvent
30 comprendre, par exemple, des palettes, des réceptacles, ou un autre type de l'espace pour le stockage de l'ensemble de barres rigides 100. Dans certaines formes de réalisation, un ensemble de barres rigides 100 comportant une pluralité de barres rigides découplées 105 peut être stocké dans

chacun des bacs de stockage 190 sur le navire de recherche 10. Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 dans chacun des bacs de stockage 190 peut comporter au moins un câble flexible 125 s'étendant
5 entre les éléments de connecteur (par exemple un câble flexible 125 s'étendant depuis l'élément de connecteur de type mâle 115 jusqu'à l'élément de connecteur de type femelle 120 sur la figure 4). Comme cela est représenté par la figure 4, des formes de réalisation d'exemple du câble
10 flexible 125 peuvent tourner approximativement à 180° entre des barres rigides adjacentes 105 afin de minimiser l'espace nécessaire pour le stockage.

Dans certaines formes de réalisation, il peut y avoir un dispositif (non représenté) pour enlever les
15 barres rigides 105 des bacs de stockage 190. Par exemple, le dispositif peut soulever les barres rigides 105 des bacs de stockage 190. Après avoir été enlevé des bacs de stockage, l'ensemble de barres rigides 100 peut être transporté jusqu'à la ligne de raccordement de barre rigide
20 195 dont le but est de relier les barres rigides 105 aux barres rigides adjacentes 105 en utilisant, par exemple, des jonctions de barre 130. Dans certaines formes de réalisation, les jonctions de barre 130 peuvent être reliées entre des barres rigides adjacentes 105, par
25 exemple en faisant coulisser un manchon sur les barres rigides 105 en engagement de serrage avec les jonctions de barre 130. La ligne de raccordement de barre rigide 195 peut être manuelle ou au moins partiellement automatisée, par exemple. Dans certaines formes de réalisation, un ou
30 plusieurs individus peuvent relier manuellement les barres rigides adjacentes 105 l'une à l'autre. Dans des variantes de réalisation, un dispositif peut être utilisé pour relier les barres rigides adjacentes 105 l'une à l'autre.

Après l'accouplement des barres rigides adjacentes 105, l'ensemble de barres rigides 100 peut être transporté jusqu'à l'appareil de suppression de tension 200. L'appareil de suppression de tension 200 maintient
5 l'ensemble de barres rigides 100 afin de supprimer la tension de l'ensemble de barres rigides 100 provoquée par la partie de l'ensemble de barres rigides 100 déployé dans l'étendue d'eau 15. L'appareil de suppression de tension 200 peut se trouver à proximité de la ligne de raccordement
10 de barre rigide 195. Comme cela est illustré par les figures 7 et 8, l'appareil de suppression de tension 200 peut être disposé sur le navire de recherche 10. Dans certaines formes de réalisation, l'appareil de suppression de tension 200 tire l'ensemble de barres rigides 100 depuis
15 les bacs de stockage 190 jusqu'à la ligne de raccordement de barre rigide 195. A partir de la ligne de raccordement de barre rigide 195, l'appareil de suppression de tension 200 peut déployer l'ensemble de barres rigides 100 dans l'étendue d'eau 15. Comme cela est illustré par la figure
20 7, l'ensemble de barres rigides peut fléchir vers le bas lorsqu'il est déployé dans l'étendue d'eau 15. Dans des variantes de forme de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut fléchir vers le haut, par exemple, quand le niveau de l'étendue d'eau 15 est élevé ou si l'appareil
25 de suppression de tension 200 pivote. L'appareil de suppression de tension 200 peut comporter une ou plusieurs paires de roues qui engagent l'ensemble de barres rigides 100. Dans la forme de réalisation illustrée, l'appareil de suppression de tension 200 comporte trois paires de roues
30 205, 210, 215. L'appareil de suppression de tension 200 peut appliquer une tension sur l'ensemble de barres rigides 100 par application de couple sur les paires de roues 205, 210, 215. Dans certaines formes de réalisation, l'appareil de suppression de tension 200 peut appliquer davantage de

tension par paire de roues 205, 210, 215, du fait que l'ensemble de barres rigides 100 a une surface extérieure plus rigide que les câbles utilisés précédemment. Il est évident que d'autres types de dispositifs peuvent être
 5 utilisés pour l'application de tension sur l'ensemble de barres rigides 100. Bien que cela ne soit pas illustré, l'appareil de suppression de tension 200 peut comprendre, par exemple, des brides qui engagent des épaulements sur les barres rigides 105 ou des rainures ou des chanfreins
 10 sur les barres rigides 105 ; des brides dans des courroies ou des pistons ou d'autres machines linéaires qui appliquent une force sur les barres rigides 105 ; un crochet ou un autre dispositif de fixation sur une corde relié à une fixation sur les barres rigides 105, ou des
 15 goupilles qui entrent dans des trous sur les barres rigides 105 et qui peuvent être entraînées par ressort.

Dans certaines formes de réalisation, plus d'un ensemble de barres rigides peut être assemblé et déployé à partir du navire de recherche 10. Pour déployer de
 20 multiples ensembles de barres rigides 100, les ensembles de barres rigides 100 doivent être reliés bout à bout. L'élément de connecteur d'extrémité à une extrémité d'un ensemble de barres rigides 100 doit être relié à l'élément de connecteur d'extrémité correspondant de l'autre ensemble
 25 de barres rigides 100. Dans certaines formes de réalisation, chacun des ensembles de barres rigides 100 peut être stocké dans des bacs de stockage séparés 190.

Si l'on continue à se référer aux figures 7 et 8, un procédé d'exemple pour la récupération de l'ensemble de
 30 barres rigides 100 sur le navire de recherche 10 va maintenant être décrit. Dans certaines formes de réalisation, l'appareil de suppression de tension 200 peut tirer l'ensemble de barres rigides 100 sur le navire de recherche 10 afin de récupérer l'ensemble de barres rigides

100. L'appareil de suppression de tension 200 peut également maintenir l'ensemble de barres rigides 100 afin de supprimer la tension de l'ensemble de barres rigides une fois que l'ensemble de barres rigides 100 est de retour à bord du navire de recherche 10. Après l'appareil de suppression de tension 200, l'ensemble de barres rigides 100 peut être transporté jusqu'à la ligne de raccordement de barre rigide 195 afin de découpler des barres rigides adjacentes 105. Par exemple, la ligne de raccordement de barre rigide 195 peut fonctionner afin d'enlever les jonctions de barre 130 qui relie les barres rigides adjacentes 105, lequel découplage peut être manuel ou au moins partiellement automatisé. Une fois découplé, l'ensemble de barres rigides 100 peut être placé dans un des bacs de stockage 190. Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble de barres rigides 100 peut être plié lorsqu'il est placé dans les bacs de stockage 190. Les figures 7 et 8 illustrent un pliage vertical de l'ensemble de barres rigides 100. Le pliage peut être réalisé sur le pont arrière, en avant du pont arrière, ou bien là où de l'espace est disponible de la manière la plus raisonnable sur le navire de recherche 10. Dans des variantes de forme de réalisation, le pliage peut être formé latéralement, par exemple dans une goulotte peu profonde, qui peut exploiter un pont arrière large sans exiger d'espace extérieur. Il faut comprendre que si de multiples ensembles de barres rigides 100 ont été déployés, les ensembles de barres rigides 100 peuvent devoir être déconnectés, par exemple pour stocker chaque ensemble de barres rigides 100 dans un bac séparé des bacs de stockage 190.

La figure 9 illustre une forme de réalisation d'exemple qui comprend l'appareil de suppression de tension 200 qui comporte un point d'articulation 220. Dans certaines formes de réalisation, le point d'articulation

220 peut pivoter dans au moins 2 directions. Il faut comprendre que l'étendue d'eau 15 peut exercer des forces sur l'ensemble de barres rigides 100 lorsque l'ensemble de barres rigides 100 est déployé dans l'eau. Ceci peut être

5 problématique si l'ensemble de barres rigides 100 ne peut pas pivoter par rapport au navire de recherche 10. Le point d'articulation 220 peut, par exemple, permettre à l'ensemble de barres rigides 100 de pointer dans une direction provoquée par les forces de l'eau. Dans la forme

10 de réalisation illustrée, une barre articulée 225 s'étend depuis le point d'articulation 220. La barre articulée 225 peut recevoir de façon coulissante l'ensemble de barres rigides 100. La figure 9 illustre en outre une forme de réalisation d'exemple qui comprend un point de raccordement

15 230 pour le raccordement d'une extrémité avant 50 comportant un ensemble d'extrémité avant de barre rigide 80 à la poupe du navire de recherche 10. Dans certaines formes de réalisation, le point de raccordement 230 peut être une liaison articulée. Une fois que l'extrémité avant 50 a été

20 déployée à partir de l'appareil de suppression de tension 200, l'extrémité avant 50 peut être déplacée depuis l'appareil de suppression de tension 200 jusqu'au point de raccordement 230. Du fait que le point de raccordement 230 est plus près de l'étendue d'eau 15, le soulèvement dans et

25 hors de l'étendue d'eau 15 peut être commandé tout en réduisant également des charges d'éclaboussure sur l'avant de l'extrémité avant 50. Par exemple, en reliant l'extrémité avant 50 à partir du point de raccordement 50, la distance dans l'air depuis l'extrémité proximale de

30 l'extrémité avant 50 jusqu'à l'eau peut être réduite.

Par conséquent, des formes de réalisation peuvent comprendre le fait d'utiliser un ensemble de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides interconnectées dans une recherche marine. Certains avantages de

l'utilisation de l'ensemble de barres rigides peuvent comprendre un ou plusieurs de ce qui suit. Un des nombreux avantages potentiels est que les barres rigides ont un plus grand volume intérieur par rapport aux câbles précédemment
5 utilisés, en rendant ainsi l'ensemble de barres rigides particulièrement avantageux pour des formes de réalisation où des capteurs, des dispositifs d'actionnement, des transducteurs, et toute autre électronique (par exemple des réservoirs, des batteries, etc.) peuvent être incorporés
10 dans les barres rigides, par exemple là où l'ensemble de barres rigides est utilisé pour former au moins une partie d'une flûte marine sismique. Un autre des nombreux avantages potentiels est que l'ensemble de barres rigides peut être rendu plus raide et plus léger que les câbles
15 précédemment utilisés. Pour des flûtes marines, des formes de réalisation de l'ensemble de barres rigides plus léger peuvent permettre l'utilisation d'éléments de contrainte plus lourds et plus efficaces qui peuvent être utilisés en combinaison avec de l'air plutôt que de l'huile ou des gels
20 pour la matière de flottabilité. Encore un autre des nombreux avantages potentiels est que la rigidité de l'ensemble de barres rigides peut permettre moins d'allongement, de fluage et de changement de forme ou de position. Par ailleurs, du fait de la rigidité accrue, une
25 meilleure réception de signal peut être reçue de la flûte marine du fait d'une meilleure réception de signal en filtrant le bruit, de moins d'allongement, de fluage et d'une forme et d'une position plus stables des capteurs sismiques. De manière additionnelle, une trainée réduite
30 (par exemple grâce à un traitement de surface de réduction de trainée, un extérieur plus lisse) et le fait d'avoir des surfaces anti-encrassement (par exemple grâce à une application d'agents anti-encrassement) peuvent également procurer une meilleure réception de signal. Encore un autre

des nombreux avantages potentiels est qu'un ensemble de barres rigides doit être moins susceptible de rotation et d'emmêlement, ce qui peut être bénéfique à la fois pour les flûtes marines et les extrémités avant.

5 Contrairement aux systèmes qui utilisent des ensembles de barres rigides comportant une pluralité de barres rigides interconnectées dans une recherche marine, la figure 10 illustre un système de recherche sismique conventionnel 300. Comme cela est illustré, le système de
10 recherche sismique 300 peut comprendre un navire de recherche 305 remorquant une pluralité de flûtes marines de capteur 310 dans une étendue d'eau 315. Des lignes d'extrémité avant 320 peuvent être utilisées pour relier les flûtes marines de capteur 310 au navire de recherche
15 305. Chacune des flûtes marines de capteur 310 peut comprendre des capteurs 325. Les flûtes marines de capteur 310 peuvent également comprendre dispositifs de commande de force latérale et de profondeur 330 (« LFD ») et des dispositifs de détection de distance acoustique associés
20 335, qui peuvent être disposés dans des positions choisies le long des flûtes marines de capteur 310 en étant associés aux dispositifs LFD 330 ou dans des positions séparées. Des dispositifs d'écartement 340, tels que des panneaux ou des plongeurs de ligne, peuvent être utilisés pour maintenir
25 une séparation latérale des flûtes marines de capteur 310. A la différence du système illustré par la figure 10, les formes de réalisation de la présente invention qui utilisent des ensembles de barres rigides dans une recherche peuvent ne contenir pratiquement pas de bouées, de panneaux, de plongeurs de ligne, de chaînes ou de cordes
30 supplémentaires, ou de dispositifs LFD. Par exemple, une recherche sismique peut être réalisée avec seulement les balises lumineuses et les antennes souhaitées au-dessus de l'eau.

Par conséquent, la présente invention est bien adaptée pour atteindre les buts et avantages mentionnés aussi bien que ceux qui sont inhérents. Les formes de réalisation particulières décrites ci-dessus sont à des fins d'illustration seulement, du fait que la présente invention peut être modifiée et mise en œuvre suivant des manières différentes mais équivalentes qui sont évidentes pour les hommes de l'art ayant l'avantage des présents enseignements. Bien que différentes formes de réalisation aient été discutées, l'invention couvre toutes les combinaisons de toutes ces formes de réalisation. De plus, aucune limitation n'est prévue pour les détails de construction ou de conception représentés ici. Il est donc évident que les formes de réalisation d'illustration particulières décrites ci-dessus peuvent être modifiées et que toutes ces variantes sont considérées dans la portée et l'esprit de la présente invention. Tous les nombres et plages décrits ci-dessus peuvent varier dans une certaine mesure. Chaque fois qu'une plage numérique avec une limite inférieure et une limite supérieure est décrite, tout nombre et n'importe quelle plage incluse tombant dans la plage sont considérés comme spécifiquement décrits. D'ailleurs, les articles indéfinis « un » ou « une » sont définis ici pour signifier un ou plus d'un de l'élément qu'ils introduisent.

REVENDICATIONS

1. Procédé de recherche géophysique, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :
- 5 enlever des barres rigides (105) de bacs de stockage (190) et coupler des barres rigides (105) adjacentes les unes aux autres pour former un ensemble de barres rigides (100), l'ensemble de barres rigides (100) comportant une pluralité de barres rigides (105) qui sont interconnectées et comportent chacune un corps de barre
- 10 (107) définissant une ou plusieurs chambres intérieures (132), un câble flexible (125) s'étendant depuis chaque extrémité de l'ensemble de barres rigides (100) à travers la chambre intérieure (132) ;
- déployer l'ensemble de barres rigides (100) à
- 15 partir d'un navire de recherche (10) dans une étendue d'eau (15) ;
- remorquer l'ensemble de barres rigides (100) à partir du navire de recherche (10) à travers l'étendue d'eau (15) ; et
- 20 (1) détecter un signal géophysique avec un capteur (40) remorqué par le navire de recherche (10), et/ou (2) activer une source géophysique (25) qui est remorquée par le navire de recherche (10).
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) fonctionne comme au moins un de : une extrémité avant (50) reliant une flûte marine (45) au navire de recherche (10), une flûte marine (45) supportant le capteur (40), ou un câble de source (20)
- 30 pour le remorquage de la source géophysique (25).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) est relié bout à bout à un autre ensemble de barres rigides (100).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre le fait d'interconnecter les barres rigides (105) pour former l'ensemble de barres rigides (100), et de transporter l'ensemble de barres rigides (100) jusqu'à un appareil de suppression de tension (200) qui déploie l'ensemble de barres rigides (100) dans l'étendue d'eau (15).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'interconnexion des barres rigides (105) comporte le fait de coupler des jonctions de barre (130) entre les barres rigides (105), des manchons coulissants (135) sur des parties d'extrémité de chacune des barres rigides (105) étant déplacés afin de placer les barres rigides (105) en engagement de serrage avec les jonctions de barre (130).

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre le fait de déplacer l'ensemble de barres rigides (100) depuis l'appareil de suppression de tension (200) jusqu'à un point de raccordement (230) sur la poupe du navire de recherche (10).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre le fait de récupérer l'ensemble de barres rigides (100) sur le navire de recherche (10), l'étape de récupération de l'ensemble de barres rigides (100) comportant le fait de : tirer

l'ensemble de barres rigides (100) sur le navire de recherche (10), découpler les barres rigides (105), et placer l'ensemble de barres rigides (100) dans un bac de stockage, les barres rigides (105) étant dans un état
 5 découplé dans le bac de stockage.

8. Système de recherche marine pour recherche géophysique, caractérisé en ce qu'il comporte :
 un navire de recherche (10) ;
 10 un appareil de suppression de tension (200) disposé sur le navire de recherche (10) ;
 une ligne de raccordement de barre rigide (195) ;
 et
 un ensemble de barres rigides (100) formant au
 15 moins en partie un dispositif remorqué à partir du navire de recherche (10).

9. Système de recherche marine selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) est maintenu par l'appareil de suppression de
 20 tension (200) et a une extrémité distale dans une étendue d'eau (15), l'ensemble de barres rigides (100) comportant une pluralité de barres rigides (105) qui sont interconnectées et comportent chacune un corps de barre
 25 (107) définissant une ou plusieurs chambres intérieures (132).

10. Système de recherche marine selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) est rigide sur une longueur d'environ 25 m ou
 30 plus, l'ensemble de barres rigides (100) ayant une hauteur ou une largeur la plus petite d'environ 1 m, et l'ensemble de barres rigides (100) ayant une rigidité en flexion de 700 Nm² sur la longueur d'environ 25 m ou plus.

11. Système de recherche marine selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) comporte au moins un d'une extrémité avant (50) reliant une flûte marine (45) au navire de recherche (10), d'une flûte marine (45) supportant un capteur (40), ou d'un câble de source (20) afin de remorquer une source géophysique (25).
- 10 12. Système de recherche marine selon la revendication 11, caractérisé en ce que le capteur (40) comporte un capteur sismique.
- 15 13. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que les barres rigides (105) ont chacune une section transversale globalement en forme d'aile.
- 20 14. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que les barres rigides interconnectées (105) ont chacune une longueur dans une plage d'environ 1,5 m à environ 50 m.
- 25 15. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) a une longueur dans une plage d'environ 50 m à environ 1000 m.
- 30 16. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, caractérisé en ce qu'un câble flexible (125) s'étend entre les barres rigides (105).

17. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 16, caractérisé en ce que des jonctions de barre (130) sont disposées aux intersections des barres rigides interconnectées (105) afin
5 de raccorder mécaniquement les barres rigides (105) interconnectées l'une à l'autre.
18. Système de recherche marine selon la revendication 17, caractérisé en ce que des parties
10 d'extrémité des barres rigides (105) comportent chacune un manchon (135) mobile de façon coulissante sur la partie d'extrémité respective afin de maintenir des jonctions de barre (130) en position de serrage de façon à raccorder mécaniquement les barres rigides (105) interconnectées
15 l'une à l'autre.
19. Système de recherche marine selon l'une quelconque des revendications 9 à 18, caractérisé en ce que l'ensemble de barres rigides (100) est relié à une
20 extrémité d'un autre ensemble de barres rigides (100) comportant une pluralité de barres rigides (105) interconnectées.
20. Système de recherche marine selon l'une
25 quelconque des revendications 8 à 19, caractérisé en ce que l'appareil de suppression de tension (200) comporte une paire de roues.
21. Système de manipulation de barre rigide,
30 caractérisé en ce qu'il comporte :
 un bac de stockage maintenant une pluralité de barres rigides (105) ayant un câble élastique s'étendant entre les barres rigides (105) ;

une ligne de raccordement de barre rigide (195) configurée pour recevoir des barres rigides (105) provenant du bac de stockage et raccorder les barres rigides (105) bout à bout afin de former un ensemble de barres rigides (100) comportant une pluralité de barres rigides (105) interconnectées ; et

un appareil de suppression de tension (200) configuré pour recevoir l'ensemble de barres rigides (100) provenant de la ligne de raccordement de barre rigide (195) et pour maintenir l'ensemble de barres rigides (100) tout en déployant l'ensemble de barres rigides (100) d'un navire de recherche (10), l'ensemble de barres rigides (100) formant au moins en partie un dispositif remorqué à partir du navire de recherche (10).

15

22. Système de manipulation de barre rigide selon la revendication 21, caractérisé en ce que les bacs de stockage comportent une palette.

20

23. Système de manipulation de barre rigide selon la revendication 21 ou 22, caractérisé en ce que l'appareil de suppression de tension (200) comporte une paire de roues.

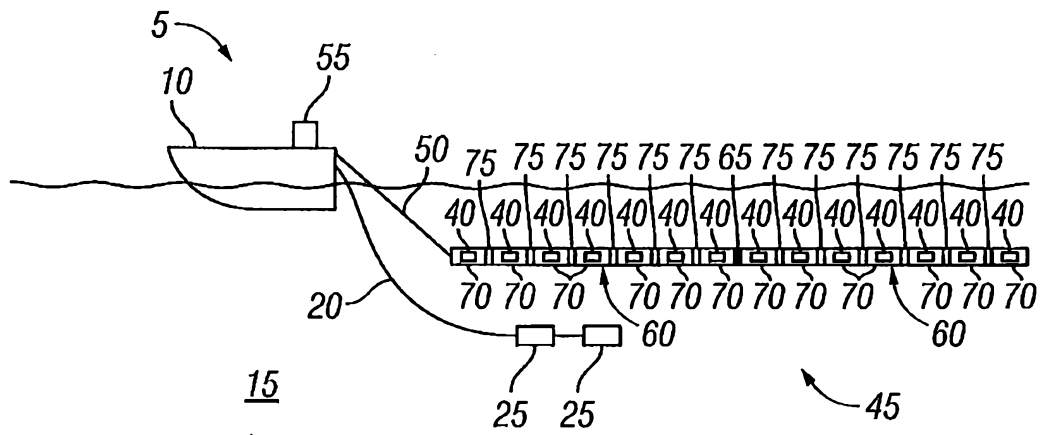


FIG. 1

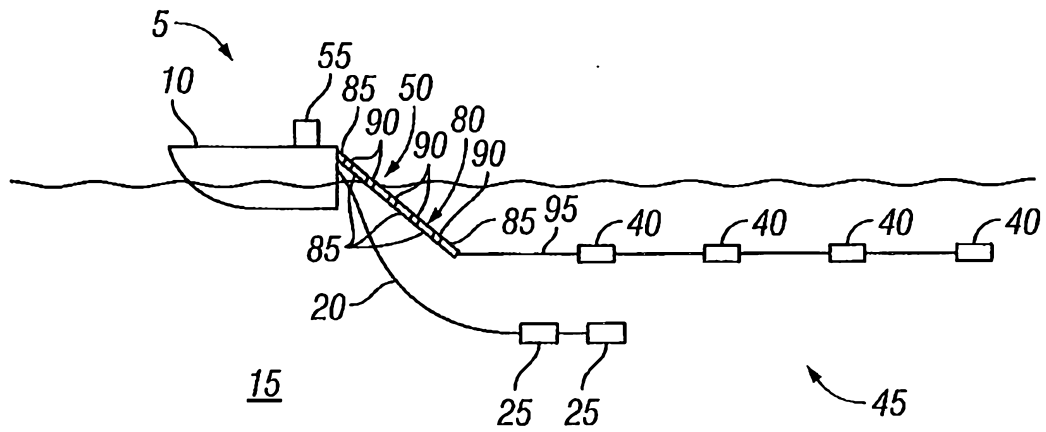


FIG. 2

2/6

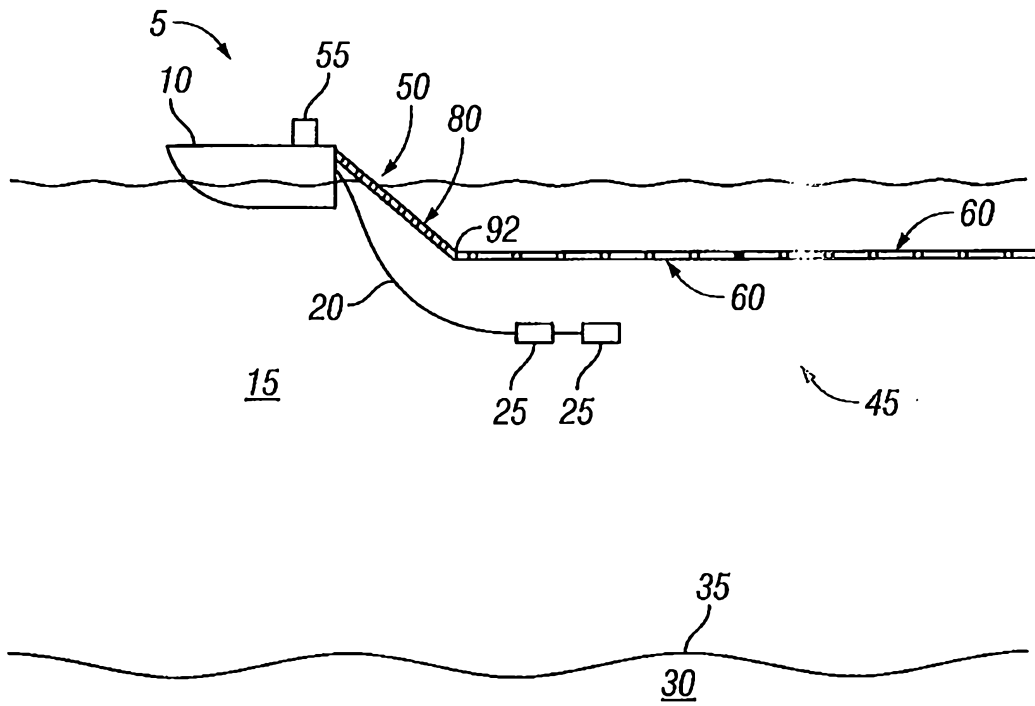


FIG. 3

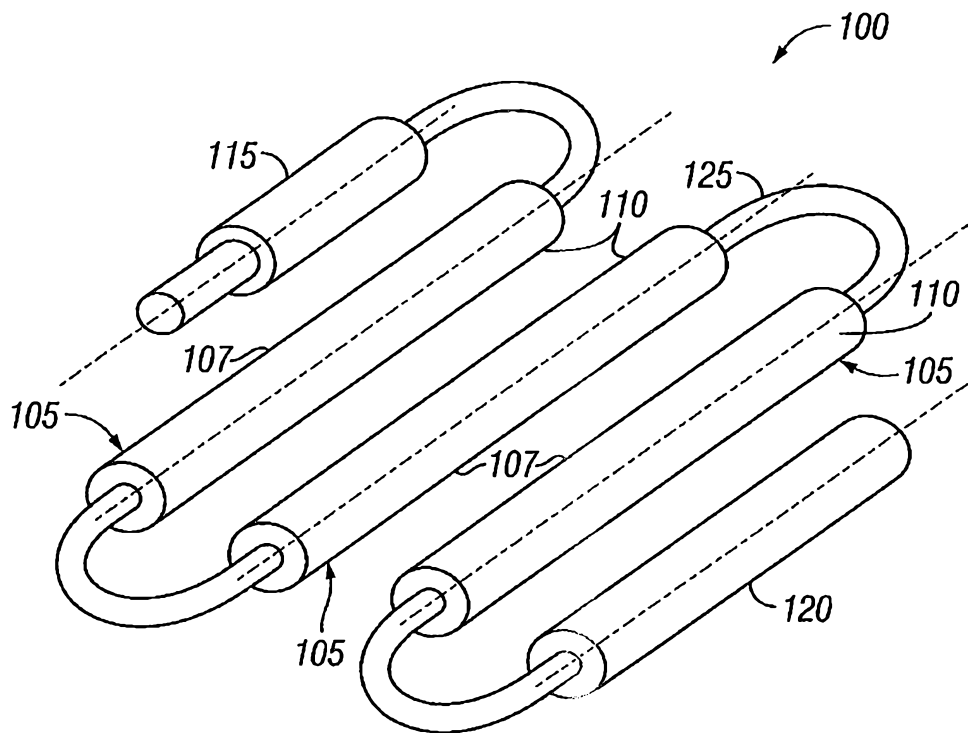


FIG. 4

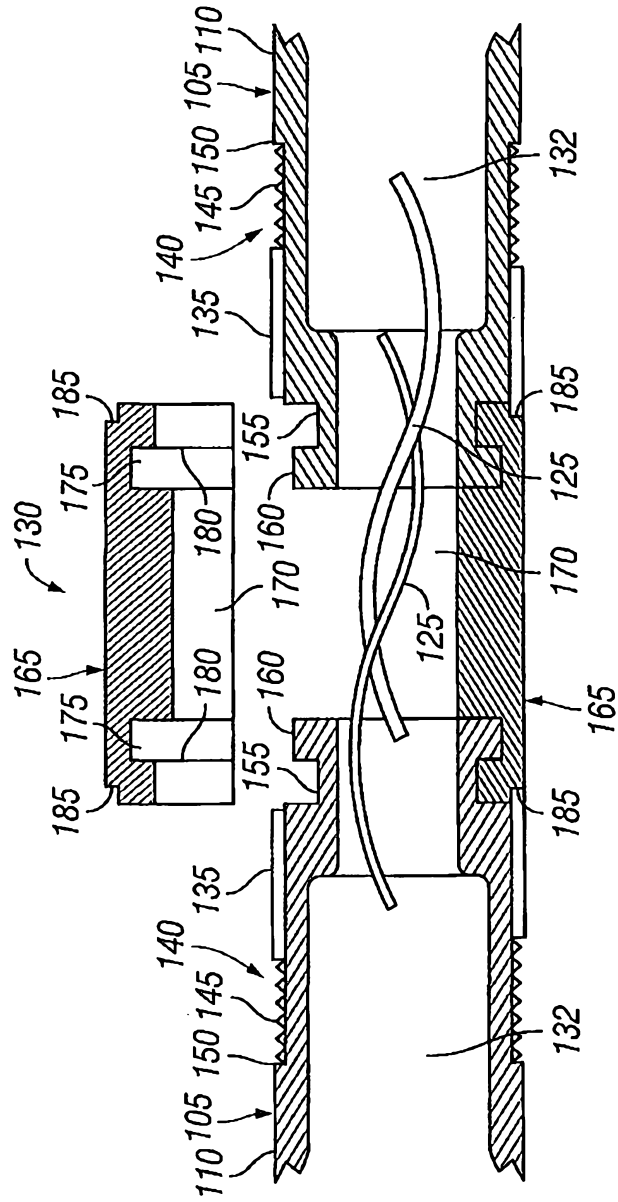
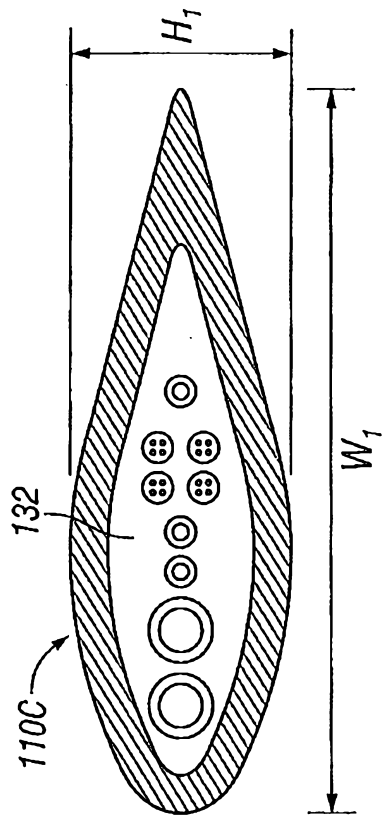
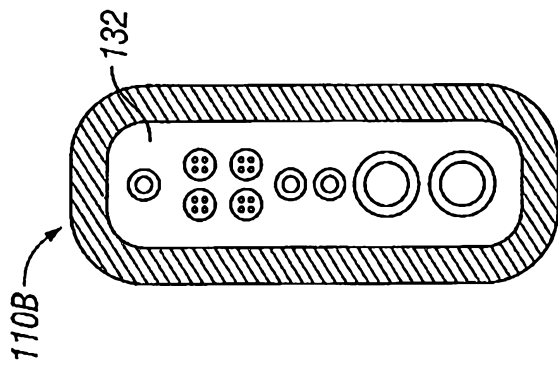
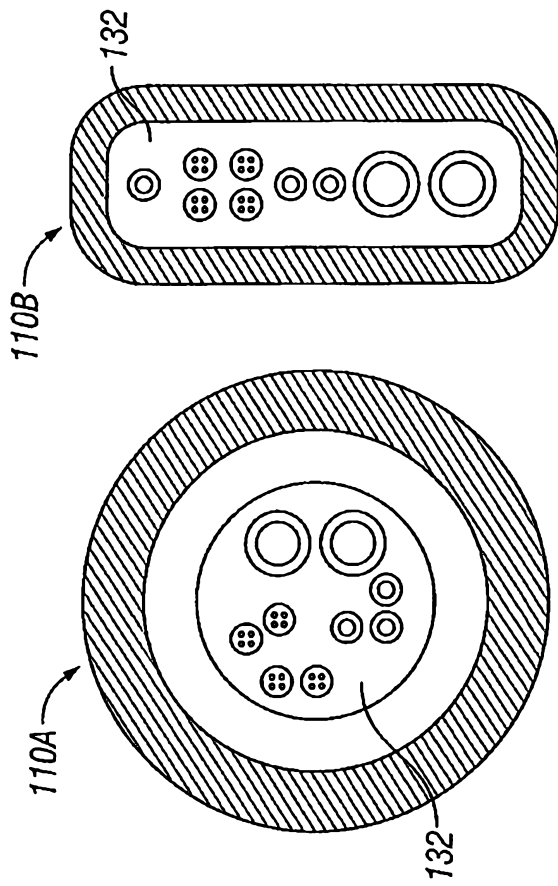


FIG. 5



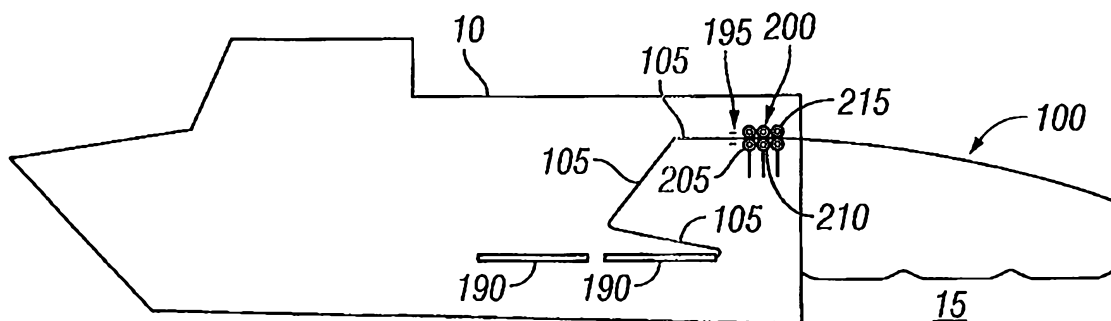


FIG. 7

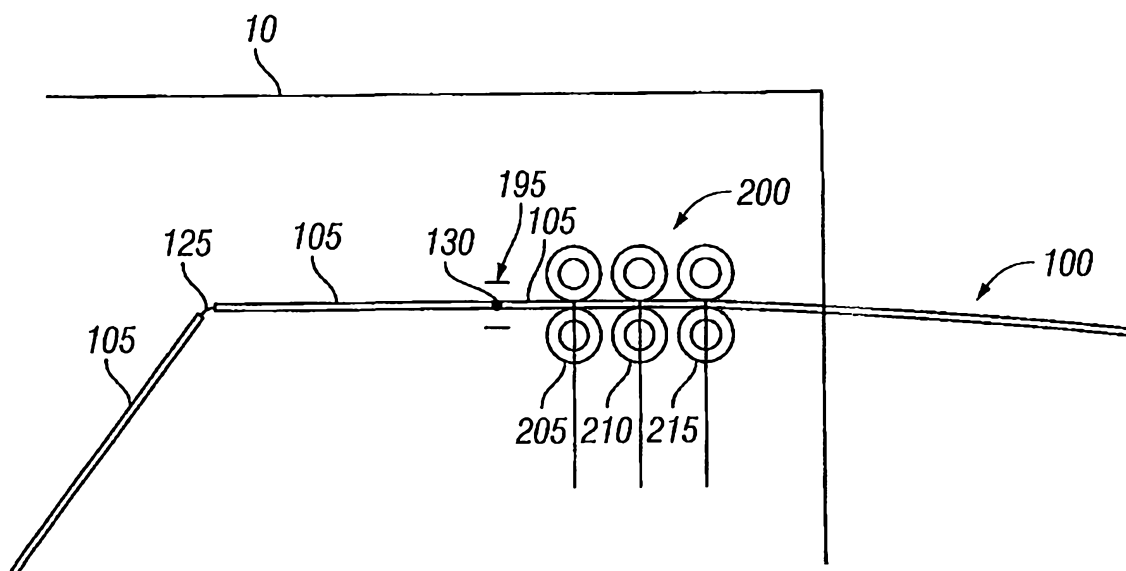


FIG. 8

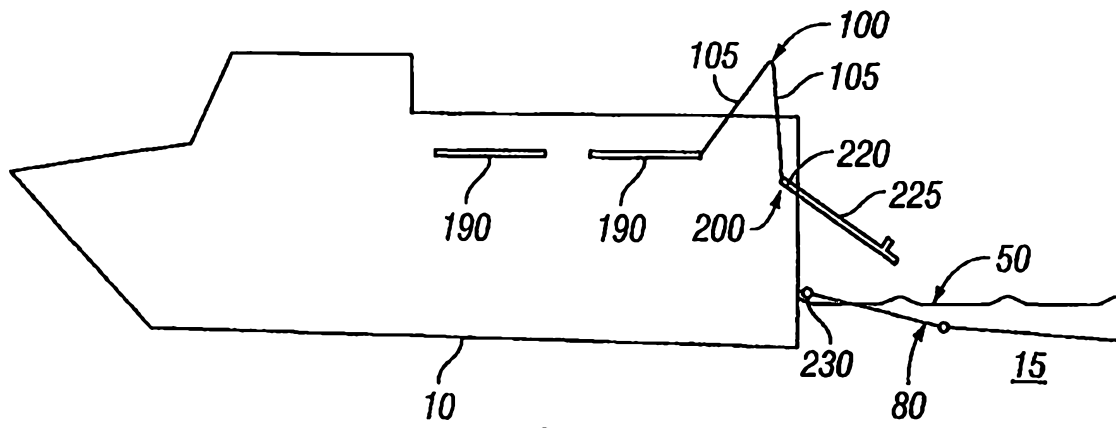


FIG. 9

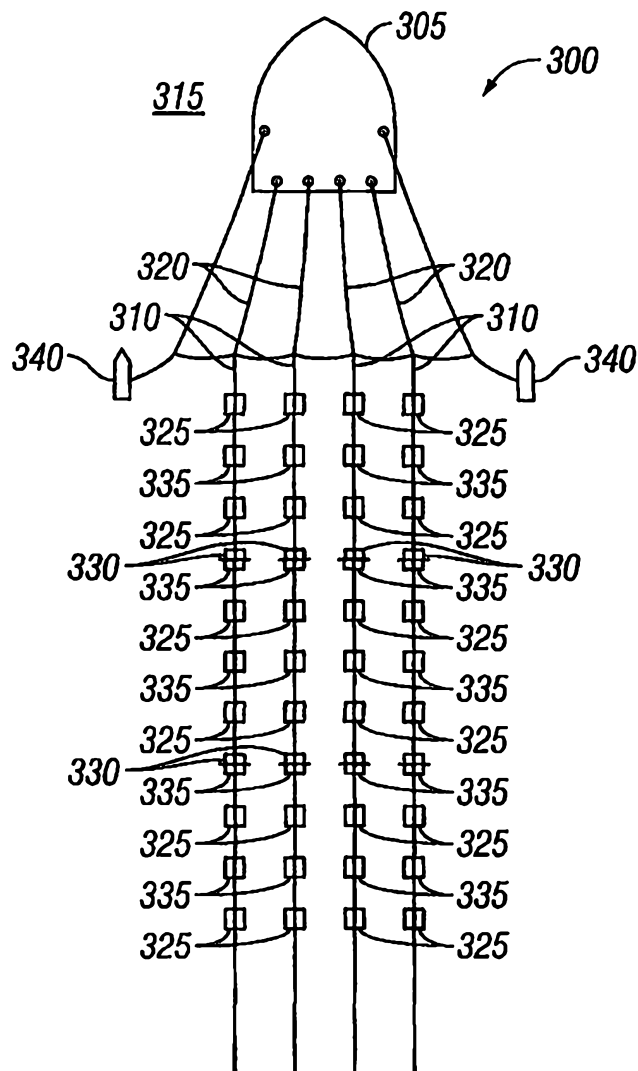


FIG. 10

(Art antérieur)

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2009/296527 A1 (CUSCHIERI JOSEPH M [US] ET AL) 3 décembre 2009 (2009-12-03)

US 2011/286303 A1 (PAULL WAYNE RUSSELL [US] ET AL) 24 novembre 2011 (2011-11-24)

WO 2008/040976 A1 (DEEP TEK IP LTD [GB]; CRAWFORD ALEXANDER CHARLES [GB]) 10 avril 2008 (2008-04-10)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

JP 2004 173453 A (MIRAI IND) 17 juin 2004 (2004-06-17)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT