

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/11/03
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2010/05/14
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2017/05/23
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2011/05/03
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/052124
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2010/052423
(30) Priorités/Priorities: 2008/11/05 (FR08 57521);
2009/04/10 (FR09 52388)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F16L 1/15* (2006.01),
E21B 17/01 (2006.01), *E21B 43/013* (2006.01),
F16L 1/24 (2006.01)

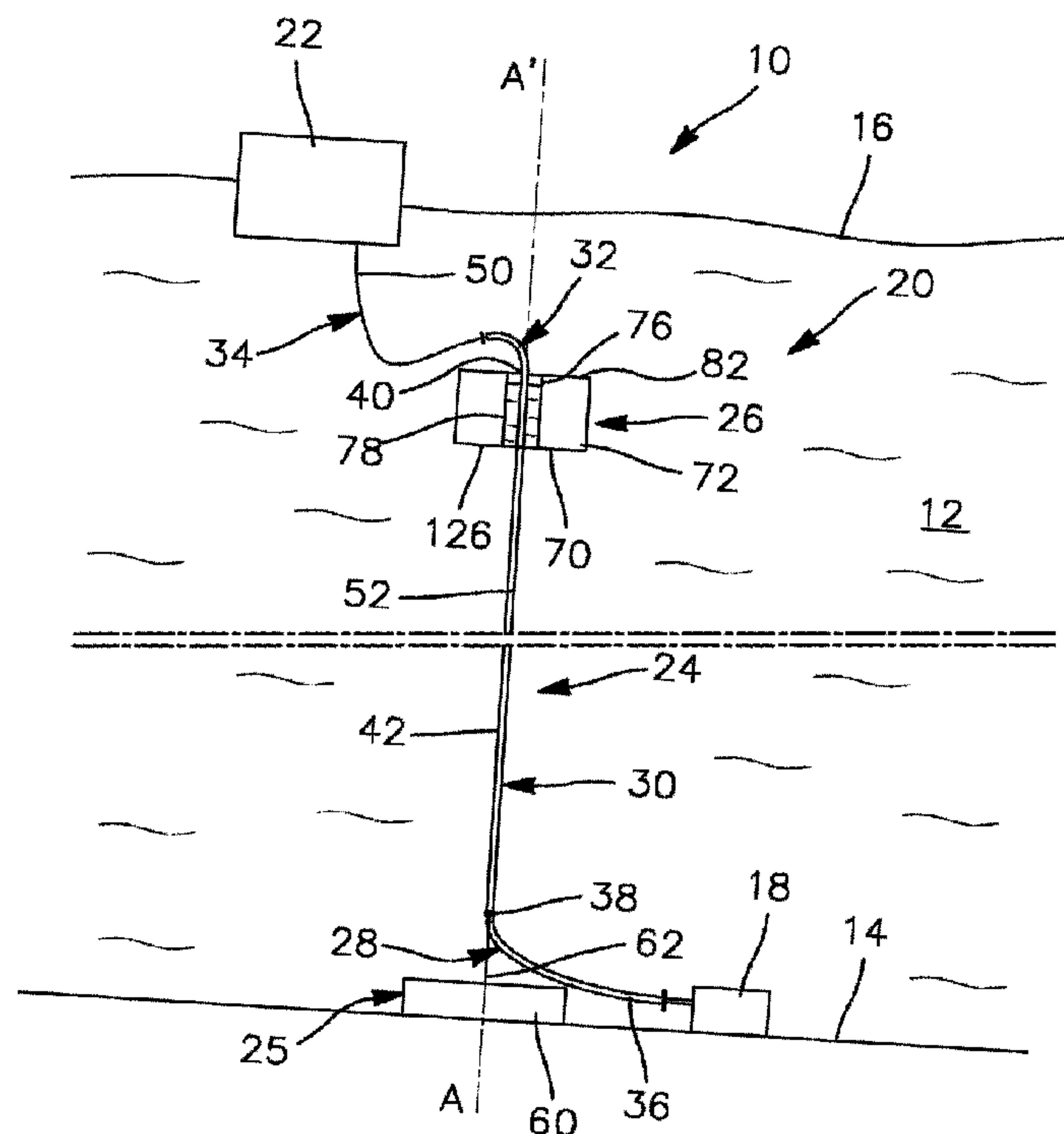
(72) Inventeurs/Inventors:
REMERY, JEROEN, FR;
VIVET, ROMAIN, FR;
DEFRESLON, CHRISTOPHE, FR;
LUPPI, ANGE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
TECHNIP FRANCE, FR

(74) **Agent:** NORTON ROSE FULBRIGHT CANADA
LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : PROCEDE DE MISE EN PLACE D'UNE TOUR D'EXPLOITATION D'UN FLUIDE DANS UNE ETENDUE D'EAU AVEC UN ENGIN DE TRACTION

(54) Title: METHOD FOR INSTALLING AN OPERATING RIG FOR A FLUID IN A BODY OF WATER WITH A TRACTION UNIT



(57) **Abrégé/Abstract:**

Ce procédé comprend le raccordement d'un point aval (40) d'une conduite (24) sur une bouée (26) et l'immersion totale de la bouée (26). Il comprend le déploiement dans l'étendue d'eau (12) d'un tronçon intermédiaire (30) de la conduite (24) depuis le point aval (40) au moins jusqu'à un point amont (38), l'ancrage du point amont (38), et la mise sous tension du tronçon intermédiaire (30) pour le maintenir vertical. L'étape de raccordement comprend l'activation d'un engin de traction (96) pour remonter le point aval (40) sur la bouée (26). Lors de l'étape de raccordement, la bouée (26) est portée dans l'étendue d'eau (12) sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/052423 A3

(51) Classification internationale des brevets :

F16L 1/15 (2006.01) *E21B 17/01* (2006.01)
F16L 1/24 (2006.01) *E21B 43/013* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2009/052124

(22) Date de dépôt international :

3 novembre 2009 (03.11.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

08 57521 5 novembre 2008 (05.11.2008) FR
09 52388 10 avril 2009 (10.04.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
TECHNIP FRANCE [FR/FR]; 6-8 Allée de l'Arche,
Faubourg de l'Arche, ZAC Danton, F-92400 Courbevoie
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **REMERY,**
Jeroen [NL/FR]; 34, Avenue de Carnot, F-78000 Saint
Germain En Laye (FR). **VIVET, Romain** [FR/FR]; 17

rue du Bouloi, F-75001 Paris (FR). **DEFRESLON,**
Christophe [FR/FR]; La Durandais, F-44260 Lavau Sur
Loire (FR). **LUPPI, Ange** [FR/FR]; 184 Impasse des
Martinets, F-30000 Nîmes (FR).

(74) Mandataires : **BLOT, Philippe** et al.; Cabinet Lavoix, 2
Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR INSTALLING AN OPERATING RIG FOR A FLUID IN A BODY OF WATER WITH A TRACTION UNIT

(54) Titre : PROCÉDÉ DE MISE EN PLACE D'UNE TOUR D'EXPLOITATION D'UN FLUIDE DANS UNE ÉTENDUE D'EAU AVEC UN ENGIN DE TRACTION

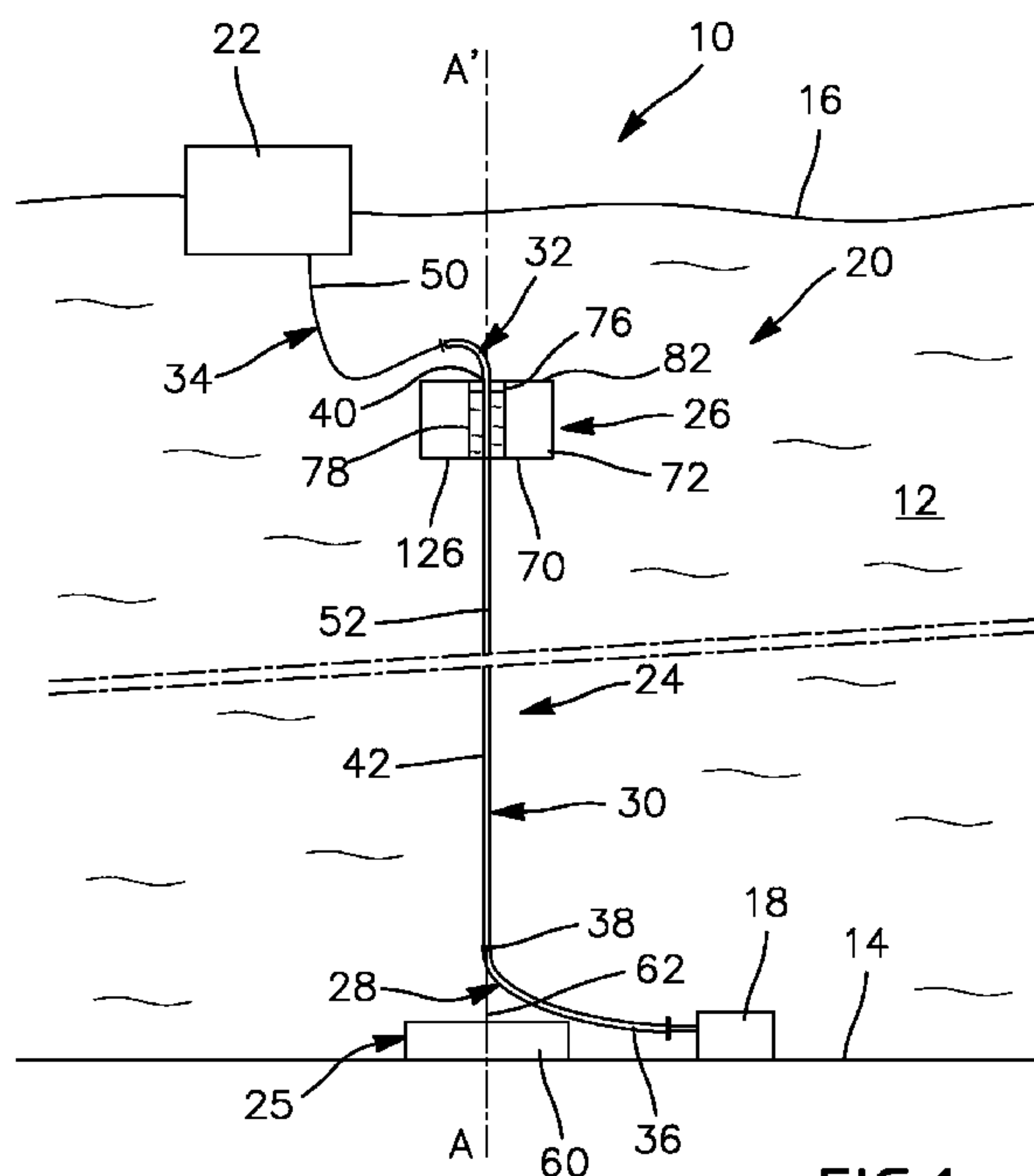


FIG.1

(57) Abstract : This method comprises connecting a downstream point (40) of a pipe (24) to a buoy (26) and completely submerging the buoy (26). It comprises deploying in the body of water (12) an intermediate section (30) of the pipe (24) from the downstream point (40) to at least as far as an upstream point (38), anchoring the upstream point (38), and tensioning the intermediate section (30) to keep it vertical. The connecting step includes activating a traction unit (96) to raise the downstream point (40) on the buoy (26). During the connecting step, the buoy (26) is carried in the body of water (12) virtually exclusively by its own buoyancy.

(57) Abrégé : Ce procédé comprend le raccordement d'un point aval (40) d'une conduite (24) sur une bouée (26) et l'immersion totale de la bouée (26). Il comprend le déploiement dans l'étendue d'eau (12) d'un tronçon intermédiaire (30) de la conduite (24) depuis le point aval (40) au moins jusqu'à un point amont (38), l'ancrage du point amont (38), et la mise sous tension du tronçon intermédiaire (30) pour le maintenir vertical. L'étape de raccordement comprend l'activation d'un engin de traction (96) pour remonter le point aval (40) sur la bouée (26). Lors de l'étape de raccordement, la bouée (26) est portée dans l'étendue d'eau (12) sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité.

WO 2010/052423 A3



MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues (règle 48.2.h))

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

**(88) Date de publication du rapport de recherche
internationale :**

3 mars 2011

Procédé de mise en place d'une tour d'exploitation d'un fluide dans une étendue d'eau avec un engin de traction.

La présente invention concerne un procédé de montage d'une tour d'exploitation de fluide dans une étendue d'eau, du type comprenant les étapes suivantes :

- amenée d'une bouée à la surface de l'étendue d'eau sensiblement en regard d'une région d'ancrage sur le fond de l'étendue d'eau, la bouée comprenant un caisson de flottabilité;
- raccordement d'un point aval d'une conduite de transport de fluide sur la bouée, l'étape de raccordement comprenant l'activation d'un engin de traction pour remonter le point aval sur la bouée ;
- immersion totale de la bouée sous la surface de l'étendue d'eau avant ou après l'étape de raccordement ;
- déploiement dans l'étendue d'eau d'un tronçon intermédiaire de la conduite de transport depuis le point aval au moins jusqu'à un point amont ;
- ancrage du point amont sur un élément d'ancrage fixé sur le fond de l'étendue d'eau dans la région d'ancrage ;
- mise sous tension du tronçon intermédiaire de la conduite de transport entre le point aval et le point amont sous l'effet de la flottabilité de la bouée pour maintenir le tronçon intermédiaire sensiblement vertical dans l'étendue d'eau.

De telles tours sont destinées à transporter un fluide produit dans le fond d'une étendue d'eau jusqu'à la surface, à travers l'étendue d'eau. Ce fluide est notamment constitué d'hydrocarbures liquides et/ou gazeux et d'eau recueillis dans des puits de production ménagés dans le fond de l'étendue d'eau.

Une telle tour comprend généralement une conduite inférieure de liaison à l'ensemble de production disposée sur le fond de l'étendue d'eau, une colonne montante sensiblement verticale, réalisée à base d'une conduite flexible ou d'un tube rigide, une bouée de maintien sous tension de la colonne montante dans sa position verticale, et un élément d'ancrage d'un point inférieur de la colonne montante.

La tour comprend en outre une conduite flexible supérieure de liaison raccordant la colonne montante à un ensemble de surface flottant.

2

Ainsi, les hydrocarbures produits par l'ensemble de fond sont transportés successivement à travers la conduite inférieure de liaison, la colonne montante et la conduite supérieure de liaison jusqu'à un ensemble de surface tel qu'un navire, une plateforme ou une barge, où ils peuvent être récupérés ou transportés.

Ce type de tour présente une structure relativement simple, puisque son maintien en position verticale est assuré exclusivement par l'élément d'ancrage dans le fond de l'étendue d'eau, et par la tension engendrée par la flottabilité de la bouée de maintien raccordée au point supérieur de la colonne montante.

Toutefois, de telles tours restent difficiles à installer, notamment en raison de la profondeur de l'étendue d'eau, ainsi que des mouvements à la surface de l'étendue d'eau dus à la houle et/ou au vent.

Ainsi, la bouée de sustentation, après avoir été transportée sur un navire jusqu'au site d'installation de la tour, doit être immergée à une profondeur suffisante pour ne pas subir les effets de la houle et du courant. A cet effet, la bouée est descendue progressivement dans l'étendue d'eau en la soulevant hors du navire à l'aide d'une grue de manutention, comme décrit par exemple dans FR 2 911 907.

Pour permettre un maintien vertical de la conduite dans l'étendue d'eau, la bouée doit être très volumineuse, compte tenu du poids de la colonne montante. Ainsi, la bouée peut présenter un diamètre supérieur à plusieurs mètres pour une hauteur de plusieurs dizaines de mètres.

La bouée présente généralement une forme cylindrique allongée suivant un axe vertical, notamment pour faciliter le raccordement de la colonne montante à la conduite supérieure de liaison, lorsque ce raccordement s'effectue sous la bouée.

Une telle méthode d'installation nécessite donc de pouvoir disposer d'un navire présentant une grue de levage de très grande capacité et de grande hauteur.

Un tel navire n'est pas toujours disponible. En outre, les bouées allongées verticalement sont très instables lors de leur immersion dans l'étendue d'eau.

Un but de l'invention est donc d'obtenir un procédé de mise en place d'une tour comprenant une bouée de sustentation, qui soit simple à mettre en œuvre, notamment avec des navires ne disposant pas de grues de levage de grande capacité.

3

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce que lors de l'étape de raccordement, la bouée est portée dans l'étendue d'eau sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité.

Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- l'engin de traction est porté par le caisson de flottabilité au moins lors de l'étape de raccordement ;

- le tronçon intermédiaire est flexible sur sensiblement toute sa longueur entre le point aval et le point amont, le tronçon intermédiaire étant déployé progressivement dans l'étendue d'eau entre le point aval fixé sur la bouée et une structure de pose flottant sur l'étendue d'eau lors de l'étape de déploiement ;

- l'étape de raccordement du point aval comprend l'immersion du point aval à partir de la structure flottante de pose dans l'étendue d'eau, et la traction du point aval vers la bouée par l'engin de traction, le tronçon intermédiaire occupant une configuration en chaîne entre la structure flottante de pose et la bouée lors de l'étape de déploiement ;

- la traction du point aval est réalisée après l'immersion totale de la bouée sous la surface de l'étendue d'eau ;

- la bouée délimite une lumière de passage de la conduite de transport débouchant vers le haut et vers le bas, l'étape de raccordement du point aval comprenant l'introduction de bas en haut du point aval à travers la lumière de passage ;

- la bouée présente une hauteur, prise suivant un axe vertical lorsque le tronçon intermédiaire est mis sous tension, inférieure à 1,5 fois sa dimension transversale maximale, prise transversalement par rapport à l'axe vertical, l'étape d'amenée comprenant le déplacement de la bouée entre une position éloignée située à l'écart de la région d'ancrage et une position de mise en place située en regard de la région d'ancrage, en maintenant la bouée partiellement immergée à la surface de l'étendue d'eau ;

- le déplacement de la bouée comprend le remorquage de la bouée partiellement immergée dans l'étendue d'eau entre sa position éloignée et sa position de mise en place par au moins une structure flottante de remorquage ;

4

- le procédé comprend le raccordement sur le tronçon intermédiaire d'un tronçon inférieur destiné à être relié à l'ensemble de fond et d'un tronçon flexible supérieur destiné à être relié à l'ensemble de surface ;

- le procédé comprend une étape de raccordement additionnel d'un point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur en aval du point aval de raccordement entre la conduite de transport et la bouée avec un point de liaison situé sur la bouée ; et

- l'étape de raccordement additionnelle comprend la mise en place d'un lien flexible entre le point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur et le point de liaison situé sur la bouée ; et

- la bouée présente une hauteur, prise suivant un axe vertical lorsque le tronçon intermédiaire est mis sous tension, supérieure ou égale à 1,5 fois sa dimension transversale maximale, prise transversalement par rapport à l'axe vertical.

L'invention a en outre pour objet un procédé de montage d'une tour d'exploitation de fluide dans une étendue d'eau, du type comprenant les étapes suivantes :

- amenée d'une bouée à la surface de l'étendue d'eau sensiblement en regard d'une région d'ancrage sur le fond de l'étendue d'eau, la bouée comprenant un caisson de flottabilité;

- raccordement d'un point aval d'une conduite de transport de fluide sur la bouée ;

- immersion totale de la bouée sous la surface de l'étendue d'eau avant ou après l'étape de raccordement ;

- déploiement dans l'étendue d'eau d'un tronçon intermédiaire de la conduite de transport depuis le point aval au moins jusqu'à un point amont ;

- ancrage du point amont sur un élément d'ancrage fixé sur le fond de l'étendue d'eau dans la région d'ancrage ;

- mise sous tension du tronçon intermédiaire de la conduite de transport entre le point aval et le point amont sous l'effet de la flottabilité de la bouée, pour maintenir le tronçon intermédiaire sensiblement vertical dans l'étendue d'eau ;

5

- raccordement sur le tronçon intermédiaire d'un tronçon inférieur destiné à être relié à l'ensemble de fond et d'un tronçon flexible supérieur destiné à être relié à l'ensemble de surface ;

- raccordement additionnel d'un point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur en aval du point aval de raccordement entre la bouée et la conduite de transport avec un point de liaison situé sur la bouée ou en amont de la bouée.

Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles du procédé défini plus haut, ainsi que l'une ou plusieurs des caractéristique(s) suivante(s), prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- l'étape de raccordement additionnel comprend la mise en place d'un lien flexible entre le point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur et le point de liaison situé sur la bouée ou en amont de la bouée ;

- le lien flexible est disposé en chainette entre le point de liaison et le point de liaison auxiliaire ;

- le lien flexible comprend une région amont fixée sur le point de liaison auxiliaire, une région aval fixée sur le point de liaison et un élément de lest raccordant la région aval à la région amont ;

- l'étape de raccordement additionnel comprend la fixation rigide du point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur sur le point de liaison situé sur la bouée.

L'invention a également pour objet une tour d'exploitation de fluide à travers une étendue d'eau, du type comprenant :

- une conduite de transport de fluide, immergée dans une étendue d'eau, la conduite de transport comprenant un tronçon inférieur de liaison destiné à être raccordé à un ensemble de fond produisant du fluide, un tronçon flexible supérieur de liaison destiné à être raccordé à un ensemble de surface et un tronçon intermédiaire placé entre le tronçon flexible supérieur et le tronçon inférieur ;

- un élément d'ancrage de la conduite de transport dans le fond de l'étendue d'eau, raccordé à un point amont du tronçon intermédiaire ;

- une bouée immergée totalement sous la surface de l'étendue d'eau, la bouée comportant un caisson de flottabilité,

6

la bouée étant raccordée à un point aval du tronçon intermédiaire pour maintenir le tronçon intermédiaire situé entre le point aval et le point amont dans une configuration sensiblement verticale sous tension,

caractérisée en ce qu'un point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur en aval du point aval de raccordement entre la bouée et la conduite de transport est raccordé avec un point de liaison situé sur la bouée ou en amont de la bouée.

La tour selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles définies plus haut, ainsi que l'une ou plusieurs des caractéristique(s) suivante(s), prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- la bouée présente une hauteur, prise suivant un axe vertical lorsque le tronçon intermédiaire est mis sous tension, supérieure ou égale à 1,5 fois sa dimension transversale maximale, prise transversalement par rapport à l'axe vertical ;

- la bouée présente une hauteur, prise suivant l'axe vertical, inférieure à 1,5 fois par rapport à sa dimension transversale maximale, prise transversalement à l'axe vertical ;

- le tronçon intermédiaire de la conduite de transport est flexible sur sensiblement toute sa longueur entre le point amont et le point aval ;

- un point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur en aval du point aval de raccordement entre la bouée et la conduite de transport est raccordé avec un point de liaison situé sur la bouée, avantageusement par un lien flexible ;

- elle comprend un lien flexible entre le point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur et le point de liaison situé sur la bouée ou en amont de la bouée ;

- le lien flexible est disposé en chaînette entre le point de liaison et le point de liaison auxiliaire ;

- le lien flexible comprend une région amont fixée sur le point de liaison auxiliaire, une région aval fixée sur le point de liaison et un élément de lest raccordant la région aval à la région amont ;

7

- le point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur est fixé rigidement sur le point de liaison situé sur la bouée ;
- la bouée comprend un bras de fixation faisant saillie latéralement à partir du caisson de flottabilité, le point de liaison étant situé sur le bras de fixation ;
- la bouée comprend au moins un organe de stabilisation propre à faire saillie vers le bas à partir d'une surface inférieure du caisson de flottabilité ;
- l'organe de stabilisation est mobile par rapport au caisson de flottabilité entre une configuration supérieure rétractée dans le caisson de flottabilité et une configuration inférieure déployée vers le bas à partir du caisson de flottabilité.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique, prise en coupe partielle suivant un plan vertical médian d'une première tour d'exploitation de fluide selon l'invention ;
- la Figure 2 est une vue schématique en perspective d'un exemple de bouée destinée à la tour de la Figure 1 ;
- la Figure 3 est une vue analogue à la Figure 1 lors d'une première étape de mise en place de la tour de la Figure 1 par le procédé selon l'invention ;
- la Figure 4 est une vue analogue à la Figure 3 lors d'une deuxième étape du procédé selon l'invention ;
- la Figure 5 est une vue analogue à la Figure 3 lors d'une troisième étape du procédé selon l'invention ;
- la Figure 6 est une vue analogue à la Figure 3 lors d'une quatrième étape du procédé selon l'invention ;
- la Figure 7 est une vue partielle en coupe suivant un plan vertical médian d'une deuxième tour d'exploitation de fluide selon l'invention ;
- la Figure 8 est une vue schématique agrandie d'un détail d'une troisième tour d'exploitation de fluide selon l'invention ;
- la Figure 9 est une vue analogue à la Figure 8 d'une quatrième tour d'exploitation de fluide selon l'invention ;
- la Figure 10 est une vue analogue à la Figure 8 d'une cinquième tour d'exploitation selon l'invention ;

- la Figure 11 est une vue partielle de dessus d'une variante de bouée pour une tour d'exploitation selon l'invention ;

- la Figure 12 est une vue schématique en perspective d'une autre variante de bouée pour une tour selon l'invention, la bouée étant installée sur la tour et comprenant un organe de stabilisation dans une configuration déployée ;

- la Figure 13 est une vue analogue à la Figure 12, avant l'installation de la tour, l'organe de stabilisation occupant une configuration rétractée.

Dans tout ce qui suit, les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens normal de circulation du fluide dans une conduite.

Une première installation 10 d'exploitation de fluide dans une étendue d'eau 12, installée par un procédé de mise en place selon l'invention, est représentée schématiquement sur la Figure 1.

Cette installation est destinée à convoier un fluide recueilli dans le fond 14 de l'étendue d'eau 12 vers la surface 16 de l'étendue d'eau.

Le fluide recueilli est par exemple un hydrocarbure gazeux ou liquide issu d'un puits (non représenté) ménagé dans le fond 14 de l'étendue d'eau.

L'étendue d'eau 12 est un lac, une mer ou un océan. La profondeur de l'étendue d'eau 12, prise entre la surface 16 et le fond 14 en regard de l'installation 10 est supérieure à 30 m et est par exemple comprise entre 30 m et 3500 m.

L'installation 10 comprend un ensemble 18 de production de fluide, situé sur le fond de l'étendue d'eau, désigné dans ce qui suit par le terme « ensemble de fond », une première tour 20 selon l'invention, et un ensemble 22 de surface, destiné à récupérer et à stocker le fluide recueilli dans l'ensemble de production 18 convoyé à travers la tour 20.

L'ensemble de fond 18 comprend par exemple au moins une tête de puits et/ou une ligne de production (non représentée) située sur le fond 14 de l'étendue d'eau.

L'ensemble de surface 22 est dans cet exemple un ensemble flottant. Il est par exemple formé par un navire, une barge, une plateforme flottante, ou une unité flottante de récupération, de stockage et de traitement des hydrocarbures, désignée par l'acronyme anglais « FPSO ». L'ensemble de surface est en variante

une unité flottante de stockage et de regazéification désignée par l'acronyme anglais « FSRU ».

L'ensemble de surface 22 flotte sur l'étendue d'eau au voisinage de l'ensemble de fond 18.

La tour 20 selon l'invention comprend une conduite 24 de transport de fluide raccordant l'ensemble de fond 18 à l'ensemble de surface 22, un élément d'ancrage 25 de la conduite 24, fixé dans une région d'ancrage sur le fond 14, et une bouée 26 de maintien sous tension d'au moins un tronçon intermédiaire de la conduite de transport 24 dans une configuration sensiblement verticale dans l'étendue d'eau 12.

La conduite de transport 24 comprend, de bas en haut sur la Figure 1, un tronçon inférieur 28 de raccordement à l'ensemble de fond 18, un tronçon intermédiaire formé par une colonne montante 30 sensiblement verticale, un raccord 32 et un tronçon supérieur 34 de raccordement à l'ensemble de surface 22.

Dans cet exemple, la conduite de transport 24 est flexible sur sensiblement toute sa longueur, prise entre l'ensemble de fond 18 et l'ensemble de surface 22.

Le tronçon inférieur 28 est formé par exemple par un flexible inférieur 36 de liaison s'étendant de manière coudée ou inclinée par rapport au fond 14 de l'étendue d'eau 12. Le flexible inférieur 36 est raccordé en amont à l'ensemble de fond 18, et est raccordé en aval à la colonne montante 30.

La colonne montante 30 s'étend sensiblement verticalement le long d'un axe vertical A-A' dans l'étendue d'eau 12, entre un point amont inférieur 38, raccordé à l'élément d'ancrage 25 et un point aval supérieur 40, raccordé à la bouée 26.

Dans cet exemple, la colonne montante 30 est formée par une conduite flexible 42 sur sensiblement toute sa longueur.

On entend par « flexible » ou « conduite flexible » au sens de la présente invention, une conduite telle que décrite dans les documents normatifs publiés par l'American Petroleum Institute (API), API 17J et API RP17B, bien connus de l'homme du métier. Cette définition englobe indifféremment les conduites flexibles de type non liées (« unbounded » en anglais), ou liées (« bounded » en anglais).

Plus généralement et en variante, la conduite flexible 42 peut être un faisceau composite de type « bundle » comprenant au moins un tube de transport de fluide et un ensemble de câbles électriques ou optiques propres à transporter une puissance électrique ou hydraulique, ou une information entre le fond 14 et la surface 16 de l'étendue d'eau

Un exemple de conduite flexible est décrit dans la demande française FR 2 911 907.

Une telle conduite flexible a un rayon minimal de courbure en flexion sans endommagement (« MBR » ou « minimal bending radius » en anglais) relativement petit par exemple de quelques mètres qui la rend particulièrement propre à être enroulée et déroulée de manière réversible sans déformation plastique significative sur un tambour ou un panier, le tambour ou le panier étant portés par un navire de pose, comme on le verra plus bas.

La longueur de la colonne montante 30, prise entre le point supérieur 40 et le point inférieur 38 est supérieure à 20 m et est par exemple comprise entre 500 m et 3500 m.

Le raccord 32, typiquement un col de cygne (ou « gooseneck » en anglais) est dans cet exemple fixé sur la bouée 26. Il est raccordé en amont au point aval 40 de la colonne montante 30. Il est raccordé en aval au tronçon supérieur 34 de liaison.

Dans cet exemple, le raccord 32 est formé par un tube rigide en forme de bec de cygne.

En variante, le raccord 32 est formé par une conduite flexible telle que décrite plus haut, munie par exemple de limiteurs de courbure ou d'éléments de flottabilité.

Le tronçon supérieur 34 est formé par un flexible supérieur 50 s'étendant entre le raccord 32 et l'ensemble de surface 22.

Le flexible supérieur 50 présente une configuration en caténaire, sensiblement en forme de J.

Le flexible supérieur 50 est déformable pour absorber les mouvements de l'ensemble de surface 22 dus aux perturbations de l'étendue d'eau comme la houle, le courant ou le vent. Le tronçon 34 empêche ainsi substantiellement la transmission de ces mouvements depuis l'ensemble de surface 22 vers la colonne

montante 30 dont le point aval 40 reste sensiblement immobile dans l'étendue d'eau.

Le tronçon inférieur 28, la colonne montante 30, le raccord intermédiaire 32, et le tronçon supérieur 34 définissent intérieurement un passage continu 52 de circulation de fluide s'étendant entre l'ensemble de fond 18 et l'ensemble de surface 22 pour permettre le transport du fluide entre ces ensembles 18, 22.

Dans cet exemple, l'élément d'ancrage 25 comprend un organe d'ancrage 60 fixé dans la région d'ancrage sur le fond 14 de l'étendue d'eau et une ligne flexible 62 raccordant l'organe d'ancrage 60 au point amont 38 de la colonne montante.

L'organe d'ancrage 60 est par exemple formé par une pile logée dans le fond 14 de l'étendue d'eau ou par une ancre à succion.

La ligne flexible 62 s'étend verticalement le long de l'axe A-A' entre l'élément d'ancrage 60 et le point amont 38.

Selon l'invention, la bouée 26 est de forme sensiblement plate lorsque la tour 20 est montée dans l'étendue d'eau 12.

La bouée 26 présente ainsi une hauteur, prise le long de l'axe A-A', inférieure à sa dimension transversale maximale, prise perpendiculairement à l'axe A-A'.

Comme illustré par la Figure 2, la bouée 26 est avantageusement de forme cylindrique d'axe A-A'. La hauteur H de la bouée est avantageusement inférieure à 1.5 fois, notamment inférieure ou égale à 1 fois la dimension transversale maximale de la bouée, qui est dans cet exemple le diamètre D du cylindre.

En variante, la hauteur H de la bouée est supérieure ou égale à 1,5 fois la dimension transversale maximale de la bouée.

La bouée 26 comprend un caisson de flottabilité 70 délimitant intérieurement au moins un compartiment étanche 72 propre à être rempli sélectivement de gaz ou de liquide, et des moyens 74 de remplissage sélectifs de liquide et de gaz dans le compartiment 72.

La bouée 26 comprend en outre des moyens 76 de raccordement au point aval 40 de la colonne montante 30, visibles sur la Figure 1.

Dans l'exemple représenté sur les Figures 1 et 2, le caisson de flottabilité 70 délimite une lumière traversante 78 d'axe A-A' pour le passage de la colonne

montante 30. La lumière 78 débouche vers le haut et le bas de part et d'autre du caisson 70.

Le ou chaque compartiment 72 s'étend autour de la lumière 76 dans le caisson 70.

Les moyens de remplissage 74 sont propres à introduire sélectivement du gaz ou du liquide dans le ou chaque compartiment 72 pour augmenter ou diminuer sélectivement la flottabilité de la bouée 26.

Dans l'exemple représenté sur la Figure 1, les moyens de raccordement 76 comprennent au moins un collier de fixation 80, fixé sur le point aval 40 de la colonne 30.

La colonne montante 30 est introduite dans la lumière 78 jusqu'à son point aval 40. Le point aval 40 est solidarisé à la bouée 26 par l'intermédiaire du collier 80.

Le raccord 32 fait saillie à partir d'une surface supérieure 82 de la bouée 26.

Un premier procédé de mise en place de l'installation 10 selon l'invention va maintenant être décrit, en regard des Figures 3 à 6.

Ce procédé est mis en œuvre à l'aide d'un navire 90 de pose de la conduite de transport 24 et à l'aide d'au moins un navire 92A, 92B de remorquage de la bouée 26 distinct du navire de pose 90. Dans l'exemple représenté sur la Figure 3, le procédé est mis en œuvre à l'aide de deux navires 92A, 92B de remorquage.

Initialement, les éléments de conduite 36, 42, 50 destinés à former la conduite de transport 24 sont amenés au voisinage de l'ensemble de fond 18 à l'aide du navire de pose 90.

A cet effet, le flexible inférieur 36, le flexible supérieur 50, et la conduite flexible 42 sont transportés par le navire de pose 90 en étant par exemple enroulés sur un tambour de pose ou dans un panier.

L'élément d'ancrage 25 est installé dans le fond de l'étendue d'eau au voisinage de l'ensemble de fond 18. A cet effet, l'organe d'ancrage 60 est fixé dans le fond 14 de l'étendue d'eau.

Selon l'invention, la bouée 26 est remorquée en étant partiellement immergée, avec sa surface supérieure 82 située hors de l'étendue d'eau 12, entre une position éloignée de la région d'ancrage de l'élément 25 et une position de

mise en place située sensiblement en regard et au-dessus de la région d'ancrage de l'élément 25.

Lors de ce transport, la bouée 26 s'étend sensiblement horizontalement avec son axe A-A' vertical.

La bouée 26 présentant une forme sensiblement plate, elle est très peu sensible aux mouvements de la surface 16 de l'étendue d'eau 12, et notamment à la houle, au courant ou au vent, de sorte qu'elle peut être transportée de manière sûre en étant seulement partiellement immergée dans l'étendue d'eau 12, à l'aide des navires de remorquage 92A, 92B. Elle est également une station de travail grâce à sa large surface supérieure plate 82.

La distance de remorquage de la bouée 26, qui sépare horizontalement la position éloignée de la position de mise en place est supérieure à plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs centaines de kilomètres.

Dans une variante, la bouée 26 est embarquée sur une barge partiellement submersible, puis est immergée dans l'eau par immersion de la barge, avant d'être remorquée.

Puis, lorsque la bouée 26 occupe sa position de mise en place représentée sur la Figure 3, elle est maintenue en position horizontale par les navires de remorquage 92A, 92B à l'aide de lignes d'amarre déployables 94.

Un engin de traction 96 est alors monté sur la bouée 26, par exemple sur sa surface supérieure 82. Cet engin de traction 96 est formé notamment par un treuil 96 comportant une ligne déployable 98 de traction.

La ligne 98 est déroulée pour être introduite de haut en bas à travers la lumière centrale 78 de la bouée 26. La ligne 98 est ensuite amenée jusqu'au navire de pose 90 pour être raccordée sur la conduite flexible 42 au niveau du point aval 40.

Le treuil 96 est alors activé pour rapprocher le point aval 40 de la bouée 26, en rétractant une longueur croissante de la ligne 98 sur le treuil 96. Simultanément, une longueur croissante de la conduite flexible 42 est déroulée hors du navire de pose 90. La conduite flexible 42 adopte une forme sensiblement de caténaire en U entre le navire de pose 90 et la bouée 26.

La distance séparant le navire de pose 90 de la bouée 26 étant relativement élevée, par exemple supérieure à 50 m, le rayon de courbure de la

14

conduite flexible 42 dans cette configuration est élevé pour empêcher tout endommagement de la conduite flexible 42.

En outre, le poids de la conduite flexible 42 étant réparti entre le navire de pose 90 et la bouée 26, il n'est pas nécessaire de munir la bouée 26, ni le navire de pose 90 d'un treuil 96 de grande capacité.

La traction de la ligne 98 se poursuit jusqu'à ce que le raccord 32 et le point aval 40 entrent dans la lumière 78 par le bas, puis remontent le long de la lumière 78 avant d'être extraits hors de la lumière 78 par le haut.

Dans cette configuration, le raccord 32 fait saillie vers le haut à partir de la surface supérieure 82. Le point aval 40 est situé sensiblement au niveau de la surface supérieure 82.

Le collier de fixation 80 est alors mis en place pour immobiliser le point aval 40 par rapport à la bouée 26.

La ligne de traction 98 est alors déconnectée du point aval 40 et le treuil 96 est démonté à l'écart de la bouée 26.

Puis, les lignes d'amarre 94 sont relâchées et les moyens de remplissage 74 sont activés pour introduire du liquide dans les compartiments 72 afin de diminuer la flottabilité de la bouée 26.

La bouée 26 est alors descendue et immergée totalement dans l'étendue d'eau 12, jusqu'à une profondeur supérieure à plusieurs dizaines de mètres, dans une région de l'étendue d'eau 12 qui n'est pas affectée par la houle ou les vagues, comme représenté sur la Figure 5.

La bouée 26 conserve son orientation horizontale lors de sa descente, avec son axe A-A' sensiblement vertical suivant sa hauteur.

Une longueur correspondante de la conduite flexible 42 est déroulée hors du navire de pose 90.

Le poids croissant de la conduite flexible 42 déployée favorise la descente de la bouée 26 dans l'étendue d'eau 12.

Ensuite, le déploiement de la conduite flexible 42 se poursuit jusqu'à ce que le point amont 38 soit situé au voisinage de la surface 16 de l'étendue d'eau.

La conduite flexible 42 est alors totalement immergée et le point amont 38 est descendu sous le point aval 40 jusqu'au voisinage du fond 14 en regard de l'élément d'ancrage 25.

Le point amont 38 de la conduite flexible 42 est alors fixé sur l'élément d'ancrage 60 par l'intermédiaire de la ligne d'ancrage 62.

Un flexible inférieur 36 est descendu par une ligne de largage 100 déployée à partir du navire de pose 90, comme illustré par la Figure 6.

Le flexible inférieur 36 est alors raccordé sur la colonne montante 30 et sur l'ensemble de fond 18 pour former le tronçon inférieur de la conduite de transport 24.

Ensuite, la flottabilité de la bouée 26 est éventuellement modifiée pour appliquer entre le point aval 40 et le point amont 38, par l'intermédiaire de la bouée 26, une force de traction dirigée vers le haut, cette force étant compensée par la force de retenue assurée par la ligne d'ancrage 62.

La conduite flexible 42 forme ainsi, entre le point amont 38 et le point aval 40, une colonne montante 30 s'étendant verticalement le long de l'axe A-A', maintenue en position verticale et sous tension le long de l'axe A-A' entre la bouée 26 et l'élément d'ancrage 25.

Ensuite, le flexible supérieur 50 est descendu dans l'étendue d'eau 12 pour être raccordé au raccord 32 et à l'ensemble de surface 22, formant ainsi le tronçon supérieur 34 de la conduite 24.

Le passage continu 52 de circulation d'hydrocarbures entre l'ensemble de fond 18 et l'ensemble de surface 22 est alors établi à travers successivement le tronçon inférieur 28, la conduite montante 30, le raccord 32 et le tronçon supérieur 34. Le fluide recueilli par l'ensemble de fond 18 est alors transporté jusqu'à l'ensemble de surface 22 à travers le passage 52.

Dans une variante du procédé d'installation décrit précédemment, la bouée 26 est immergée sous l'étendue d'eau, avant que le point aval 40 de la colonne montante 30 ne soit fixé sur la bouée.

La bouée 26 est alors munie d'un treuil 96 propre à être opéré en étant immergé sous l'étendue d'eau 12.

Une deuxième installation 120 selon l'invention est représentée sur la Figure 7. A la différence de la tour 20 de la première installation 10, la tour 20 de la deuxième installation 120 comprend une bouée 26 disposée au-dessus du point aval 40 et au-dessus du raccord 32.

Les moyens de raccordement 76 comprennent un anneau 122 solidaire de la conduite flexible 42 au niveau du point aval 40 et une chaîne 124 flexible raccordant l'anneau 122 à une surface inférieure 126 de la bouée 26.

Grâce à l'invention qui vient d'être décrite, il est possible de remorquer la bouée 26 de la tour 20 jusqu'à sa position de mise en place à la faisant flotter sur l'étendue d'eau 12. Il n'est donc pas nécessaire de la convoyer sur un navire de pose équipé d'une grue de grande capacité et de la descendre dans l'étendue d'eau à l'aide de la grue de grande capacité.

En outre, le procédé de mise en place de la tour 20 est facilité notamment par la mise en place d'un treuil de faible capacité sur la bouée 26 pour tracter le point aval 40 de la conduite de transport 30 et déployer cette conduite en chaînette entre le navire de pose 90 et la bouée 26.

La bouée 26 est par ailleurs stable lors de son immersion dans l'étendue d'eau 12. Elle conserve sensiblement son orientation lors de sa descente, ce qui facilite son maniement.

Dans une variante (non représentée), le tronçon inférieur 28 de la conduite 24 est formé par un élément tubulaire rigide qui ne peut pas être enroulé sur un tambour ou dans un panier sans déformation plastique substantielle.

Dans ce cas, le tronçon intermédiaire 30 est flexible sur sensiblement toute sa longueur.

Dans une autre variante, le point amont 38 de la conduite flexible 42 est fixé directement sur l'élément d'ancrage 60 immobilisé dans le fond de l'étendue d'eau 12, sans utiliser de ligne d'ancrage 62 flexible.

Selon l'invention, et comme illustré par les Figures 3 et 4, lors de l'étape de raccordement, la bouée 26 est portée dans l'étendue d'eau 12 sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité, soit à la surface 16 de l'étendue d'eau 12 en étant partiellement immergée, soit sous la surface 16, à l'écart du fond 14, en étant totalement immergée.

Ceci signifie que lors de cette étape, par exemple au moins 90% de la force verticale dirigée vers le haut s'opposant au poids de la bouée 26 est engendrée par la propre flottabilité de la bouée 26, résultant de la force de poussée dite « poussée d'Archimède ».

Lors de cette étape, la bouée 26 n'est donc pas suspendue en étant retenue vers le haut par une ligne de traction fixée sur sa surface supérieure et disposée au dessus de sa surface supérieure, comme par exemple une ligne d'une grue portée par un navire.

Une troisième installation d'exploitation 130 selon l'invention est représentée sur la Figure 8.

A la différence de la première installation 10, le tronçon supérieur 34 est raccordé sur le tronçon intermédiaire 30 au niveau de la bouée 26, par exemple sur la surface supérieure du caisson de flottabilité 70. La tour 20 est dépourvue de raccord rigide 32 en bec de cygne.

Le tronçon supérieur 34 comprend, d'amont en aval, une première section sensiblement verticale 132 raccordée sur la bouée, une deuxième section 134 courbée en forme de U de concavité dirigée vers le bas, une troisième section 136 courbée en forme de U de concavité dirigée vers le haut 136 et une quatrième section 138 sensiblement verticale raccordée sur l'ensemble de surface 22.

La première section 132 et la deuxième section 134 sont munies de flotteurs 140 répartis sur leur longueur pour assurer le maintien du tronçon supérieur flexible 34 dans une configuration en vague, désignée par le terme anglais « steep-wave ».

La tour 20 comprend en outre un moyen 142 de limitation des mouvements de torsion de la colonne montante 30. Dans cet exemple, le moyen 142 est formé par un lien flexible continu 144 raccordant un premier point de liaison 146 situé sur la bouée 26 à un point de liaison auxiliaire 148 situé sur le tronçon flexible supérieur 34 à l'écart du point de raccordement entre le tronçon intermédiaire 30 et le tronçon supérieur 34, et à l'écart du point aval 40 de fixation sur la bouée 26.

Dans l'exemple représenté sur la Figure 8, le lien 144 est sensiblement continu sur toute sa longueur. Il est pendu en chaîne entre les points 146, 148.

Le point de liaison 146 est situé sur une surface latérale du caisson de flottabilité 70 située du même côté que la troisième section 136 du tronçon supérieur flexible 34.

Le point de liaison auxiliaire 148 est situé sur une partie montante de la troisième section 136 en forme de U, à l'écart du point le plus bas.

La bouée 26 comprend en outre un élément de ballast 149 situé à l'opposé du point de liaison 146 par rapport à un axe vertical du caisson 70, pour compenser le poids du lien flexible 144.

Au moins une partie de la conduite de transport 24 de longueur non nulle s'étend entre le point aval 40 situé sur la bouée et le point de liaison auxiliaire 148 situé au-dessus et à l'écart de la bouée 26.

Lors du procédé de fabrication, le lien flexible 144 est monté entre le point de liaison 146 et le point de liaison auxiliaire 148 une fois le tronçon flexible 34 raccordé sur la colonne montante 30.

Le lien flexible 144 engendre alors une force de frottement dans l'eau sensiblement perpendiculaire à l'axe vertical A-A' de la colonne montante 30 empêchant ou limitant la torsion de cette colonne 30.

Une quatrième installation 150 selon l'invention est représentée sur la Figure 9. A la différence de la troisième installation 130, le lien flexible 144 formant les moyens 142 de limitation de la torsion comporte une région flexible amont 152 fixée sur le point de liaison 146, une région flexible aval 154 fixée sur le point de liaison auxiliaire 148 et un élément de lest 156 raccordant à leurs points inférieurs la région flexible amont 152 et la région flexible aval 154.

Ainsi, le lien flexible 144 présente sensiblement une forme de V.

Le montage et le fonctionnement de la quatrième installation 150 est par ailleurs identique à celui de la troisième installation 130.

Une cinquième installation 160 selon l'invention est représentée sur la Figure 10.

A la différence de la troisième installation 130 représentée sur la Figure 8, la conduite de transport 24 comprend un raccord 32 en forme de bec de cygne interposé au-dessus de la bouée 26.

Le point auxiliaire de liaison 148 est situé à l'extrémité amont du tronçon supérieur flexible 34, ou légèrement en aval de cette extrémité. Il est fixé rigidement sur un point de liaison 146 défini sur la périphérie du caisson de flottabilité 70.

Dans cette configuration, le tronçon flexible supérieur 34 présente une forme en caténaire avec une section inférieure 162 sensiblement en forme de U

de concavité dirigée vers le haut et une section supérieure 164 sensiblement verticale raccordée à l'ensemble de surface 22.

Dans ce cas, les moyens de limitation 142 sont formés par la liaison rigide entre le point de liaison auxiliaire 148 et le point de liaison 146.

Dans la variante représentée sur la Figure 11, la bouée 26 présente deux bras de liaison latéraux 170A, 170B qui font saillie latéralement à l'écart du caisson de flottabilité. Chaque bras 170A, 170B présente une extrémité libre 172 reliée à l'autre bras pour définir ainsi un support de forme générale triangulaire.

Le point de fixation 146 est situé au niveau des extrémités libres 172, à l'écart radialement de la périphérie du caisson de flottabilité 70.

Dans une autre variante, représentée sur les Figures 12 et 13, la bouée 26 comprend un organe 180 de stabilisation monté mobile dans la lumière centrale 78 du caisson de flottabilité 70.

L'organe de stabilisation 180 est formé par un tube creux rigide 182 vertical muni à ses extrémités de collerettes de butée 184, 186. Il définit intérieurement un canal 188 de passage de la conduite de transport 24.

L'organe de stabilisation 180 est monté mobile dans le caisson de flottabilité 70 le long d'un axe vertical A-A' entre une configuration supérieure rétractée, représentée sur la Figure 13, et une configuration inférieure déployée représentée sur la Figure 12.

Dans la configuration supérieure rétractée, utilisée lors du transport du caisson 70 sur le navire, le tube rigide 182 fait saillie vers le haut à partir d'une surface supérieure 190 du caisson de flottabilité 70. La longueur du tube rigide 182 faisant saillie vers le bas à partir d'une surface inférieure 192 du caisson de flottabilité 70 est minimale, voire nulle. Le tirant d'eau de la bouée 26 est ainsi sensiblement égal à celui du caisson de flottabilité 70.

Dans la configuration déployée représentée sur la Figure 12, le tube 182 a été déplacé vers le bas. Sa longueur en saillie à partir de la surface inférieure 192 est maximale. Le tirant d'eau de la bouée 26 est alors largement supérieur à celui du caisson de flottabilité 70, ce qui augmente la stabilité de la bouée 26 lorsqu'elle est partiellement immergée dans l'étendue d'eau.

La collerette d'extrémité 184 est disposée en appui sur la surface supérieure 190 pour retenir le tube 182.

20

Dans cette configuration, la conduite de transport 24 est disposée à travers le canal 188 comme représenté sur la Figure 12.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de montage d'une tour d'exploitation de fluide dans une étendue d'eau, du type comprenant les étapes suivantes :

- amenée d'une bouée à la surface de l'étendue d'eau sensiblement en regard d'une région d'ancrage sur le fond de l'étendue d'eau, la bouée comprenant un caisson de flottabilité;

- raccordement d'un point aval d'une conduite de transport de fluide sur la bouée, l'étape de raccordement comprenant l'activation d'un engin de traction pour remonter le point aval sur la bouée;

- immersion totale de la bouée sous la surface de l'étendue d'eau avant ou après l'étape de raccordement ;

- déploiement dans l'étendue d'eau d'un tronçon intermédiaire de la conduite de transport depuis le point aval au moins jusqu'à un point amont;

- ancrage du point amont sur un élément d'ancrage fixé sur le fond de l'étendue d'eau dans la région d'ancrage ;

- mise sous tension du tronçon intermédiaire de la conduite de transport entre le point aval et le point amont sous l'effet de la flottabilité de la bouée, pour maintenir le tronçon intermédiaire sensiblement vertical dans l'étendue d'eau, le tronçon intermédiaire s'étendant le long d'un axe vertical entre le point amont et le point aval;

caractérisé en ce que, lors de l'étape de raccordement, la bouée est portée dans l'étendue d'eau sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité,

en ce que la bouée présente une hauteur, prise suivant un axe vertical (A-A') lorsque le tronçon intermédiaire est mis sous tension, inférieure à 1,5 fois sa dimension transversale maximale, prise transversalement par rapport à l'axe vertical (A-A'), l'étape d'amenée comprenant le déplacement de la bouée entre une position éloignée située à l'écart de la région d'ancrage et une position de mise en place située en regard de la région d'ancrage, en maintenant la bouée partiellement immergée à la surface de l'étendue d'eau,

et en ce que, durant le raccordement, la bouée est portée dans l'étendue d'eau sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité, sans être raccordée au fond de l'étendue d'eau avec une ligne d'ancrage.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'engin de traction est porté par le caisson de flottabilité au moins lors de l'étape de raccordement.

3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le tronçon intermédiaire est flexible sur sensiblement toute sa longueur entre le point aval et le point amont, le tronçon intermédiaire étant déployé progressivement dans l'étendue d'eau entre le point aval fixé sur la bouée et une structure de pose flottant sur l'étendue d'eau lors de l'étape de déploiement.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de raccordement du point aval comprend l'immersion du point aval à partir de la structure flottante de pose dans l'étendue d'eau, et la traction du point aval vers la bouée par l'engin de traction, le tronçon intermédiaire occupant une configuration en chaîne entre la structure flottante de pose et la bouée lors de l'étape de déploiement.

5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la traction du point aval est réalisée après l'immersion totale de la bouée sous la surface de l'étendue d'eau.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la bouée délimite une lumière de passage de la conduite de transport débouchant vers le haut et vers le bas, l'étape de raccordement du point aval comprenant l'introduction de bas en haut du point aval à travers la lumière de passage.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le déplacement de la bouée comprend le remorquage de la bouée partiellement immergée dans l'étendue d'eau entre sa position éloignée et sa position de mise en place par au moins une structure flottante de remorquage.

8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le procédé comprend le raccordement sur le tronçon intermédiaire d'un tronçon inférieur destiné à être relié à l'ensemble de fond et d'un tronçon flexible supérieur destiné à être relié à l'ensemble de surface.

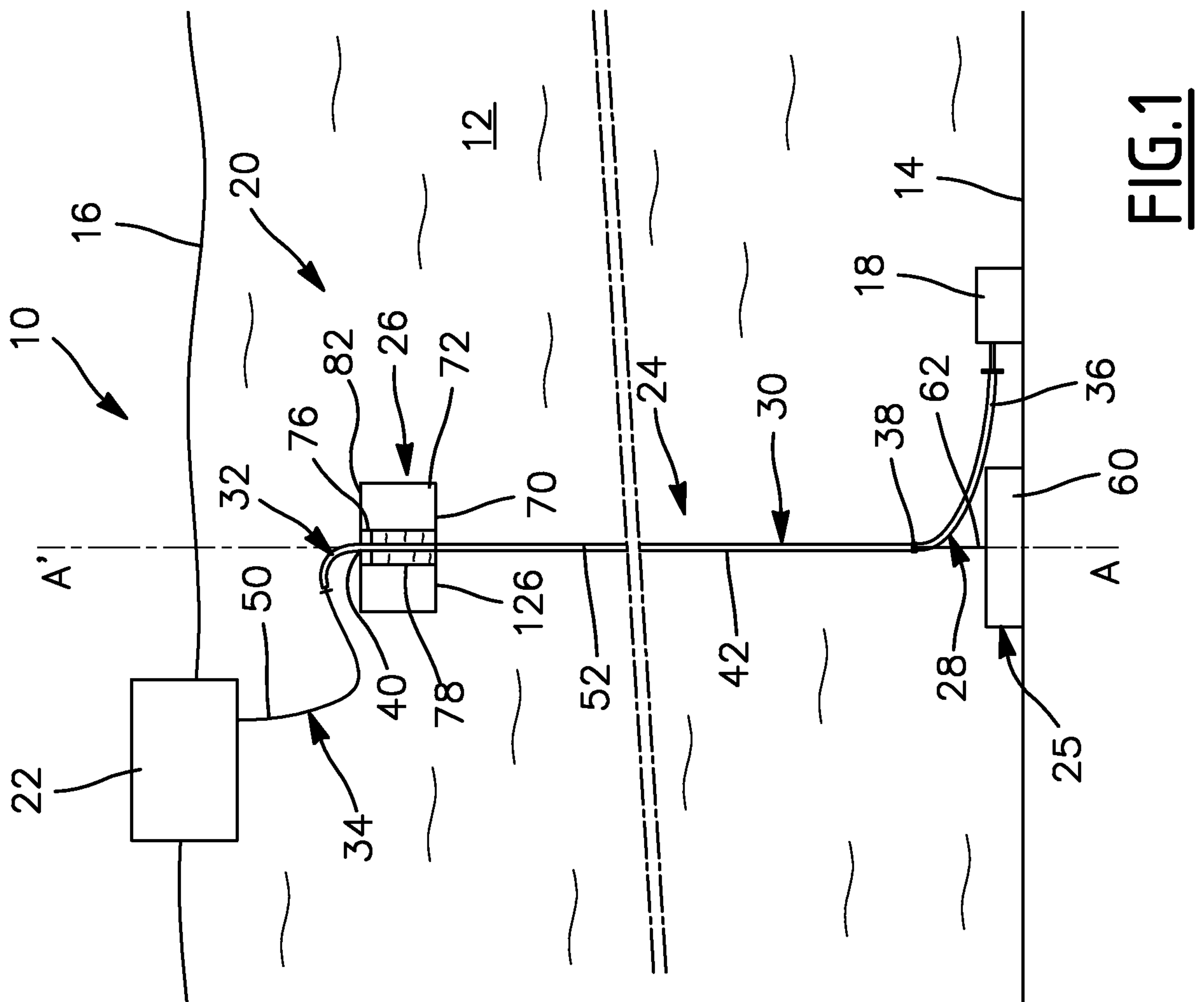
9.- Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de raccordement additionnel d'un point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur

en aval du point aval de raccordement entre la conduite de transport et la bouée avec un point de liaison situé sur la bouée.

10.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape de raccordement additionnelle comprend la mise en place d'un lien flexible entre le point de liaison auxiliaire situé sur le tronçon flexible supérieur et le point de liaison situé sur la bouée.

11.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel la bouée est configurée et opérable pour ajuster la flottabilité de la bouée, et

la méthode comprend l'ajustement de la flottabilité de la bouée de telle sorte que lorsque la bouée est partiellement ou totalement immergée dans l'étendue d'eau, l'ajustement engendre une force verticale de flottabilité sur la bouée et la force est dirigée vers le haut dans l'étendue d'eau, la force de flottabilité verticale ajustée est sélectionnée de sorte qu'au moins 90% de la force verticale de flottabilité est dirigée vers le haut et s'oppose au poids de la bouée, dans lequel la bouée est portée dans l'étendue d'eau sensiblement exclusivement par sa propre flottabilité.



2/10

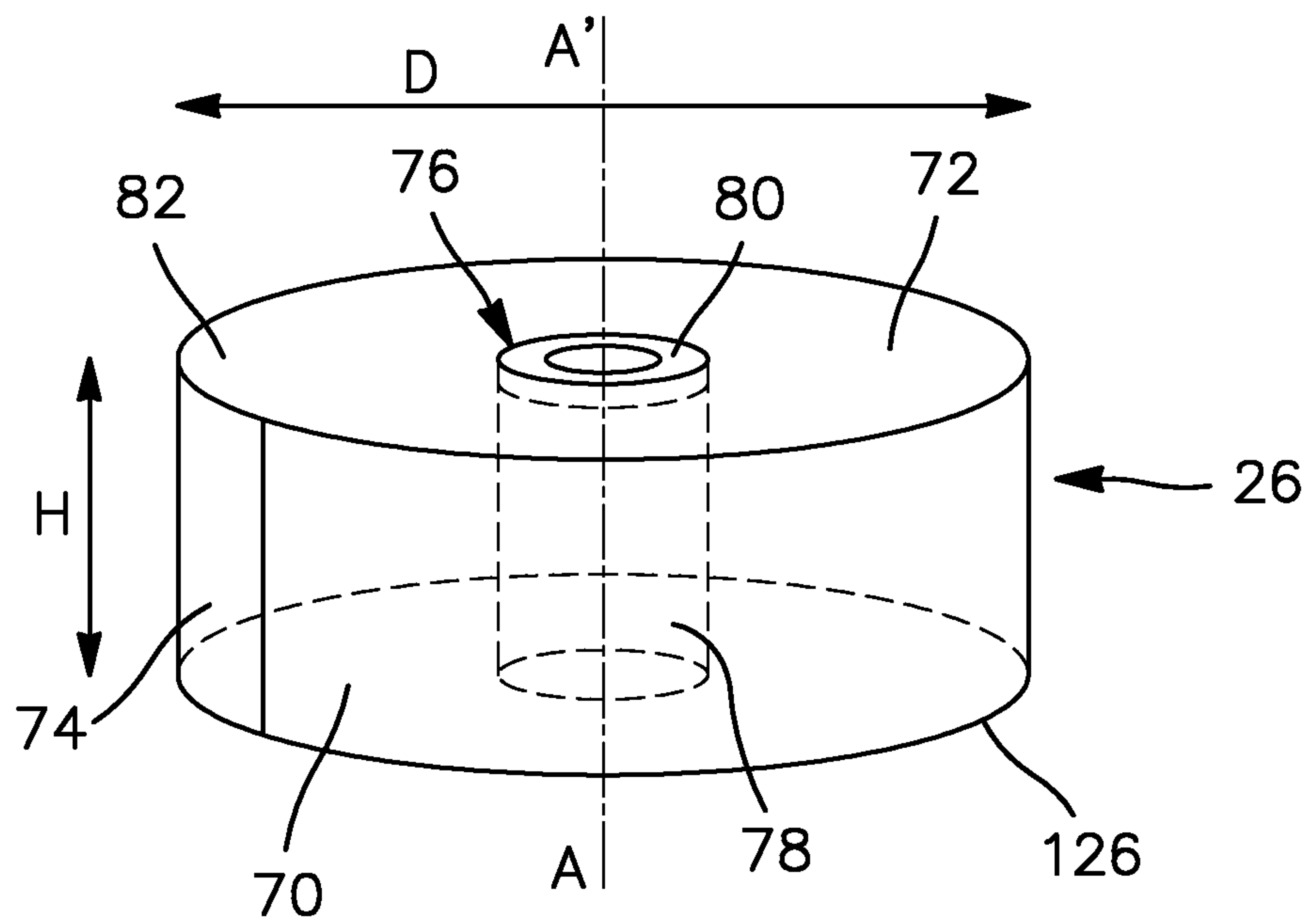


FIG.2

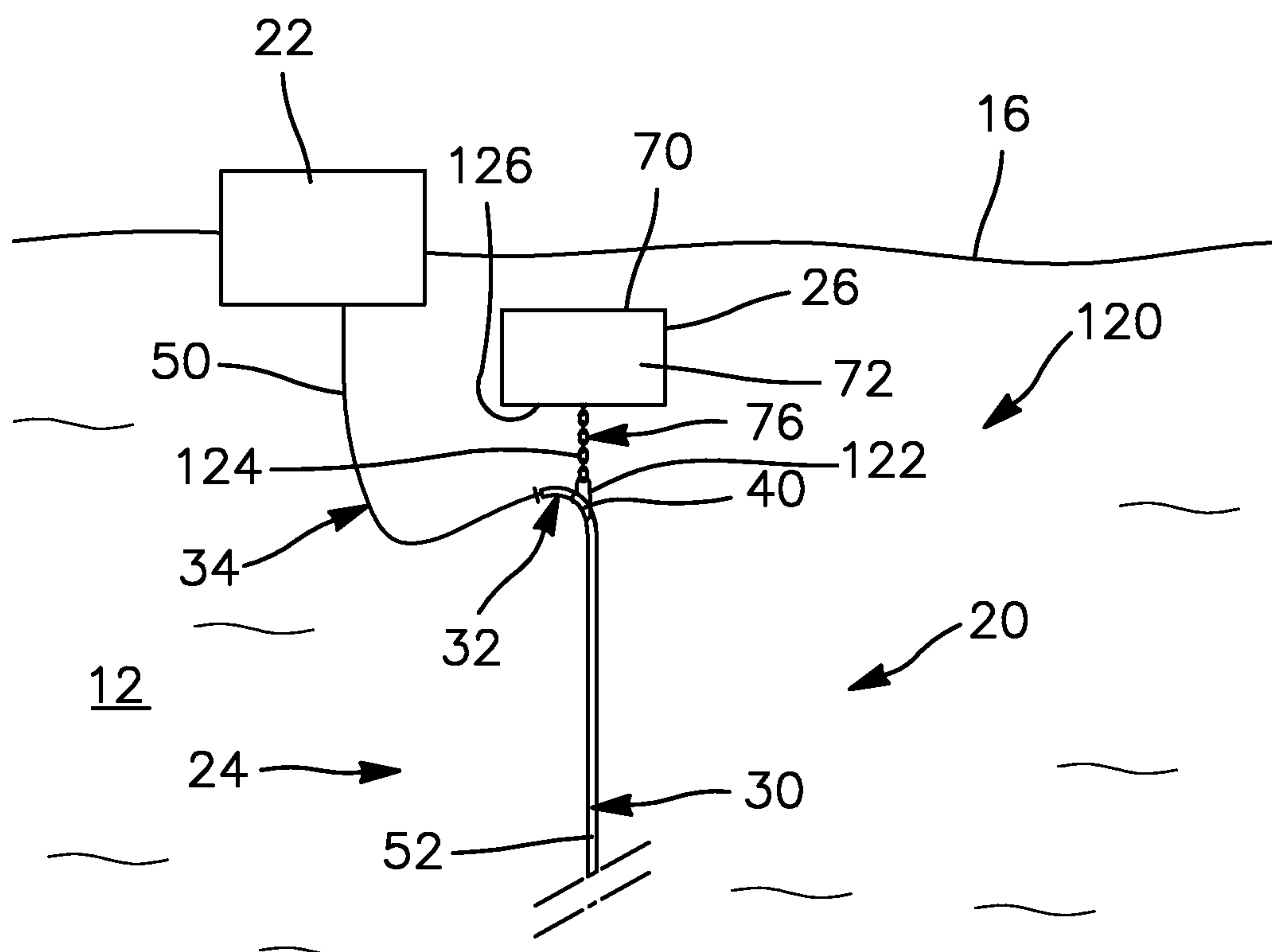
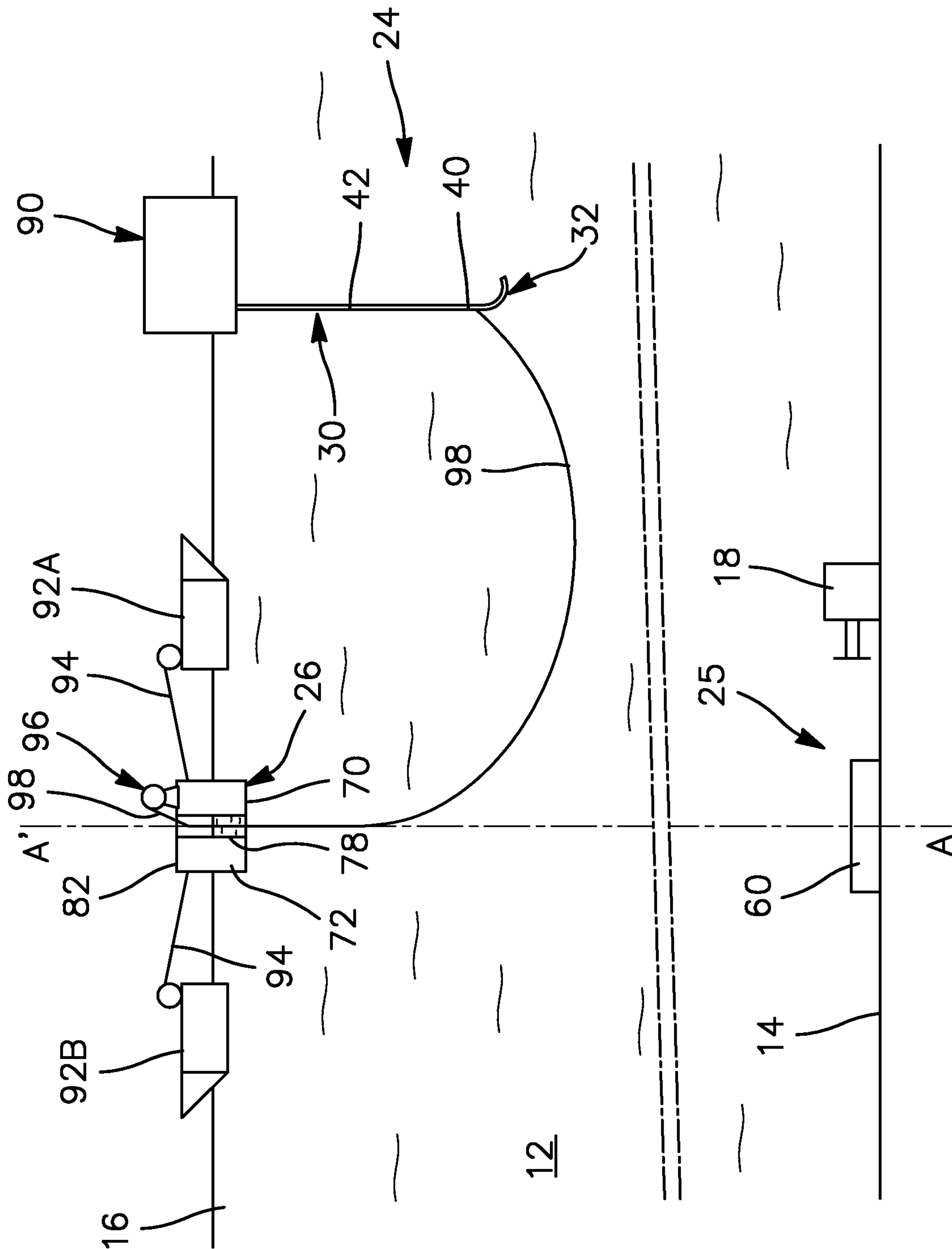
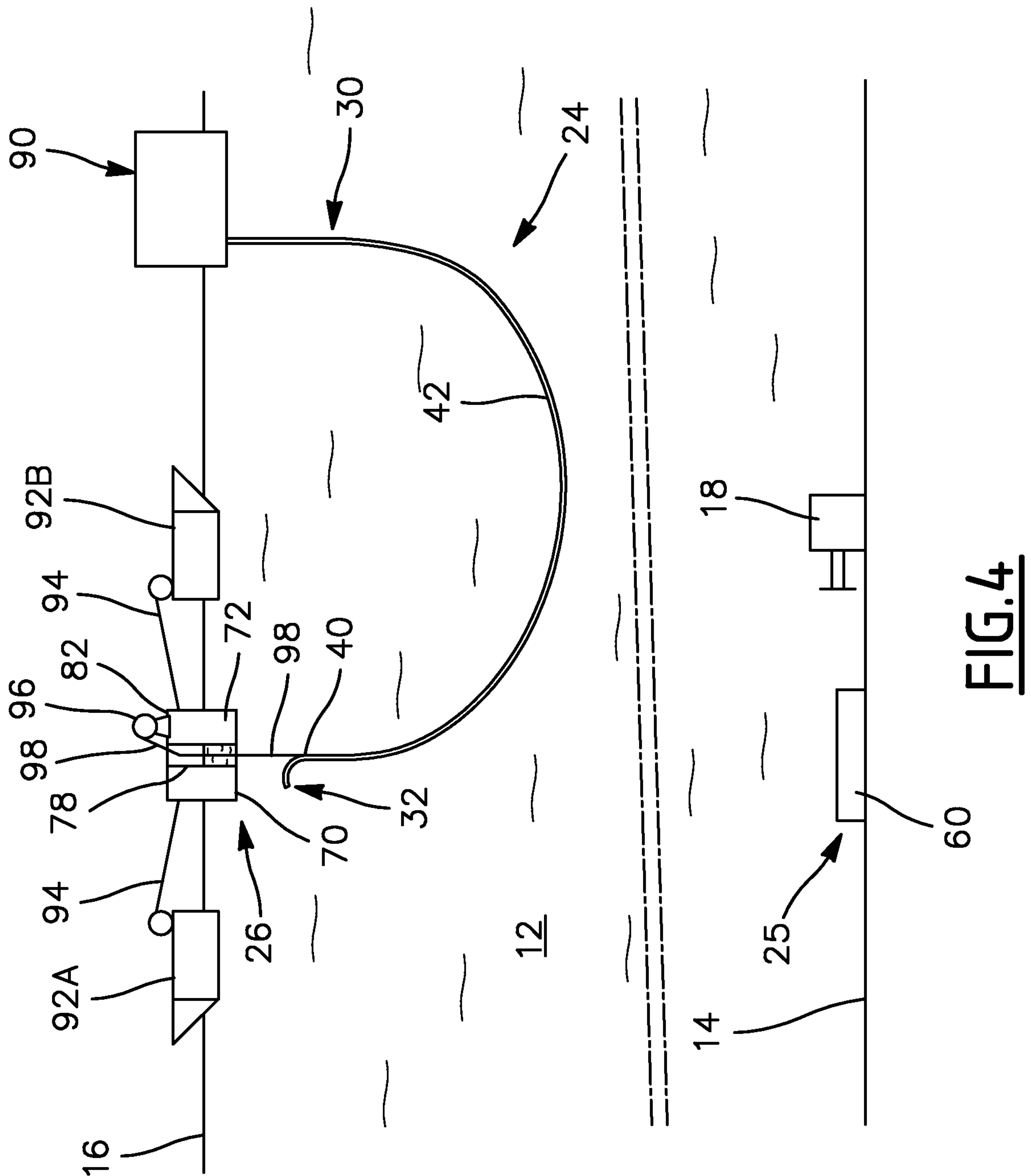


FIG.7

3/10

**FIG. 3**

4/10



5/10

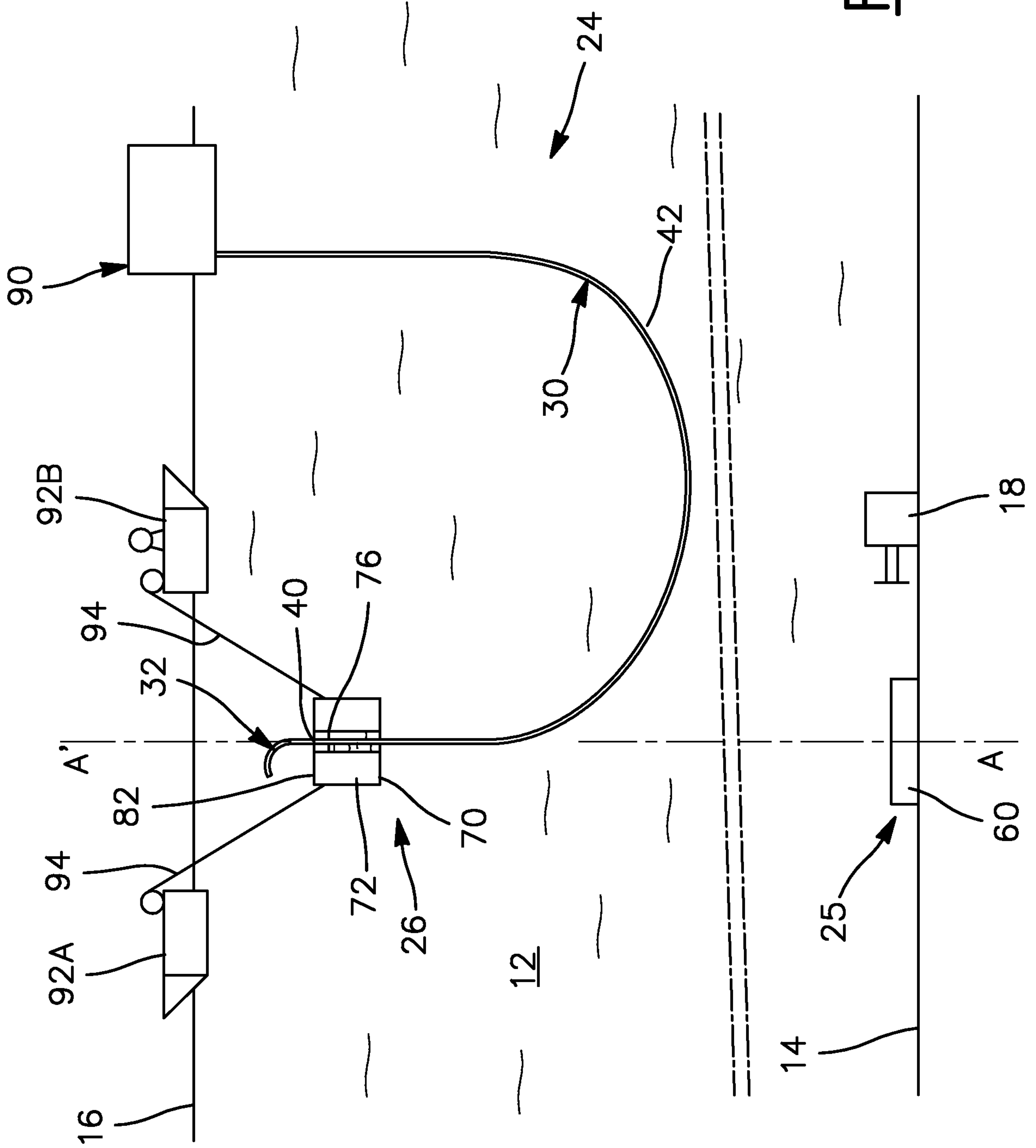
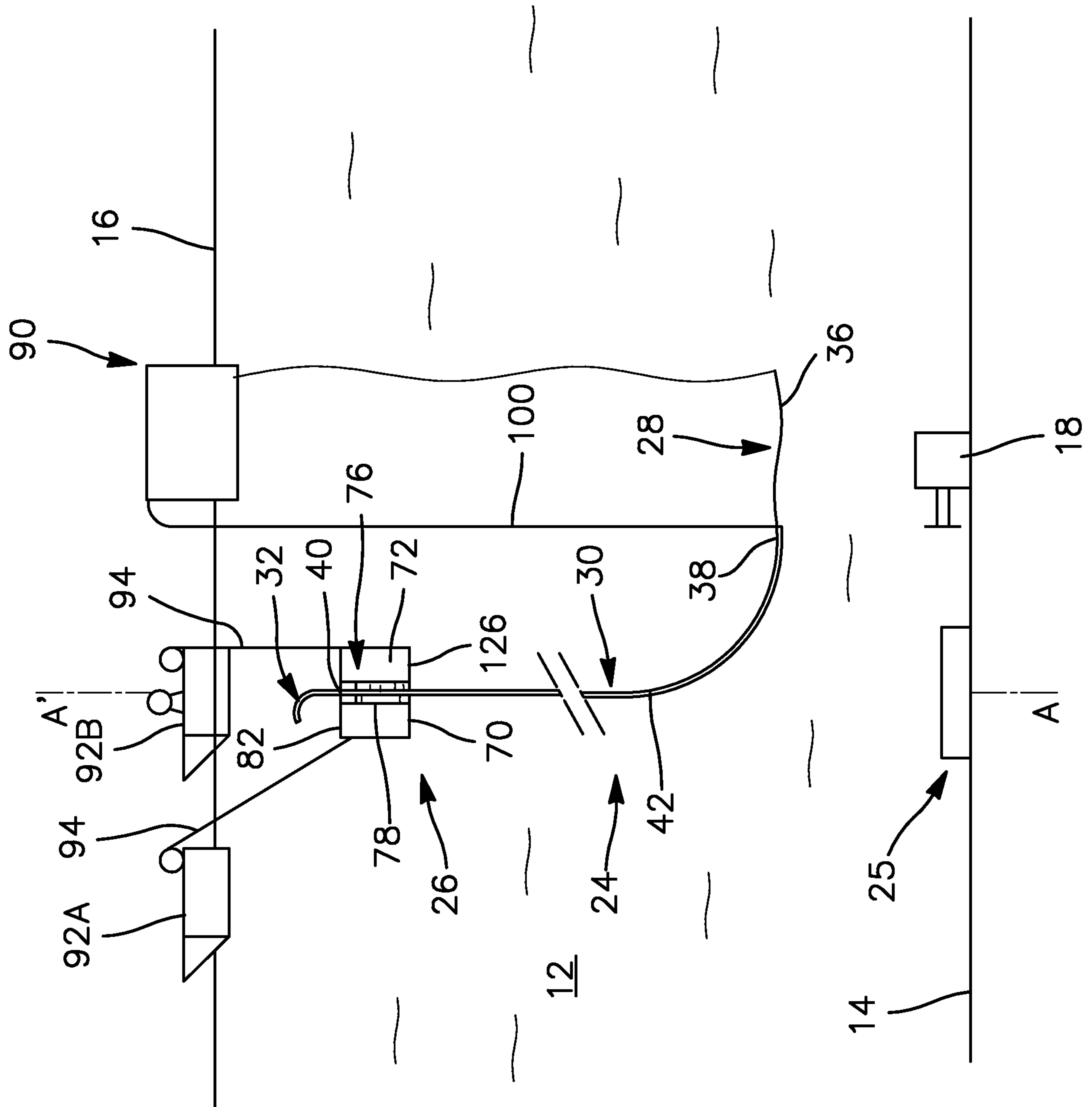
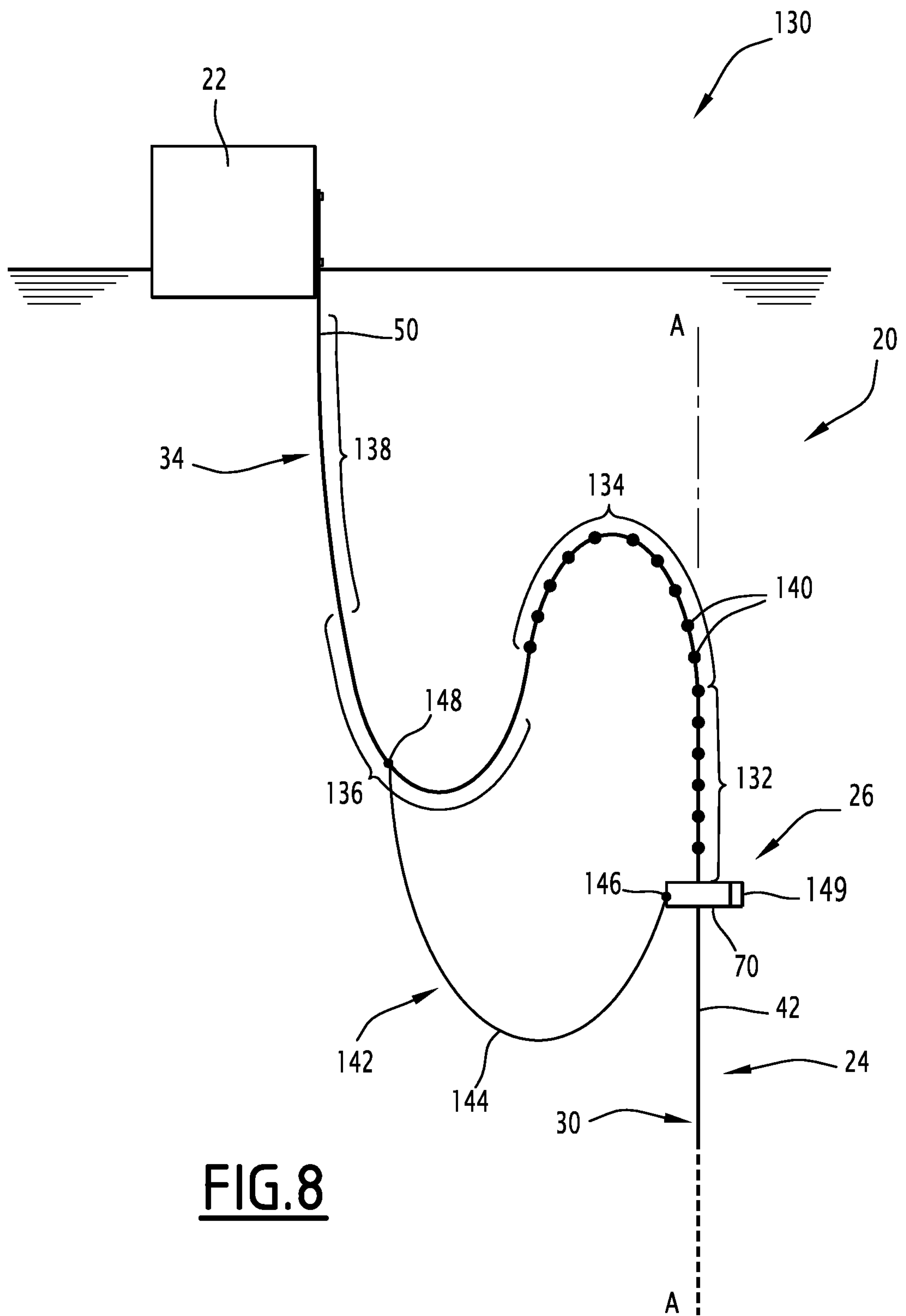


FIG. 5

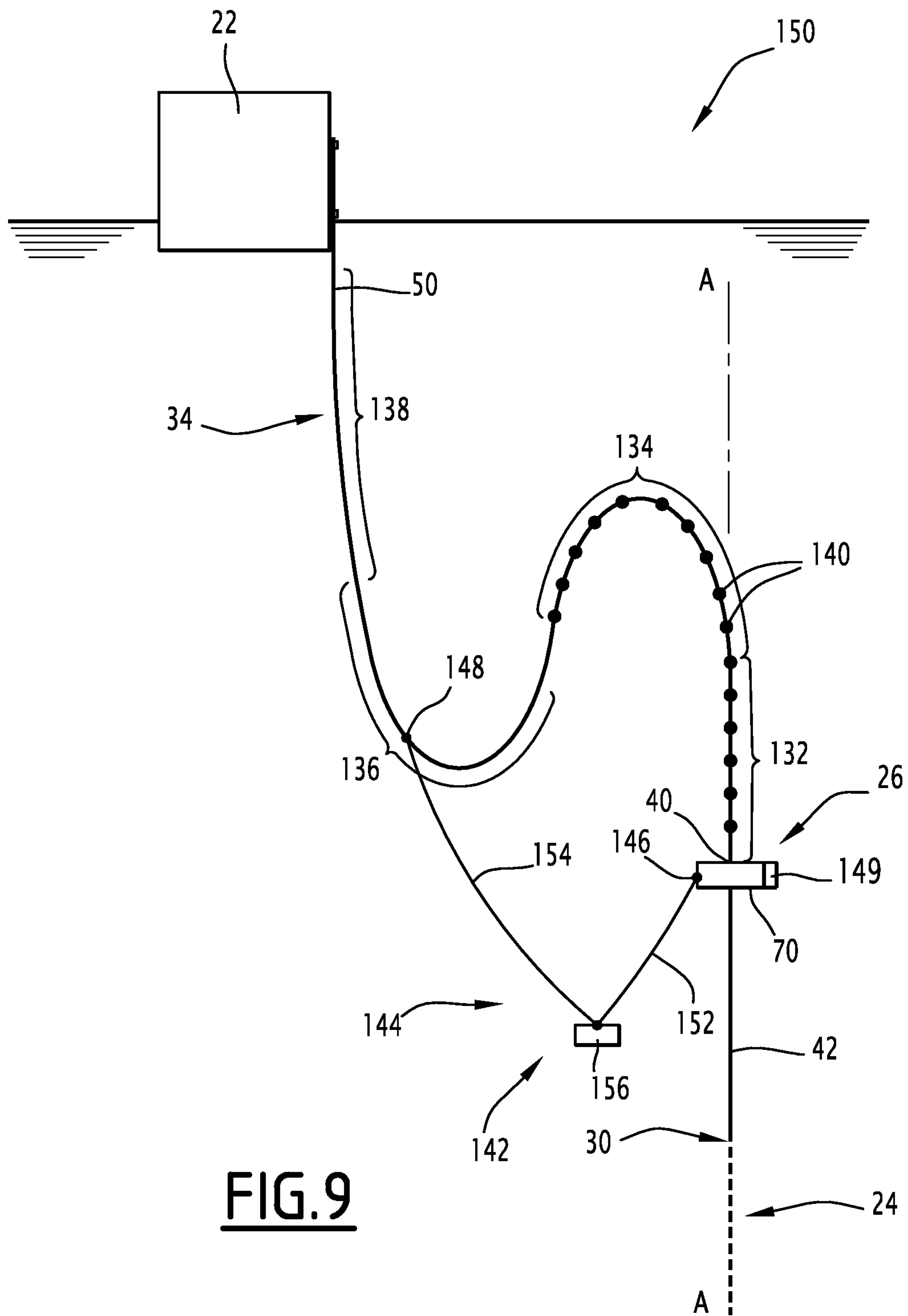
FIG. 6



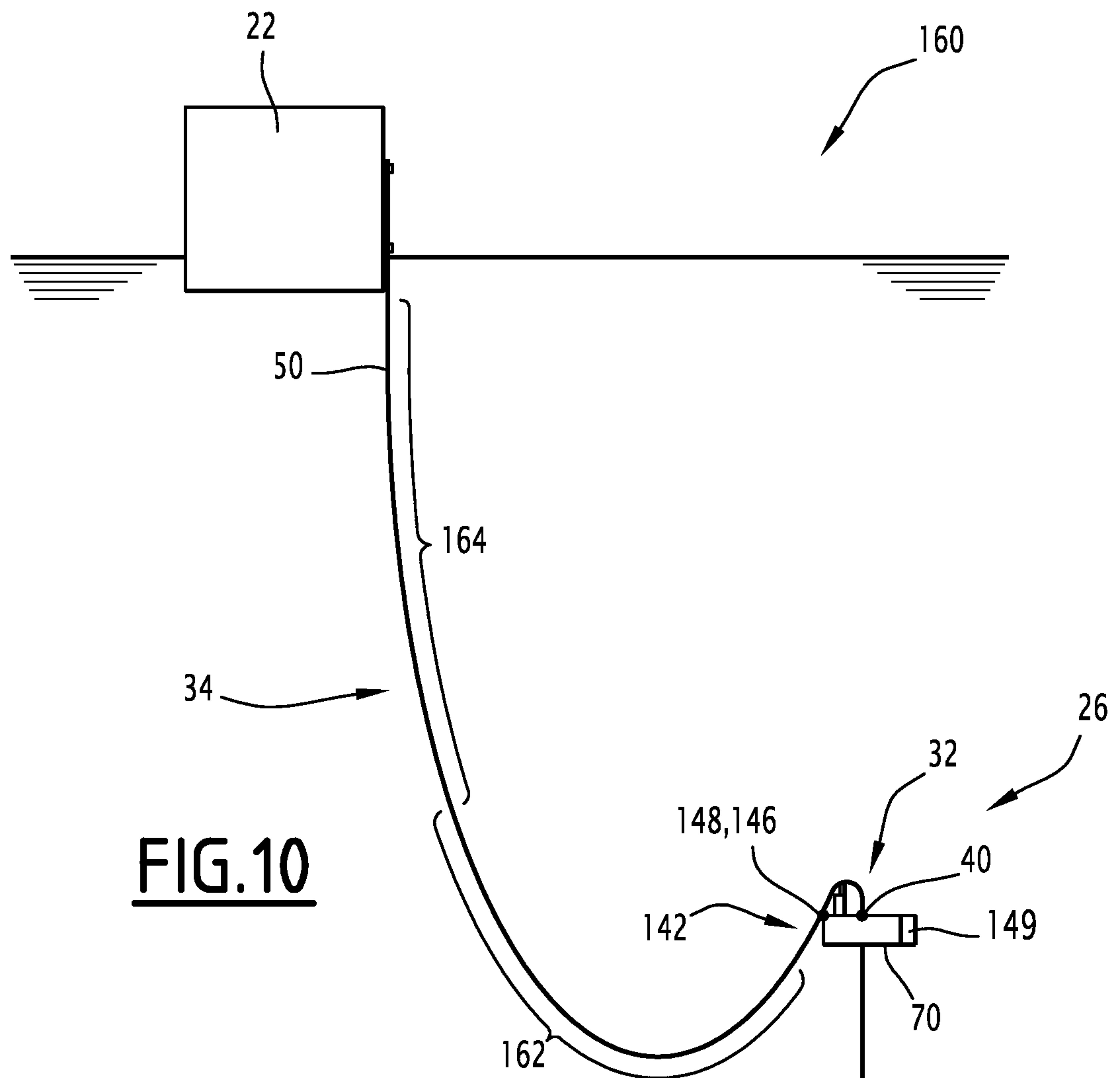
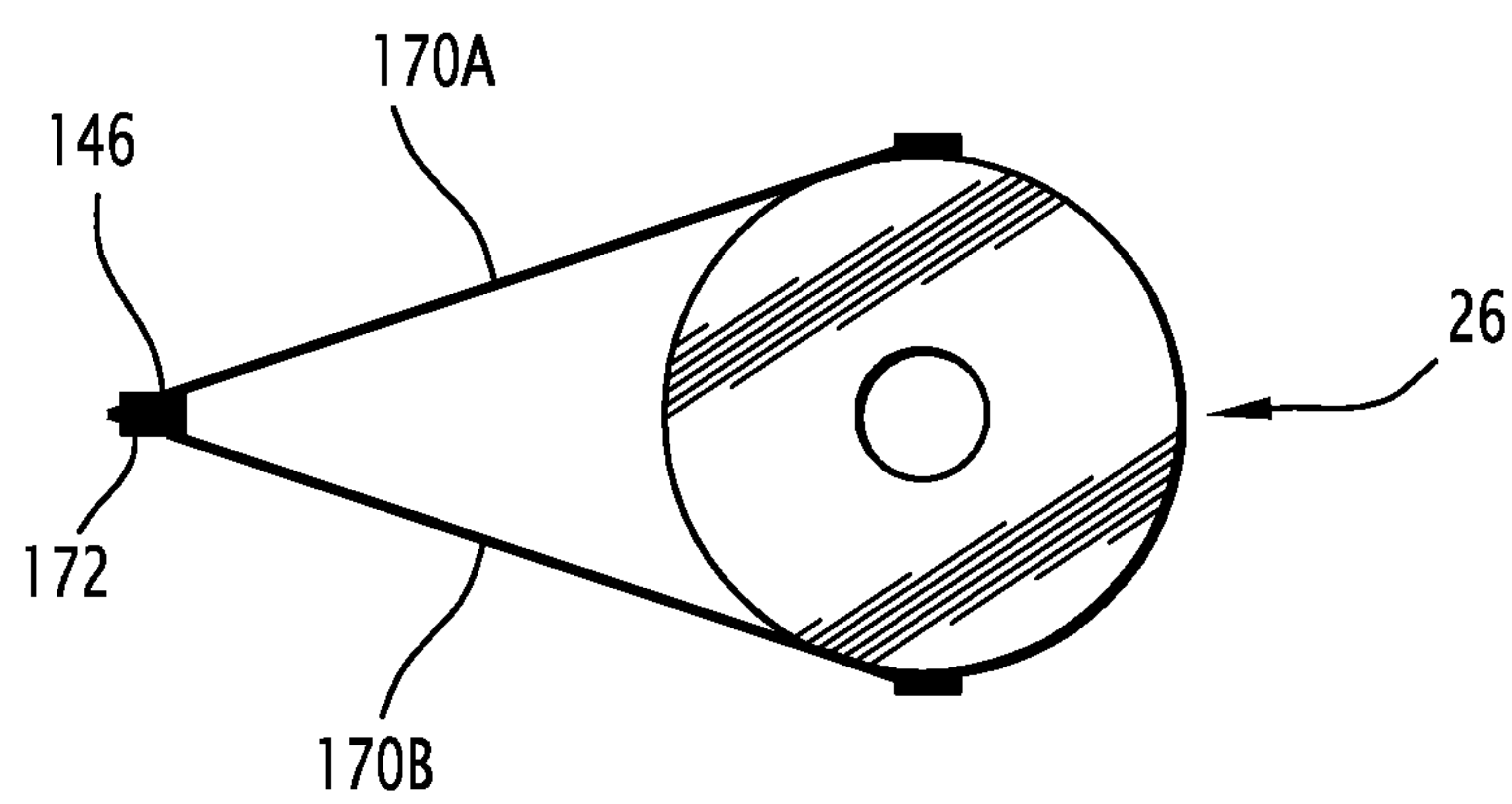
7/10

**FIG. 8**

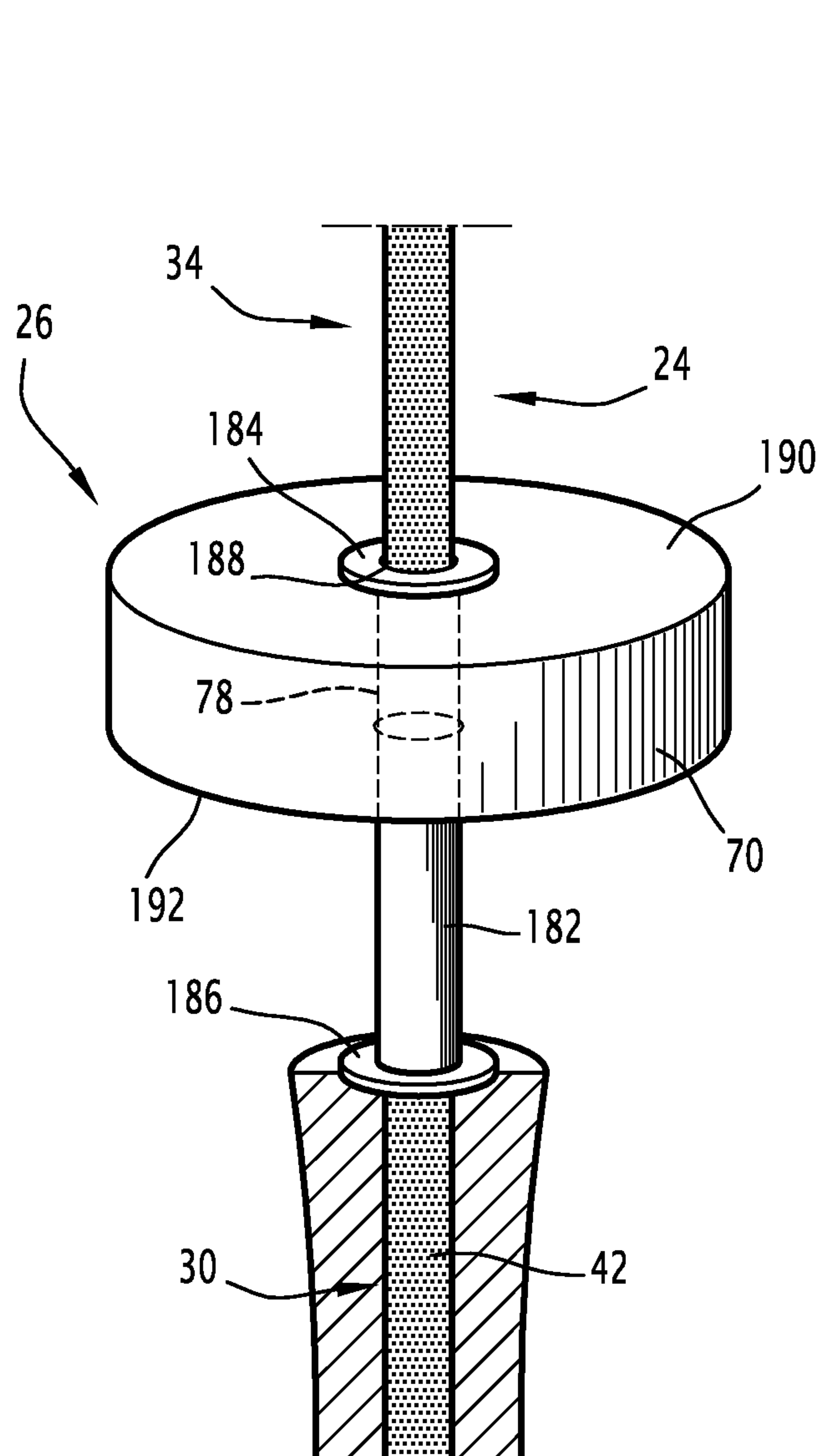
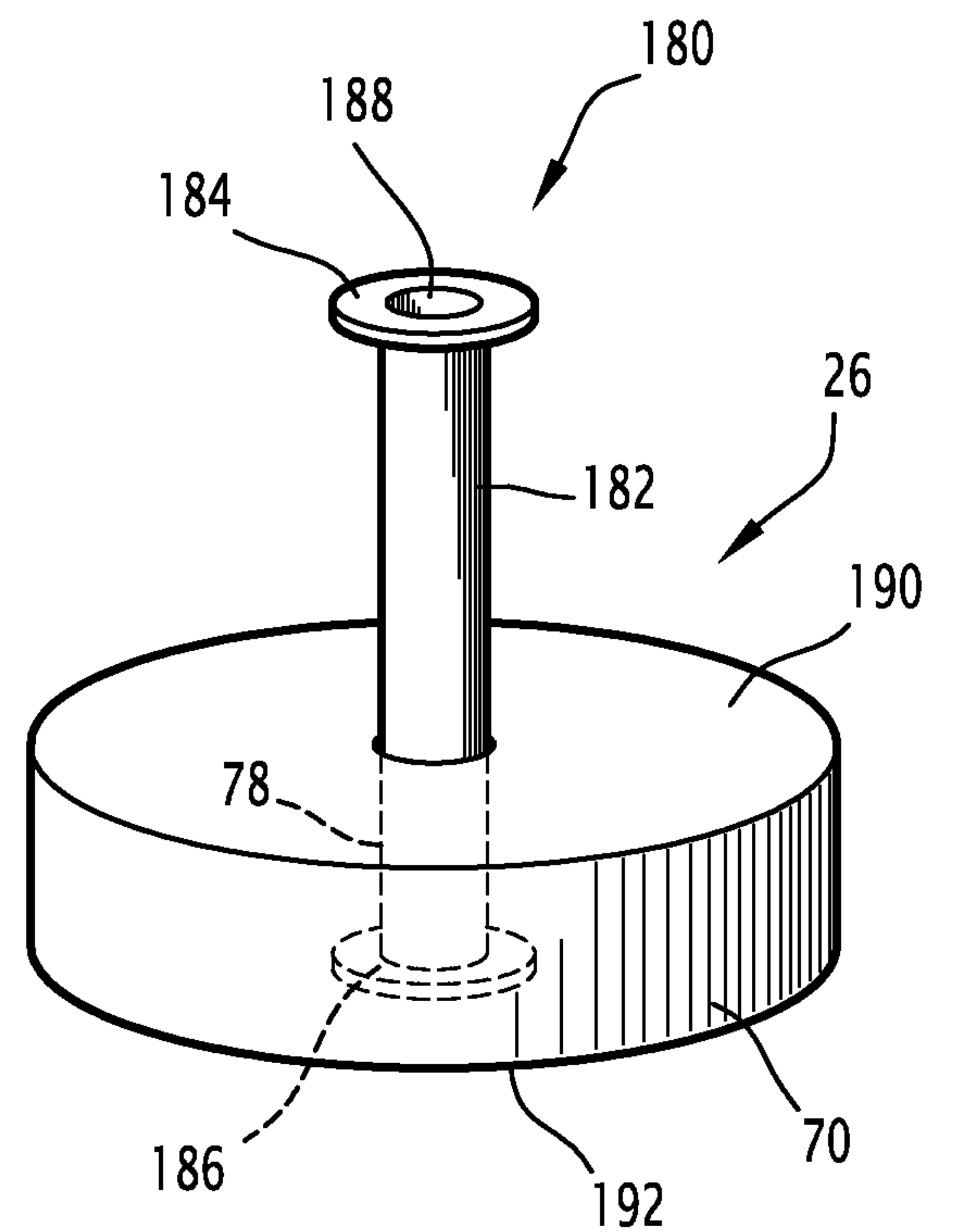
8/10



9/10

**FIG.10****FIG.11**

10/10

FIG.12FIG.13

