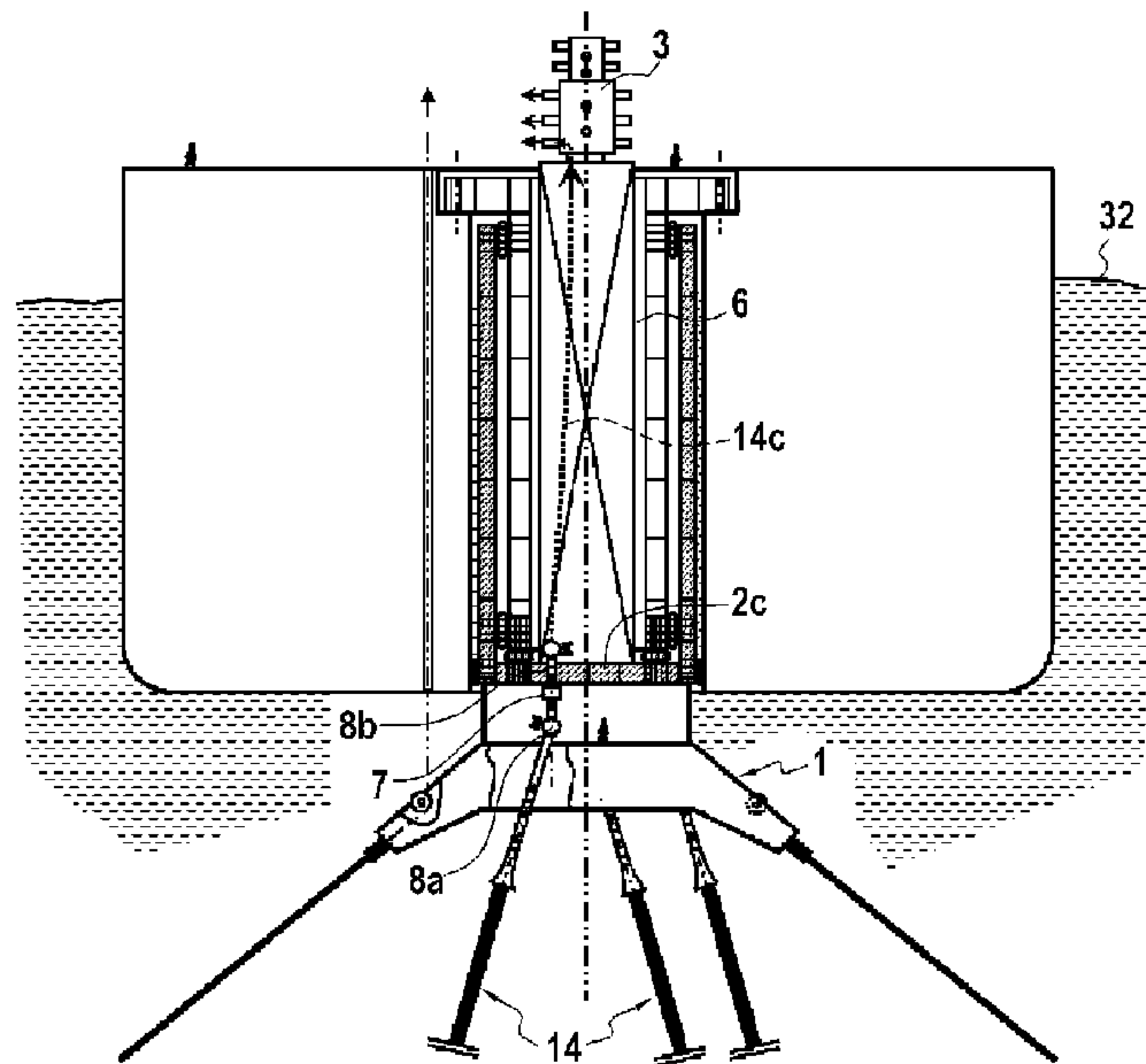




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/03/18  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2009/10/08  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/02/25  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2010/08/09  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/050453  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2009/122098  
 (30) Priorité/Priority: 2008/03/21 (FR0851832)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B63B 21/50* (2006.01),  
*B63B 22/02* (2006.01)  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
BAYLOT, MICHEL, FR;  
DENISE, JEAN-PAUL, FR;  
MARTY, THOMAS, FR  
 (73) Propriétaire/Owner:  
SAIPEM S.A., FR  
 (74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : SUPPORT FLOTTANT EQUIPE DE TOURET COMPRENANT DES PALIERS DE ROULEMENT HORS D'EAU  
 (54) Title: FLOATING SUPPORT HAVING A REEL INCLUDING ROLLER BEARINGS OUTSIDE THE WATER



(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne un support flottant (10) de Production pétrolière comportant un système d'amarrage déconnectable (1, 2, 3) de lignes d'ancrage (13) au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface (14) comportant : une bouée d'amarrage (1) desdites lignes et conduites de liaison fond-surface de préférence ladite bouée étant une bouée annulaire, et caractérisé en ce que ledit touret (2) comprend : une structure externe tubulaire étanche (2b) comportant un fond (2c) assemblé de manière étanche à l'extrémité inférieure de ladite structure externe tubulaire étanche (2b), ladite structure externe tubulaire (2b) contenant une structure interne (2a) solidaire de la coque au niveau de son extrémité supérieure (2a1), lesdites structure interne et structure tubulaire externe coopérant avec au moins un palier inférieur de roulement ou de frottement, autorisant la rotation de ladite structure interne, ladite structure externe n'étant pas entraînée en rotation lorsque ledit support flottant est entraîné en rotation autour dudit axe vertical de la cavité et de ladite structure externe tubulaire étanche ZZ', et ledit palier inférieur de roulement ou de frottement (5 1, 5 2) étant situé en dessous de la surface de l'eau mais à l'intérieur de ladite structure externe étanche.



(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  
8 octobre 2009 (08.10.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2009/122098 A3**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*B63B 21/50* (2006.01)    *B63B 22/02* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2009/050453
- (22) Date de dépôt international :  
18 mars 2009 (18.03.2009)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
0851832    21 mars 2008 (21.03.2008)    FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
SAIPEM S.A. [FR/FR]; 1/7, avenue San Fernando,  
F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BAYLOT,  
Michel [FR/FR]; Le Chambord 2, 122, rue du  
Commandant Rolland, F-13008 Marseille (FR). DENISE,  
Jean-Paul [FR/FR]; 34, avenue des Fauvettes, F-83400  
Hyères (FR). MARTY, Thomas [FR/FR]; Acropolis,  
Avenue Malacrida, F-13100 Aix en Provence (FR).
- (74) Mandataires : DOMANGE, Maxime et al.; Cabinet  
Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295  
Marseille Cedex 08 (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, 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, 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), eurasien (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,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FLOATING SUPPORT HAVING A REEL INCLUDING ROLLER BEARINGS OUTSIDE THE WATER

(54) Titre : SUPPORT FLOTTANT EQUIPE DE TOURET COMPRENANT DES PALIERS DE ROULEMENT HORS D'EAU

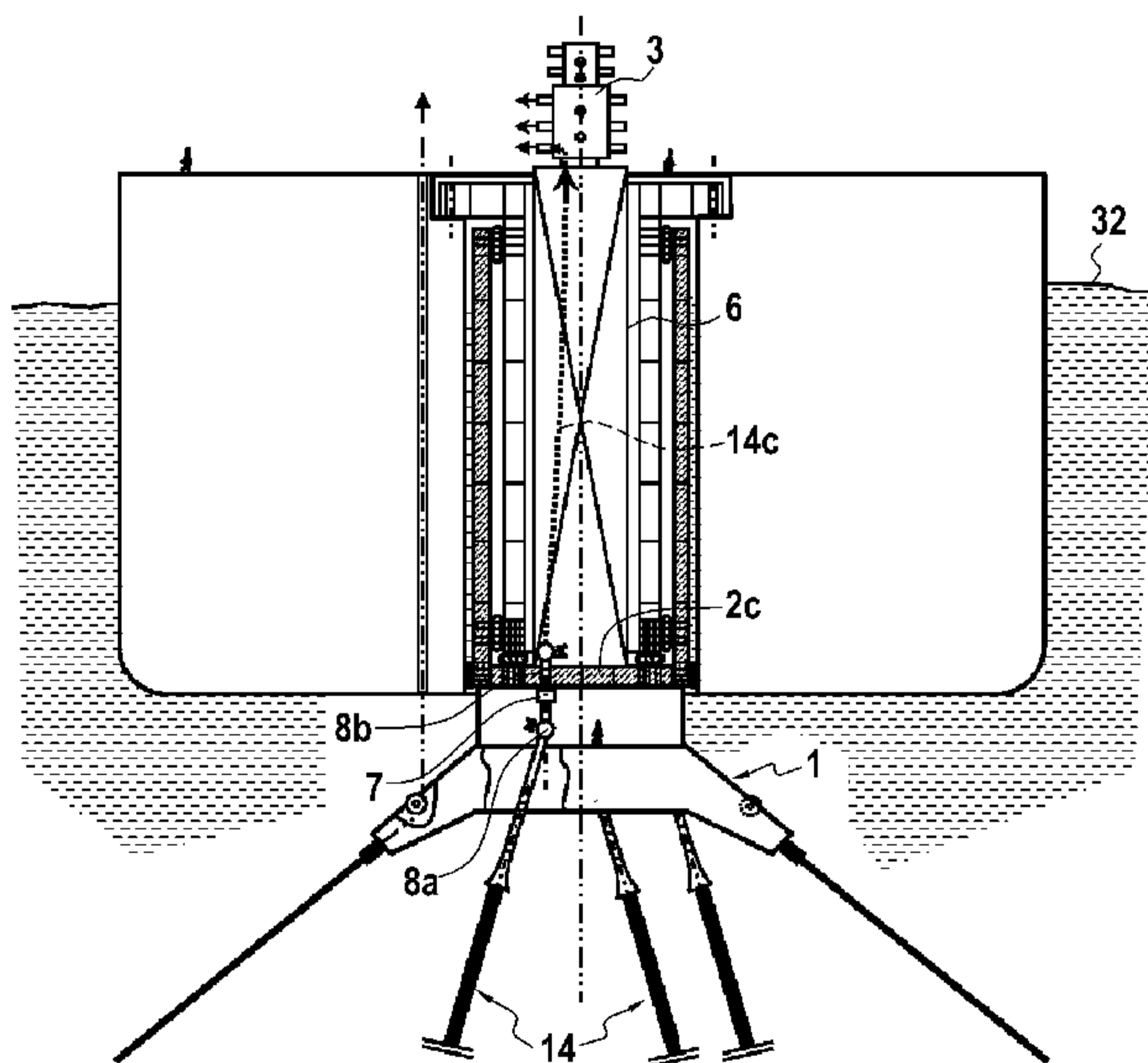


FIG.3A

(57) Abstract : The present invention relates to a floating support (10) for petroleum production, comprising a detachable docking system (1, 2, 3) with anchoring lines (13) at the bottom of the sea and bottom-surface linking ducts (14) comprising: a docking buoy (1) for said lines and bottom-surface linking ducts, with said buoy preferably an annular buoy, and characterized in that said reel (2) includes: a sealed external tubular structure (2b) comprising a bottom (2c) sealingly assembled at the lower end of said sealed external tubular structure (2b), with said external tubular structure (2b) containing an internal structure (2a) secured to the shell at its upper end (2a<sub>1</sub>), where said internal and external tubular structures engage with at least one lower roller or friction bearing, permitting rotation of said internal structure, since said external structure is not rotatably driven when said floating support is rotatably driven about said vertical axis of the cavity and of said sealed external tubular structure ZZ', and said lower roller or friction bearing (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) located below the surface of the water but inside said external sealed structure.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2009/122098 A3

**WO 2009/122098 A3** **Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

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

7 janvier 2010

---

La présente invention concerne un support flottant (10) de Production pétrolière comportant un système d'amarrage déconnectable (1, 2, 3) de lignes d'ancrage (13) au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface (14) comportant : une bouée d'amarrage (1) desdites lignes et conduites de liaison fond-surface de préférence ladite bouée étant une bouée annulaire, et caractérisé en ce que ledit touret (2) comprend : une structure externe tubulaire étanche (2b) comportant un fond (2c) assemblé de manière étanche à l'extrémité inférieure de ladite structure externe tubulaire étanche (2b), ladite structure externe tubulaire (2b) contenant une structure interne (2a) solidaire de la coque au niveau de son extrémité supérieure (2a<sub>1</sub>), lesdites structure interne et structure tubulaire externe coopérant avec au moins un palier inférieur de roulement ou de frottement, autorisant la rotation de ladite structure interne, ladite structure externe n'étant pas entraînée en rotation lorsque ledit support flottant est entraîné en rotation autour dudit axe vertical de la cavité et de ladite structure externe tubulaire étanche ZZ', et ledit palier inférieur de roulement ou de frottement (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) étant situé en dessous de la surface de l'eau mais à l'intérieur de ladite structure externe étanche.

Support flottant équipé de touret comprenant des paliers de roulement hors d'eau.

La présente invention concerne un support flottant ancré sur touret déconnectable.

5 Le secteur technique de l'invention est plus particulièrement le domaine de la production pétrolière sous-marine en zone de conditions océano-météo extrêmes et plus particulièrement en zone arctique et antarctique, à partir de supports flottants.

Un support flottant de production pétrolière comporte en général  
10 des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des courants, des vents et de la houle. Il comporte aussi en général des moyens de forage, de stockage et de traitement du pétrole ainsi que des moyens de déchargement vers des pétroliers enleveurs, ces derniers se  
15 présentant à intervalle régulier pour effectuer l'enlèvement de la production. L'appellation usuelle de ces supports flottants ou navires est le terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading" (signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement") dont on  
20 utilisera le terme abrégé "FPSO" dans l'ensemble de la description suivante, ou encore "FDPU" ou "Floating Drilling & Production Unit" (signifiant "moyen flottant de forage et de production"), lorsque le support flottant est aussi utilisé pour effectuer les opérations de forage avec puits dévié dans la hauteur de la tranche d'eau.

Lorsque les conditions océano-météo, c'est-à-dire la houle, le vent et le courant sont importants, voire extrêmes, dans le cas de tempêtes,  
25 on préfère ancrer le FPSO au niveau d'un touret, en général situé de manière connue dans le tiers avant du navire et dans l'axe, le navire étant libre de tourner autour dudit touret au gré du vent, du courant et de la houle. Ainsi, vent, courant et houle exercent des efforts spécifiques sur la coque et les superstructures, le FPSO du fait de son degré de  
30 liberté de rotation autour de l'axe vertical ZZ, venant se mettre naturellement dans la position de moindre résistance. Les conduites

assurant la liaison avec les têtes de puits sont connectées en générale en sous-face du touret et reliées au FPSO par l'intermédiaire d'un joint tournant intégré dans l'axe dudit touret. Lorsque les conditions météo peuvent devenir extrêmes, comme en Mer de Nord, dans le Golfe du 5 Mexique ou dans la zone arctique ou antarctique, le FPSO est en général déconnectable de manière à pouvoir se mettre à l'abri en attente de conditions opérationnelles acceptables.

La présente invention concerne plus particulièrement un support flottant pour la production pétrolière sous marine en zone arctique ou 10 antarctique équipé en dessous de sa coque d'un touret déconnectable à partir duquel s'étendent des lignes d'ancrages au fond de la mer et des conduites de liaison fond-surface, ladite coque comportant dans sa direction longitudinale des bordés latéraux sensiblement plans et verticaux, et éventuellement, avec, de façon connue des proues (partie 15 avant du navire) et, de préférence poupe (partie arrière du navire), inclinées par rapport à l'horizontale et de préférence profilées pour former une étrave en pointe renforcée, capable de briser la banquise par simple flexion lorsque ladite banquise s'engage en force sous ladite étrave renforcée.

20 Les supports flottants présentent avantageusement une carène avec des bordés longitudinaux sensiblement verticaux afin de leur conférer des capacités de stockage de pétrole optimales, ainsi qu'un meilleur comportement en cas de forte mer. Mais une coque à bordés verticaux est particulièrement désavantageuse au regard du comportement face à la 25 banquise. Ainsi dans US 4,102,288 et US 4,571,125, il est proposé des supports flottants présentant entre autres moyens des bordés à profils incurvés ou inclinés pour favoriser le bris de glace comme c'est le cas pour les profils connus de proue de navire avec étrave inclinée par rapport à l'horizontale.

30 Un support flottant de production pétrolière comportant un système d'amarrage déconnectable de lignes d'ancrage au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface comporte de façon connue :

- une bouée d'amarrage desdites lignes et conduites de liaison fond-surface de préférence ladite bouée étant une bouée annulaire, et
- ladite bouée d'amarrage étant fixée dessous la coque du support flottant, à un dispositif rotatif comportant une structure en forme de tour  
5 appelé « touret », ledit touret étant fixé à la coque au sein d'une cavité traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ledit touret étant articulé en rotation par rapport à ladite coque par l'intermédiaire d'au moins un palier de roulement ou de frottement, de préférence un palier de roulement de manière à autoriser la rotation dudit support  
10 flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' dudit touret et de ladite cavité, sans entraîner la rotation de ladite bouée d'amarrage par rapport au même axe vertical ZZ', et
- lesdites conduites de liaison fond-surface remontant au sein de la cavité jusqu'à un raccord d'une pluralité de dites conduites, ledit raccord  
15 étant solidaire du support flottant au niveau du pont du support flottant, ledit raccord étant articulé en rotation de manière à autoriser la rotation dudit support flottant sans entraîner la rotation dudit raccord dénommé raccord à joint tournant.

Dans la technique antérieure décrite ci-dessus, le palier de  
20 roulement est, soit localisé au niveau du pont du support flottant, soit localisé en partie inférieure en zone mouillée, c'est-à-dire que le palier est immergé, soit encore en combinaison des deux configurations précédentes.

Les modes de réalisation dans lesquels le palier de roulement est  
25 localisé exclusivement au niveau du pont ne sont valables que pour les supports flottants de relativement faible hauteur, notamment inférieure à 15 m. Au-delà, pour les supports flottants notamment de 20 à 25 m de hauteur, l'effort horizontal sur le touret résultant de la rotation du support flottant crée une flexion sur la structure du touret dans sa  
30 longueur, laquelle sollicite la résistance mécanique du palier supérieur de roulement et donc en affecte la fiabilité mécanique de fonctionnement. D'autre part, lorsque le palier de roulement est immergé dans la partie inférieure du touret, cette immersion affecte la fiabilité de

fonctionnement et la durabilité dudit palier de roulement et de surcroît crée des difficultés de réalisation des opérations de maintenance. En effet, les interventions sur site nécessitent l'emploi de plongeurs et de moyens techniques considérables, et l'on est en général conduit à effectuer ces opérations en zone protégée, tel un fjord, ou de préférence cale sèche, après déconnexion du FPSO. Ainsi, lorsque le FPSO est destiné à rester en position pendant plusieurs décennies sans déconnexion programmée pour maintenance en cale sèche ou en site protégé, ce type de touret n'est pas adapté.

10 On connaît des supports du type défini ci-dessus dans GB 2291389, EP 259072 et US 4604961.

Le but de la présente invention est de fournir un nouveau type de support flottant défini ci-dessus avec système d'amarrage déconnectable comprenant un touret rotatif amélioré, plus particulièrement dont la fiabilité et la maintenance des paliers de roulement mis en œuvre pour rendre le touret rotatif par rapport au support flottant soit amélioré, notamment plus simple et moins coûteuse à réaliser et à mettre en œuvre.

Pour ce faire, la présente invention fournit un support flottant de production pétrolière comportant un système d'amarrage déconnectable de lignes d'ancrage au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface comportant :

- une bouée d'amarrage desdites lignes d'ancrage et des premières conduites de liaison fond-surface s'étendant depuis ladite bouée où elles sont amarrées jusqu'au fond de la mer de préférence ladite bouée étant une bouée annulaire, et

- un touret s'étendant au sein d'une cavité traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ladite bouée d'amarrage étant fixée dessous la coque du support flottant audit touret, ledit touret coopérant avec la coque au sein de ladite cavité traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ledit touret étant articulé en rotation par rapport à ladite coque par l'intermédiaire d'au moins un palier de

roulement ou de frottement, de préférence un palier de roulement de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' dudit touret et de ladite cavité, sans entraîner la rotation de ladite bouée d'amarrage par rapport au même axe vertical

5 ZZ', et

- des secondes conduites de liaison entre l'extrémité supérieure desdites premières conduites de liaison fond-surface et le pont du support flottant, remontant au sein de la cavité jusqu'à un raccord d'une pluralité de dites secondes conduites, ledit raccord du type raccord à joint tournant étant solidaire du support flottant au niveau du pont du support flottant, ledit raccord étant articulé en rotation de manière à autoriser la rotation dudit support flottant sans entraîner la rotation dudit

10 raccord.

Selon la présente invention, ledit touret comprend:

15 - une structure externe tubulaire étanche selon le même axe vertical ZZ', de préférence à section circulaire, comportant une paroi assemblée de manière étanche à l'extrémité inférieure de ladite structure tubulaire étanche,

- ladite structure externe tubulaire contenant une structure interne, de préférence une structure interne tubulaire à section circulaire coaxiale à ladite structure externe tubulaire, solidaire de la coque au niveau de son extrémité supérieure,

20

- ladite paroi de fond de la structure externe étanche étant traversée de manière étanche par une pluralité de dites conduites traversant et supportée par ladite structure interne,

25

- ladite structure externe étanche n'étant pas supportée par ladite coque ni fixée à ladite coque et, de par ses dimensions, flottant naturellement dans la cavité immergée dudit support flottant,

- lesdites structure interne et structure tubulaire externe coopérant avec au moins un palier inférieur de roulement ou de frottement, de préférence un palier de roulement autorisant la rotation de ladite structure interne, ladite structure externe n'étant pas entraînée en rotation lorsque ledit support flottant est entraîné en rotation autour

30

dudit axe vertical de la cavité et de ladite structure externe tubulaire étanche ZZ', et

- ledit palier inférieur de roulement ou de frottement étant situé en dessous de la surface de l'eau mais à l'intérieur de ladite structure externe étanche.

Cette disposition du système d'amarrage et du palier de roulement ou de frottement selon la présente invention est particulièrement avantageuse par rapport à la technique antérieure, car ledit palier de roulement étant au sec, et accessible depuis l'intérieur des structure interne et/ou structure externe sans avoir à travailler en condition immergée, aussi bien pour le personnel d'intervention que pour le matériel. Des moyens de roulement, par exemple, peuvent donc être ainsi facilement entretenus, notamment graissés régulièrement, ce qui réduit radicalement les frottements et facilite la rotation du FPSO sur son touret. De plus, les éléments de roulement peuvent être facilement changés dans toutes conditions, notamment en cas de tempête et non pas seulement en temps calme.

Dans un mode préféré de réalisation, ledit support flottant comprend au moins un palier inférieur de roulement dit de supportage intercalé entre la paroi de fond de ladite structure externe tubulaire étanche et l'extrémité inférieure de ladite structure interne.

On comprend que ledit palier de roulement est situé dessus ledit fond du touret et au-dessous de ladite structure interne.

On comprend que lorsque ladite structure interne est constituée d'une structure tubulaire à section circulaire au niveau de son extrémité inférieure, ledit palier est intercalé entre ledit fond de la structure externe et la tranche circulaire de l'extrémité inférieure à section circulaire de ladite structure interne.

De préférence encore, ledit support flottant comporte :

- au moins un palier inférieur latéral de roulement dit de guidage, intercalé entre le surface interne latérale de ladite structure tubulaire

externe et la surface externe latérale de ladite structure interne, ledit palier inférieur de guidage latéral étant situé dessous le niveau de la surface de l'eau et plus proche dudit fond de ladite structure externe tubulaire que de l'extrémité supérieure de ladite structure externe tubulaire, de préférence à proximité dudit fond et

- au moins un palier supérieur latéral de roulement dit de guidage, intercalé entre la surface interne latérale de la structure tubulaire externe et la surface externe de ladite structure interne, ledit palier étant situé plus proche de l'extrémité supérieure de ladite structure externe tubulaire que du fond de ladite structure externe tubulaire, de préférence à proximité de l'extrémité supérieure de la structure interne.

Dans un mode de réalisation particulier, le(s)dit(s) palier(s) de roulement est(sont) constitué(s) par des rouleaux ou des roulettes.

On comprend que lesdits rouleaux ou roulettes sont disposés avec leurs axes de rotation en position sensiblement verticale intercalés entre lesdites structure interne et structure externe dans le cas desdits paliers inférieur et supérieur latéraux de guidage ; et, dans le cas dudit palier inférieur de supportage, lesdits rouleaux ou roulettes sont disposés avec leur axe de rotation en position sensiblement horizontale.

Plus particulièrement, lesdits rouleaux ou roulettes de guidage sont disposés circulairement autour de ladite structure interne, de préférence régulièrement espacés dans l'espace annulaire et lesdites structure interne et structure externe, circulairement, de préférence régulièrement espacés sur ledit fond de la structure externe disposés en cercle.

Avantageusement, lesdites structure externe tubulaire et structure interne comportent des moyens de butée ou respectivement moyens de retenue empêchant ladite structure externe de couler en cas d'invasion accidentel d'eau de mer à l'intérieur de la structure externe tubulaire par perte d'étanchéité, lesdits moyens de butée et de retenue permettant la retenue de la structure externe par ladite structure interne.

On comprend en effet que ladite structure interne étant retenue solidaire de la coque en appui sur celle-ci à son extrémité supérieure, ledit moyen de retenue empêche ladite structure externe de tomber dessous ledit support flottant.

5 Dans un mode de réalisation particulier, ladite structure interne comporte à son extrémité supérieure une platine périphérique supérieure par l'intermédiaire de laquelle ladite structure interne est rendue solidaire de la coque dudit support flottant, de préférence ladite platine supérieure étant en appui au niveau d'un redan à l'extrémité supérieure de ladite  
10 cavité, de préférence encore de manière à ce que ladite platine supérieure ne dépasse pas en hauteur le niveau du pont du support flottant.

Plus particulièrement encore, ladite platine supérieure est en appui au niveau d'un redan à l'extrémité supérieure de ladite cavité, de  
15 préférence de manière à ce que la platine supérieure ne dépasse pas en hauteur le niveau du pont du support flottant.

Avantageusement, ladite structure interne renferme une structure porteuse, de préférence en forme de fût central, de préférence à section circulaire, reposant sur ladite paroi de fond de ladite structure externe,  
20 étant tubulaire et s'étendant jusqu'au niveau du pont du support flottant, ladite structure porteuse maintenant en position supportant lesdites secondes conduites traversant la structure interne, et ledit raccord à joint tournant reposant par-dessus ladite structure porteuse au niveau du pont du support flottant.

25 Dans un mode particulier et avantageux de réalisation de l'invention, ladite bouée comprend une paroi tubulaire supérieure, de préférence à section circulaire, délimitant une chambre dite chambre des vannes lorsque le bord supérieur de la paroi supérieure tubulaire de la bouée est appliqué contre la paroi de fond du touret, ladite chambre des  
30 vannes renfermant les extrémités supérieures desdites premières conduites traversant la paroi de fond de ladite chambre des vannes, les extrémités supérieures desdites premières conduites étant équipées de

vannes et/ou de partie mâle ou femelle de connecteur automatique, supportées par ladite paroi de fond de la chambre des vannes, et ladite bouée comportant en partie inférieure un caisson annulaire constituant un flotteur en sous face de la paroi de fond de la chambre des vannes.

5 D'autres aspects du problème ainsi que d'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux à la lumière de la description détaillée qui va suivre, faite de manière illustrative et non limitative, en référence aux dessins sur lesquels :

- 10 - la figure 1 représente en coupe et en vue de côté un FPSO ancré sur touret au sein d'une banquise,
- la figure 2 représente en coupe selon le plan AA de la figure 1 la section du FPSO et du touret selon l'invention, sans représentation de ladite bouée d'amarrage (1) ni du raccord à joint tournant (3) au niveau du pont de la coque,
- 15 - la figure 2A représente la vue en coupe du touret soumis à la poussée d'Archimède,
- la figure 2B représente une vue en coupe selon BB de la figure 2A au niveau d'un palier de roulement inférieur,
- la figure 2C représente la vue en coupe du FPSO au niveau de la  
20 cavité recevant le touret,
- la figure 2D représente une vue schématique en coupe d'un touret selon la technique antérieure,
- la figure 3A représente en coupe selon le plan AA de la figure 1 la section du FPSO, du touret selon l'invention, avec le système  
25 d'amarrage comprenant le touret selon l'invention, la bouée d'amarrage supportant les lignes d'ancrage ainsi que les conduites flexibles, ladite bouée étant connectée à l'embase du touret, et avec le raccord à joint tournant (3) au niveau du pont du support flottant,
- 30 - la figure 3B illustre le largage de la bouée d'amarrage en vue de mettre le FPSO à l'abri.

Sur la figure 1 on a représenté en coupe et en vue de côté, un navire ou support flottant de type FPSO 10 ancré sur un touret système d'amarrage déconnectable 1,2,3 ancré par des lignes d'ancre 13 et relié à des têtes de puits sous-marines, non représentées, par des conduites flexibles 14 en configuration de chaîne plongeante 14a jusqu'à un flotteur 15 en subsurface supportant ledit flexible, ledit flotteur étant maintenu par un câble 15a relié à un corps mort 15b au fond de la mer, puis la dite conduite flexible 14a se prolonge en configuration de chaîne 14b jusqu'au fond de la mer 40, puis jusqu'aux dites têtes de puits. Le FPSO se trouve dans des eaux froides dans lesquelles peuvent se déplacer des icebergs ou une banquise 31 de grande surface et de forte épaisseur flottant à la surface de la mer 32. Dans certaines situations extrêmes, telles des tempêtes ou dans le cas de banquise de forte épaisseur que la proue du navire en forme de brise-glace n'est pas capable de casser lors de sa progression, il est alors nécessaire de déconnecter le FPSO pour le mettre à l'abri en attendant un retour à une situation normale. A cet effet, la partie inférieure 1 du système d'amarrage, appelée communément « spider buoy », c'est-à-dire « bouée araignée », est en fait une bouée annulaire d'amarrage 1 qui peut être déconnectée, de manière connue de l'homme de l'art, en général au niveau du fond du FPSO, ce qui permet de libérer ledit FPSO pour qu'il puisse se mettre à l'abri. Plus particulièrement, la bouée d'amarrage 1 et les premières conduites 14 immergées sont reliées à ladite paroi de fond 2c du touret en sous-face de la paroi de fond 2c par des connecteurs automatiques 7. La flottabilité interne de la bouée annulaire d'amarrage 1 étant ajustée de telle manière que ladite bouée se stabilise à une profondeur H au dessus du fond de la mer, correspondant par exemple à une distance de 100m par rapport à la surface de la mer 32, mettant ainsi l'ensemble des lignes d'ancrage et des flexibles à l'abri, comme représenté sur la même figure 1.

Sur les figures 3A et 3B, on a représenté l'ensemble du système d'amarrage déconnectable 1, 2, 3 selon la présente invention comportant une bouée d'annulaire d'amarrage 1,

- ladite bouée d'amarrage étant fixée en-dessous la coque du support flottant, en sous-face de la paroi de fond 2c du touret 2, ledit touret s'étendant sur toute la hauteur d'une cavité 4 traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur,
- 5       - ledit touret 2 étant articulé en rotation par rapport à ladite coque par l'intermédiaire de 3 paliers de roulement 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> explicités ci-après, permettant la rotation dudit support flottant autour d'un axe vertical ZZ' dudit touret et de ladite cavité sans entraîner la rotation de ladite bouée d'amarrage, et
- 10       - ladite bouée d'amarrage permettant la connexion des extrémités supérieures immergées des premières conduites de liaison fond-surface 14 avec les extrémités inférieures des secondes conduites 14c remontant au sein de la cavité 4 jusqu'à un raccord à joint tournant 3 reposant au niveau du pont 10<sub>1</sub> de la coque à l'extrémité supérieure d'un fût central
- 15 d'une structure porteuse 6 supportant les sections de conduites 14 assurant la liaison entre la paroi de fond 2c du touret et le raccord à joint tournant 3.

Les secondes conduites 14c traversent la paroi de fond 2c du touret à partir d'une partie femelle 7b de connecteur automatique en sous-face

20 de la paroi de fond 2c à l'extrémité inférieure des secondes conduites. Ces parties femelles 7b de connecteur automatique coopèrent avec des parties mâles 7a de connecteur automatique à l'extrémité supérieure des premières conduites 14 supportées et amarrées à ladite bouée 1, permettant ainsi la liaison des première et seconde conduites.

25 La partie supérieure de la bouée d'amarrage 1 est constituée par une paroi tubulaire supérieure 1a, de préférence à section circulaire, délimitant une chambre 30 renfermant les extrémités supérieures des premières conduites 14 traversant le fond 30a de la chambre 30, lesdites

30 extrémités supérieures des premières conduites 14 et extrémités inférieures des secondes conduites 14c étant équipées de vannes 8a et respectivement 8b et partie mâle 7a et partie femelle 7b de connecteurs automatiques 7. Un joint torique est appliqué sur le bord supérieur 1b

constituant la tranche de la paroi tubulaire supérieure 1a de la bouée d'amarrage 1.

Les vannes 8a et parties mâles 7a de connecteurs automatiques 7 à l'extrémité supérieure des premières conduites 14 sont supportées par le fond 30a de la chambre des vanne 30.

Les vannes 8b et parties femelles 7b de connecteurs automatiques 7 à l'extrémité inférieure des secondes conduites 14c sont supportées par la paroi de fond 2c du touret.

La bouée d'amarrage 1 comporte une partie inférieure 1c formant un caisson annulaire constituant un flotteur en sous-face de la paroi de fond 30a de la chambre des vannes 30.

De façon connue, le raccord à joint tournant 3 est articulé librement en rotation, de manière à autoriser la rotation dudit support flottant sans entraîner la rotation dudit raccord et des conduites qui lui sont raccordées au niveau du support flottant.

Sur la figure 2 on a représenté en coupe et en vue de côté la section transversale du FPSO selon le plan AA de la figure 1. Le touret 2 est installé dans une cavité 4, de préférence circulaire, traversant verticalement le FPSO 10 sur toute sa hauteur, depuis le pont 10<sub>1</sub> jusqu'au fond de sa coque. La partie supérieure de la cavité 4 présente un redan 10a à la partie supérieure 2a<sub>1</sub> du touret. L'eau de mer est présente à l'intérieur de ladite cavité 4 du FPSO et le touret flotte naturellement dans ladite cavité car la poussée d'Archimède s'exerce sur une structure externe 2b du touret 2.

Pour la clarté des figures, on a représenté des paliers de guidage et de supportage constitués de rouleaux en contact, d'un côté avec la structure externe 2b, et de l'autre avec la structure interne 2a, mais on utilisera avantageusement des dispositifs à roulettes tournant autour d'un axe, lesdites roulettes étant en contact direct avec l'une des structure, par exemple la structure externe 2b, le support de l'axe de ladite roulette étant solidaire de la structure opposée, donc de la structure interne 2a.

Sur la figure 2A on a représenté en coupe et en vue de côté le fonctionnement du touret soumis à la poussée d'Archimède, et pour plus de clarté dans les explications, la coque du FPSO a été supprimée. Le touret 2 est constitué :

- 5        - d'une structure interne 2a solidaire du FPSO, comprenant à son extrémité supérieure une platine périphérique 2a<sub>1</sub> coopérant en appui et de manière solidaire avec le FPSO, notamment par soudage et/ou vissage, de préférence au niveau du pont dudit FPSO, plus particulièrement au niveau d'un redan 10a dudit FPSO. La structure  
10 interne 2a étant une structure tubulaire, de préférence sensiblement circulaire, s'étendant sensiblement sur toute la hauteur du touret, et
- d'une structure externe tubulaire étanche 2b, de préférence sensiblement circulaire, coaxiale à la structure interne tubulaire 2a et comportant un fond 2c assemblé de manière étanche à ladite  
15 structure externe 2b, ledit fond étant traversé de manière étanche par une pluralité de conduites 14.

Sur les figures on a représenté pour plus de clarté, une seule conduite 14 traversant le fond 2c.

La structure interne peut être une structure ajourée constituée d'un  
20 assemblage de poutrelles. Le système d'amarrage au niveau du touret comporte 3 paliers de roulement, à savoir :

- un palier supérieur de guidage latéral 5<sub>3</sub>, et
- un palier inférieur de guidage latéral 5<sub>2</sub>, et
- un palier inférieur de supportage 5<sub>1</sub>.

25        Lesdits paliers 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> sont des paliers de frottement ou de roulement, de préférence des paliers de roulement. Il peut s'agir plus particulièrement de rouleaux intercalés entre la structure interne 2a et la structure externe 2b, et éventuellement supportés par la face interne de la structure externe 2b ou la face externe de la structure interne 2a.

30        On comprend qu'au niveau desdits paliers au moins, ladite structure interne et ladite structure externe présentent une section circulaire. Lesdits paliers supérieur et inférieur de guidage latéral 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> sont

disposés dans l'espace annulaire entre les surfaces latérales externe et interne desdites structure interne et respectivement structure externe, de préférence régulièrement espacées autour de la périphérie et disposés circulairement. Les rouleaux des paliers inférieur et supérieur de guidage latéral 5<sub>2</sub> et 5<sub>3</sub> sont plus particulièrement disposés horizontalement. Dans le cas du palier inférieur de supportage 5<sub>1</sub> lesdits rouleaux sont disposés verticalement. Ils sont avantageusement supportés par la tranche de la structure interne à son extrémité inférieure.

La structure externe 2b étant étanche, la poussée d'Archimède s'exerce sur l'intégralité du volume d'eau déplacé, ladite structure externe a alors tendance à remonter vers la surface, mais elle vient alors en contact au niveau du fond 2c avec l'extrémité inférieure de la structure interne tubulaire 2a, par l'intermédiaire d'un palier de supportage 5<sub>1</sub>.

A titre d'exemple, pour installer un grand nombre de conduites, de gaz, de produits bruts, d'ombilicaux hydrauliques et de câbles électriques, par exemple 36 ou 48 conduites 14, avec tous leurs éléments de sécurité et de contrôle, tel que représenté sur la figure 5, le diamètre extérieur de ladite structure externe 2b peut dépasser 25m, plus particulièrement de 10 à 20m et sa hauteur mouillée est en général supérieure à 20m, peut atteindre 25m, voire plus dans le cas où la coque du support flottant s'étend sur une hauteur de 50m comme dans certains cas. Pour une hauteur de 20 à 25m et un diamètre de 10 à 20m de la structure externe, ceci représente une poussée d'Archimède verticale F de l'ordre de 8.000 à 12.000 tonnes. Cette force verticale considérable, dirigée vers le haut est transmise à la structure interne 2a par l'intermédiaire du palier inférieur de supportage 5<sub>1</sub>, puis à la coque du FPSO par l'intermédiaire de la platine périphérique 2a<sub>1</sub> solidaire dudit FPSO au niveau du redan 1a.

Les structures tubulaire interne et tubulaire externe, ont un axe de rotation commun ZZ sensiblement vertical, grâce aux paliers de guidage latéraux 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> ce qui permet au FPSO de tourner librement autour du même axe ZZ, alors que la bouée annulaire d'amarrage 1 solidaire de la

structure externe 2b présente une orientation selon ledit axe ZZ sensiblement fixe par rapport au fond marin.

Les paliers de guidage latéral supérieur 5<sub>3</sub> et inférieur 5<sub>2</sub> permettent alors une rotation du FPSO autour de l'axe ZZ sensiblement vertical avec un minimum de frottements et d'usure lorsque le FPSO est soumis à des efforts horizontaux dus à la banquise, la houle, le vent ou encore le courant.

Cette disposition est avantageuse par rapport à l'art antérieur, car les moyens de guidage du touret en partie inférieure du FPSO ne sont pas en contact avec l'eau de mer, mais sont au sec et sont donc accessibles depuis l'intérieur de la structure. Les pistes de roulement peuvent ainsi être entretenues et graissées régulièrement, ce qui réduit radicalement les frottements et facilite la rotation du FPSO sur son touret. De plus, les éléments unitaires de roulement peuvent être facilement changés à n'importe quel moment. On effectuera bien sûr, de préférence, ces opérations de maintenance par temps calme, en ayant cependant pris le soin bloquer provisoirement la rotation du touret par des moyens non représentés.

La poussée d'Archimède maintient ainsi naturellement en position les deux structures interne 2a et externe 2b du touret 2, mais un dispositif de sécurité est avantageusement ajouté de manière à éviter la chute vers le bas de la structure externe 2c, en cas, par exemple, d'envahissement du touret par l'eau suite à une rupture de vanne ou à une fuite dans la structure étanche de ladite structure externe 2b. A cet effet, une série de butées et loquets 2d<sub>1</sub>-2d<sub>2</sub> disposés de manière circulaire entre ladite structure externe et ladite structure interne empêche ladite structure externe de tomber vers le bas en cas d'envahissement. Par exemple, une butée 2d<sub>1</sub> est fixe sur la structure de la partie externe 2b, alors que le loquet 2d<sub>2</sub> est mobile en translation horizontale et disposé au sein de la structure interne 2a en dessous de la butée correspondante 2d<sub>1</sub>. Ledit loquet 2d<sub>2</sub> est représenté en position rétractée sur la partie gauche de la figure 2A, et en position déployée de

retenue de la butée 2d<sub>1</sub> sur la partie droite de la figure 2A lorsque la structure externe 2b a tendance à couler. Un loquet similaire est avantageusement utilisé pour bloquer la rotation du touret lors des opérations de maintenance.

5 Lorsque le navire est fortement sollicité, soit par la banquise, soit par la houle, le vent ou le courant son système d'ancrage lié à bouée annulaire d'amarrage 1 le maintient en position. Étant donné les dimensions importantes du FPSO, les efforts de réaction de l'ancrage créent des variations de la tension horizontale H considérables, pouvant  
10 atteindre 5000 à 7500 tonnes dans le cas d'une banquise progressant perpendiculairement au bordé du FPSO, et de 1500 à 3000 tonnes en conditions extrêmes de houle, de vent et de courant. Ces efforts horizontaux sont transmis par la bouée annulaire d'amarrage.

Sur les figures 3A et 3B, on a représenté une structure porteuse en  
15 forme de fût central à section circulaire 6 reposant sur le fond 2c de la structure externe 2b du touret et servant à la fois pour supporter les conduites 14 traversant la cavité 4 pour rejoindre le raccord à joint tournant 3, et supportant le raccord à joint tournant 3 lui-même à son sommet, sensiblement au niveau du pont du support flottant 10.

20 L'invention a été décrite avec un palier de supportage 5<sub>1</sub> situé entre le bas de la structure interne 2a et le fond de la structure externe étanche 2c, mais selon une variante de l'invention, ledit palier de supportage est situé au niveau du sommet de la structure extérieure étanche 2b, entre cette dernière et la structure interne, au niveau de la  
25 sous-face de la platine périphérique 2a<sub>1</sub>.

## REVENDICATIONS

1. Support flottant (10) de production pétrolière comportant un système d'amarrage déconnectable (1, 2, 3) de lignes d'ancrage (13) au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface (14) comportant :
- 5 - une bouée d'amarrage (1) desdites lignes d'ancrage (13) et de premières conduites de liaison fond-surface (14,14a,14b) s'étendant depuis ladite bouée où elles sont amarrées jusqu'au fond de la mer de préférence ladite bouée étant une bouée annulaire, et
- 10 - un touret (2) s'étendant au sein d'une cavité (4) traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ladite bouée d'amarrage étant fixée dessous la coque du support flottant audit touret (2), ledit touret coopérant avec la coque au sein de ladite cavité (4) traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ledit touret étant articulé en rotation par rapport à ladite coque par l'intermédiaire d'au moins un
- 15 palier de roulement ou de frottement ( $5_1, 5_2, 5_3$ ), de préférence un palier de roulement de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' dudit touret et de ladite cavité, sans entraîner la rotation de ladite bouée d'amarrage par rapport au même axe vertical ZZ', et
- 20 - des secondes conduites de liaison (14c) entre l'extrémité supérieure desdites premières conduites de liaison fond-surface (14,14a,14b) et le pont du support flottant ( $10_1$ ), remontant au sein de la cavité (4) jusqu'à un raccord (3) d'une pluralité de dites secondes conduites (14c), ledit raccord (3) étant solidaire du support flottant de
- 25 préférence au niveau du pont ( $10_1$ ) du support flottant, ledit raccord du type raccord à joint tournant étant articulé en rotation de manière à autoriser la rotation dudit support flottant sans entraîner la rotation dudit raccord,
- caractérisé en ce que ledit touret (2) comprend :
- 30 - une structure externe tubulaire étanche (2b) selon le même axe vertical ZZ', de préférence à section circulaire, comportant une paroi de fond (2c) assemblé de manière étanche à l'extrémité inférieure de ladite structure externe tubulaire étanche (2b),

- ladite structure externe tubulaire (2b) contenant une structure interne (2a), de préférence une structure interne tubulaire à section circulaire coaxiale à ladite structure externe tubulaire, ladite structure interne étant solidaire de la coque au niveau de son extrémité supérieure  
5 (2a<sub>1</sub>),

- ladite paroi de fond (2c) de la structure externe étanche (2b) étant traversé de manière étanche par une pluralité de dites conduites (14) traversant et supportée par ladite structure interne,

- ladite structure externe étanche n'étant pas supportée par ladite  
10 coque ni fixée à ladite coque et, de par ses dimensions, flottant naturellement dans la cavité immergée dudit support flottant,

- lesdites structure interne et structure tubulaire externe coopérant avec au moins un palier inférieur de roulement ou de frottement, de préférence un palier de roulement (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>), autorisant la rotation de ladite  
15 structure interne, ladite structure externe n'étant pas entraînée en rotation lorsque ledit support flottant est entraîné en rotation autour dudit axe vertical de la cavité et de ladite structure externe tubulaire étanche ZZ', et

- ledit palier inférieur de roulement ou de frottement (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) étant situé en dessous de la surface de l'eau mais à l'intérieur de ladite structure  
20 externe étanche.

2. Support flottant selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un palier inférieur de roulement (5<sub>1</sub>) dit de supportage intercalé entre la paroi de fond (2c) de ladite structure externe tubulaire étanche (2b) et l'extrémité inférieure de ladite structure interne  
25 (2a).

3. Support flottant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins un palier inférieur latéral de roulement dit de guidage (5<sub>3</sub>) intercalé entre le surface interne latérale de ladite structure tubulaire  
30 externe (2b) et la surface externe latérale de ladite structure interne, ledit palier inférieur de guidage latéral étant situé dessous le niveau de la surface de l'eau et plus proche de ladite paroi de fond (2c) de ladite

structure externe tubulaire que de l'extrémité supérieure de ladite structure externe tubulaire, et

- au moins un palier supérieur latéral de roulement dit de guidage (5<sub>2</sub>), intercalé entre la surface interne latérale de la structure tubulaire externe et la surface externe de ladite structure interne, ledit palier étant  
5 situé plus proche de l'extrémité supérieure de ladite structure externe tubulaire que du fond de ladite structure externe tubulaire.

4. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le(s)dit(s) palier(s) de roulement est(sont)  
10 constitué(s) par des rouleaux ou des roulettes.

5. Support flottant selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits rouleaux ou roulettes sont disposés circulairement autour de ladite structure interne, de préférence régulièrement espacés dans l'espace annulaire et lesdites structure interne et structure externe.

15 6. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdites structure externe tubulaire (2b) et structure interne (2a) comportent des moyens de butée (2d<sub>1</sub>) ou respectivement moyens de retenue (2d<sub>2</sub>) empêchant ladite structure externe de couler en  
20 cas d'envahissement accidentel d'eau de mer à l'intérieur de la structure externe tubulaire (2b) par perte d'étanchéité, lesdits moyens de butée et de retenue permettant la retenue de la structure externe par ladite structure interne.

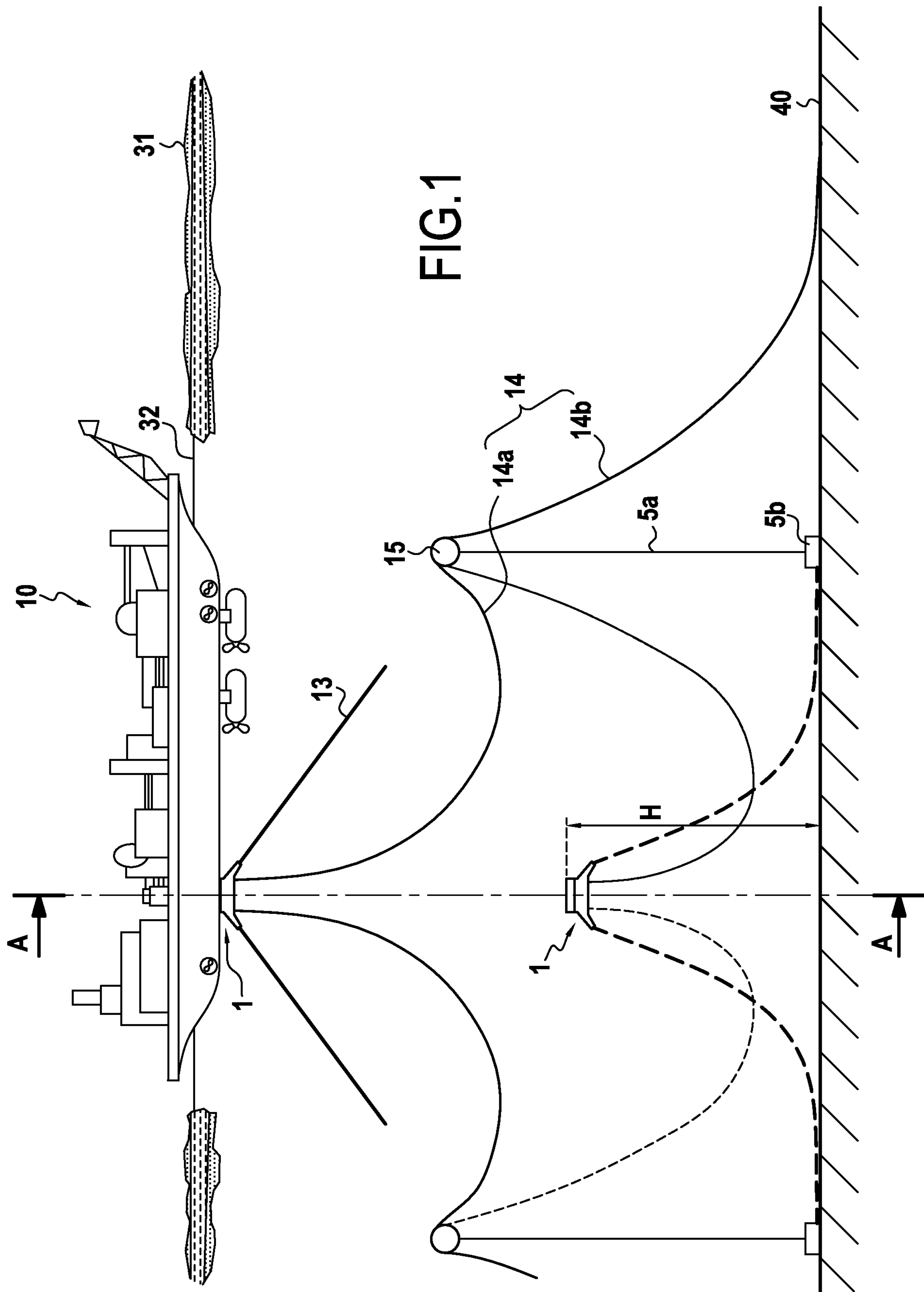
7. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite structure interne (2a) comporte à son  
25 extrémité supérieure une platine périphérique supérieure (2a<sub>1</sub>) par l'intermédiaire de laquelle ladite structure interne est rendue solidaire de la coque dudit support flottant.

8. Support flottant selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite platine supérieure (2a<sub>1</sub>) est en appui au niveau d'un redan (10a) à  
30 l'extrémité supérieure de ladite cavité (4), de préférence de manière à ce

que ladite platine supérieure (2a<sub>1</sub>) ne dépasse pas en hauteur le niveau du pont (10<sub>1</sub>) du support flottant.

9. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ladite structure interne (2a) renferme une structure porteuse (6), de préférence en forme de fût central, de préférence à section circulaire, reposant sur la paroi de fond (2c) de ladite structure externe tubulaire (2b) et s'étendant jusqu'au niveau du pont (10<sub>1</sub>) du support flottant, ladite structure porteuse maintenant en position supportant lesdites secondes conduites (14) traversant la structure interne, et de préférence ledit raccord à joint tournant (3) reposant par-dessus ladite structure porteuse au niveau du pont (10<sub>1</sub>) du support flottant.

10. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite bouée comprend une paroi tubulaire supérieure (1a), de préférence à section circulaire, délimitant une chambre (30) dite chambre des vannes lorsque le bord supérieur (1b) de la paroi supérieure tubulaire (1a) de la bouée est appliqué contre la paroi de fond (2c) du touret, ladite chambre des vannes (30) renfermant les extrémités supérieures desdites premières conduites (14) traversant la paroi de fond (30a) de ladite chambre des vannes, les extrémités supérieures desdites premières conduites (14) étant équipées de vannes (8) et/ou de partie mâle ou femelle (7a,7b) de connecteur automatique, supportées par ladite paroi de fond (30a) de la chambre des vannes (30), et ladite bouée comportant en partie inférieure un caisson annulaire (1c) constituant un flotteur en sous face de la paroi de fond (30a) de la chambre des vannes.



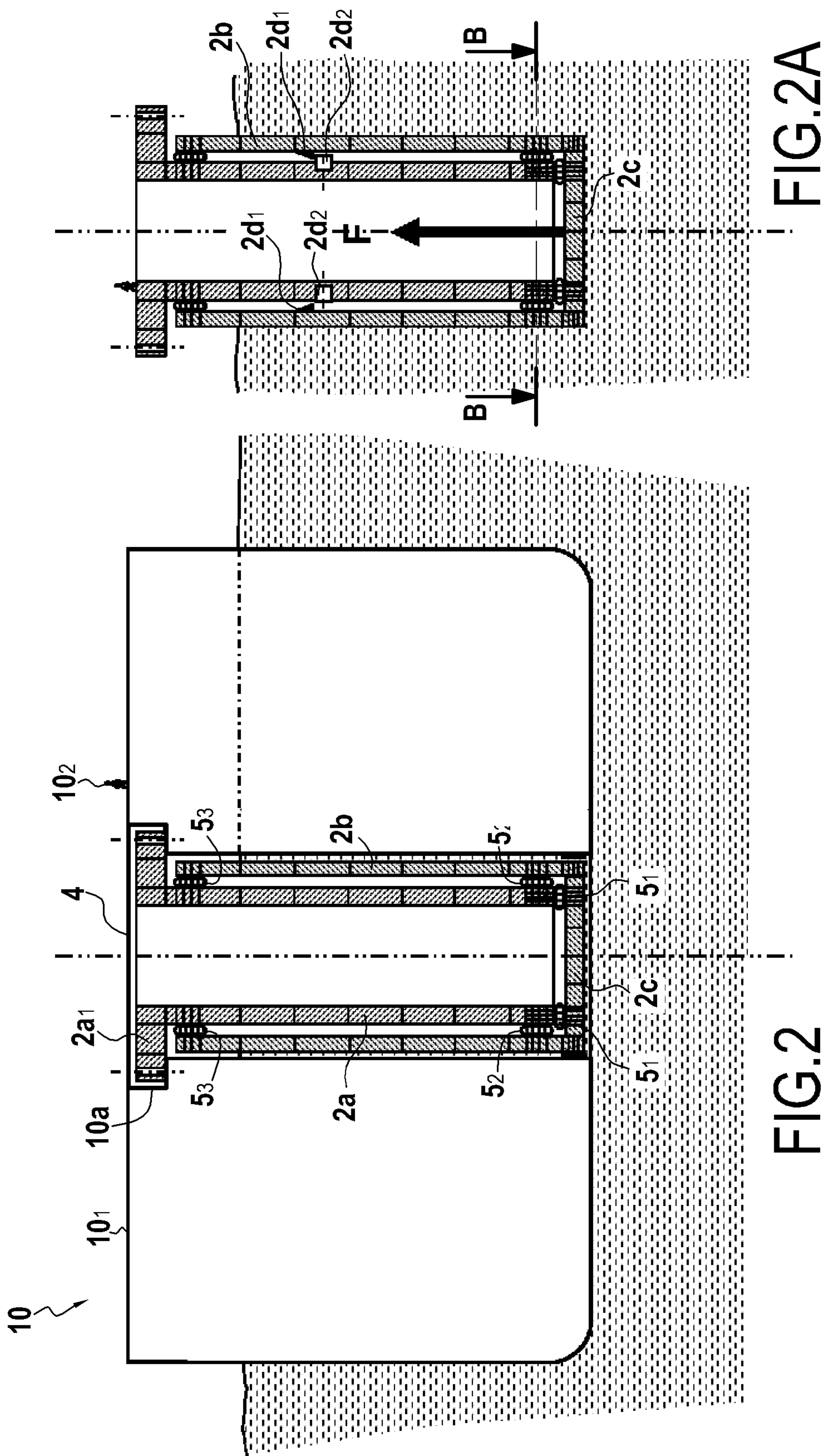


FIG. 2A

FIG. 2

3/4

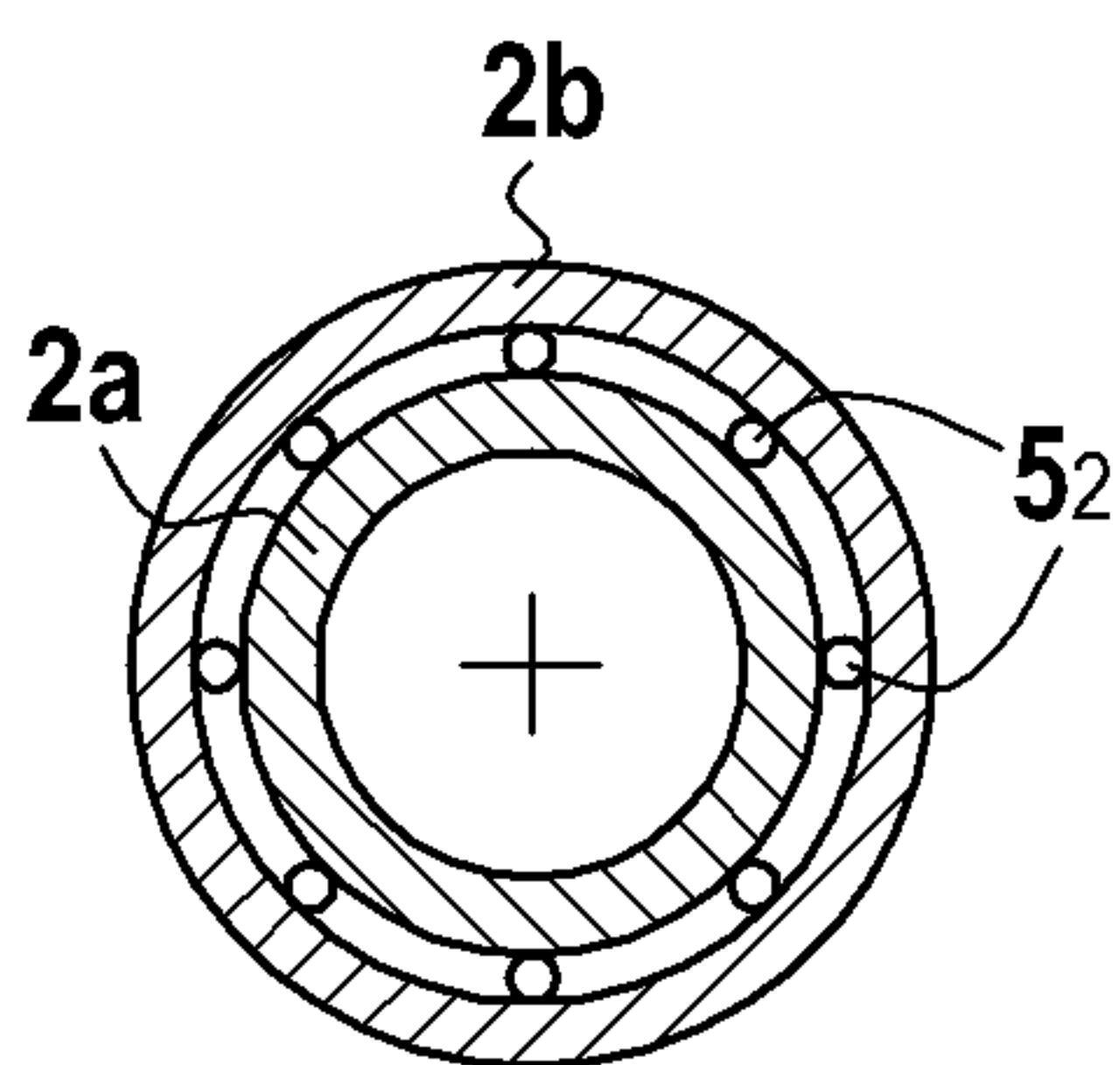


FIG. 2B

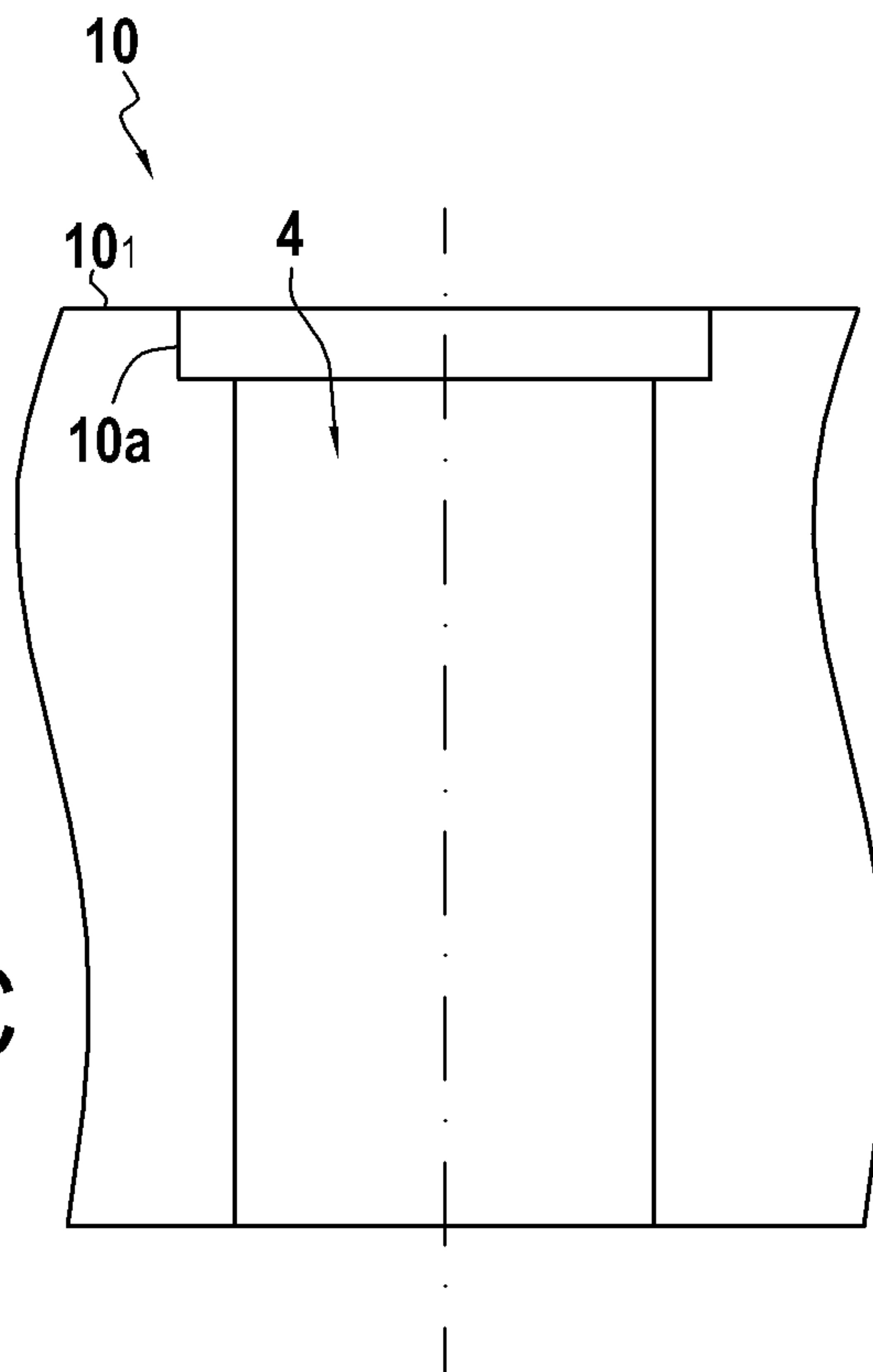


FIG. 2C

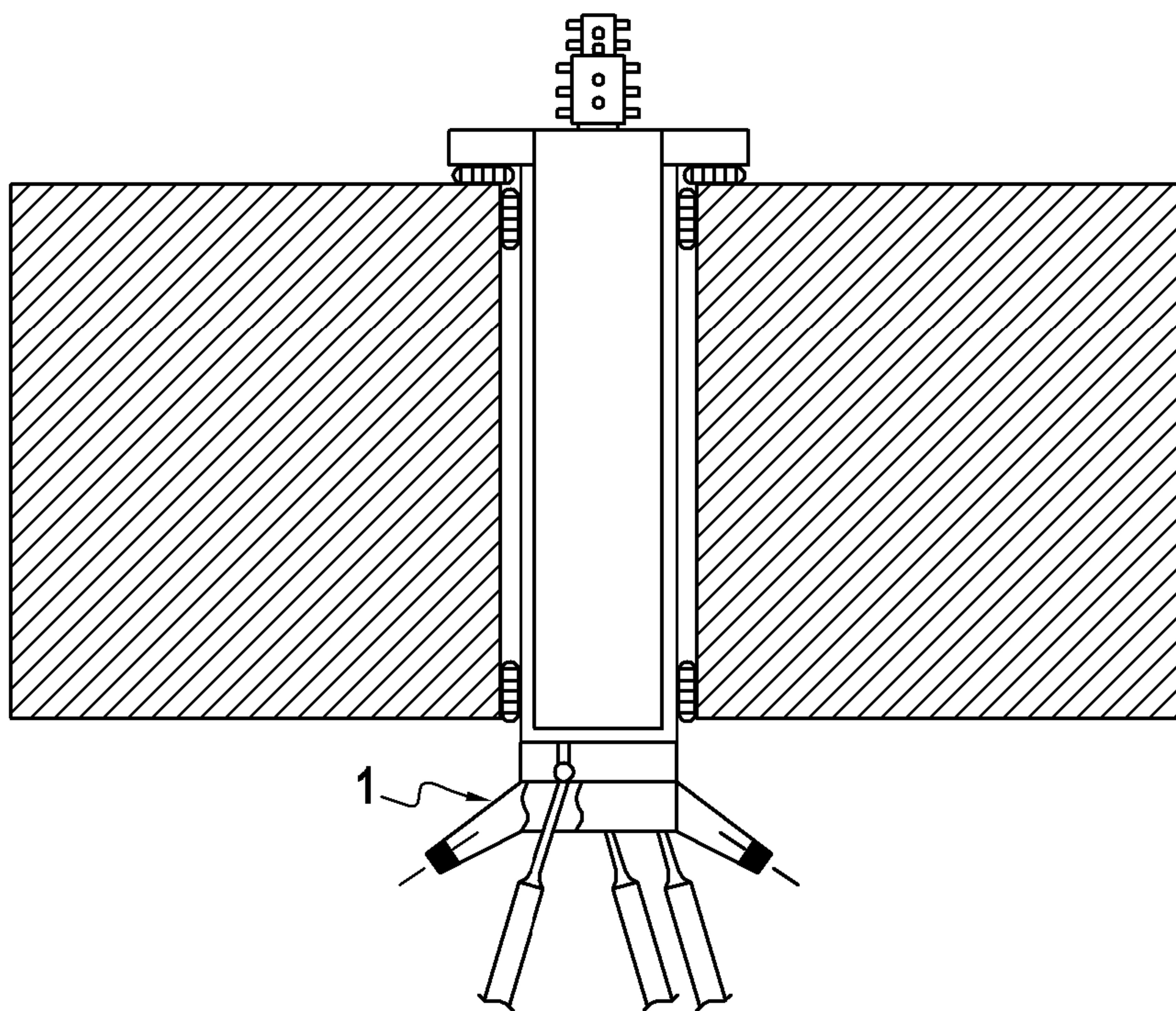


FIG. 2D

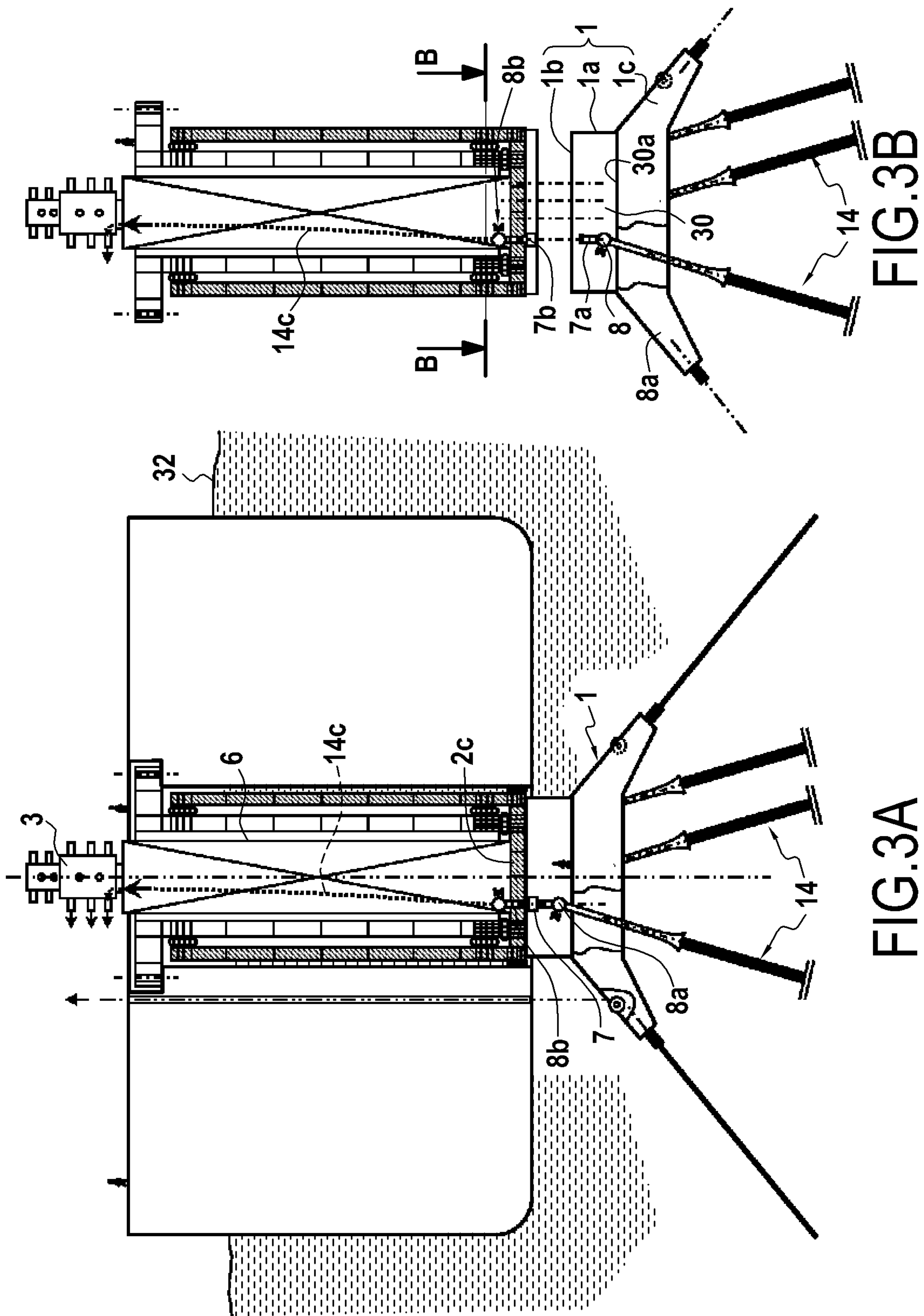


FIG.3B

FIG.3A

