(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
6 mai 2016 (06.05.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/066968 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H05B 6/10 (2006.01) *H05B 6/44* (2006.01)
H05B 6/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/052919

(22) Date de dépôt international :
29 octobre 2015 (29.10.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 60511 31 octobre 2014 (31.10.2014) FR

(71) Déposant : **SAIPEM S.A.** [FR/FR]; 1/7 avenue San Fernando, F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR).

(72) Inventeurs : **SETTOUTI, Narimane**; 204 rue de la croix Nivert, F-75015 Paris (FR). **RUER, Jacques**; 2 impasse des bolets, F-78112 Fourqueux (FR). **MUGUERRA, Philippe**; 1 bis impasse des sablons, F-78210 Saint Cyr L'Ecole (FR). **SPUDIC, Damien**; 2 impasse du Donjon, F-92500 Rueil-Malmaison (FR).

(74) Mandataires : **BOURA, Olivier** et al.; Cabinet Beau de Loménie, 232 avenue du Prado, F-13008 Marseille (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : STATION FOR HEATING FLUIDS FLOWING THROUGH A NETWORK OF SUBMARINE PIPELINES

(54) Titre : STATION DE CHAUFFAGE DE FLUIDES CIRCULANT DANS UN RESEAU DE CONDUITES SOUS-MARINES

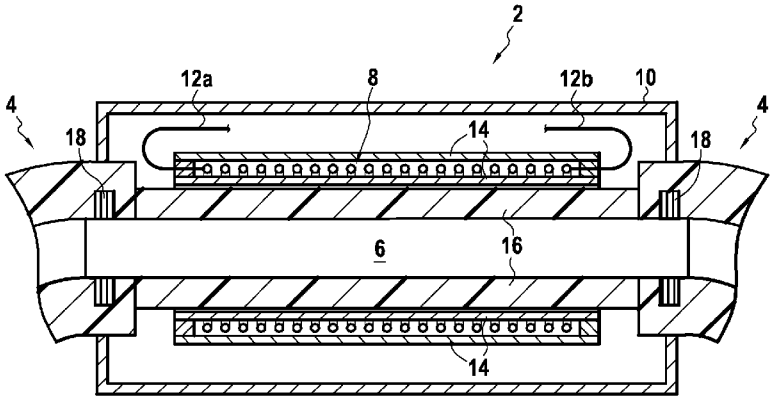

FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a station (2) for heating fluids flowing through a network of submarine pipelines, comprising at least one heating duct (6) made from conductive material and intended to be connected to a submarine pipeline (4) for transporting fluids, and at least one solenoid (8) wound around part of the heating duct and supplied with electric current in order to heat said part of the heating duct by means of electromagnetic induction.

(57) Abrégé : L'invention concerne une station de chauffage (2) de fluides circulant dans un réseau de conduites sous-marines, comprenant au moins un conduit de chauffage (6) en matériau conducteur destiné à être raccordé à une conduite sous-marine (4) de transport de fluides, au moins un solénoïde (8) enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage et alimenté en courant électrique pour chauffer la partie de conduit de chauffage par induction électromagnétique.

WO 2016/066968 A1

Titre de l'invention

Station de chauffage de fluides circulant dans un réseau de conduites sous-marines

Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des conduites sous-marines reposant au fond de la mer et assurant une liaison entre des puits de production d'hydrocarbures sous-marins, notamment de pétrole et de gaz, et une installation de surface, par exemple une unité flottante de production, de stockage et de déchargement.

Dans un même champ de production d'hydrocarbures offshore, il est courant d'exploiter plusieurs puits qui peuvent être séparés les uns des autres de plusieurs kilomètres, voire dizaines de kilomètres. Les fluides issus de ces différents puits doivent être collectés par des conduites sous-marines posées au fond de la mer et transférés par des conduites de liaison fond/surface vers une installation de surface, par exemple un navire ou un point de collecte terrestre, qui va les recueillir pour les stocker (et éventuellement les traiter).

Par ailleurs, du fait de leur extraction à une grande profondeur dans le sous-sol, les fluides (pétrole et gaz) issus des puits de production d'hydrocarbures sous-marins sortent à une température relativement élevée au niveau du fond de la mer (typiquement de l'ordre de 70°C). L'eau de mer étant généralement froide, surtout aux grandes profondeurs où elle est typiquement de 4°C, si aucune disposition n'est prise pour conserver la chaleur des fluides en sortie des puits de production, ceux-ci vont se refroidir progressivement en parcourant les kilomètres de conduites sous-marines. Or, ces fluides contiennent divers composés chimiques pour lesquels un refroidissement fait apparaître des phénomènes gênants pour le maintien de bonnes conditions de circulation.

Ainsi, les molécules de gaz, notamment le méthane, se combinent aux molécules d'eau pour former, à basse température, des cristaux d'hydrates. Ces derniers peuvent coller aux parois, s'y agglomérer et conduire à la formation de bouchons capables de bloquer la conduite sous-marine. De même, la solubilité dans le pétrole des composés à haut poids moléculaires, comme les paraffines ou les asphaltènes, diminue

lorsque la température baisse, ce qui donne naissance à des dépôts solides capables eux-aussi de bloquer la conduite sous-marine.

L'une de ces solutions connues pour tenter de remédier à ces problèmes consiste à isoler thermiquement les conduites sous-marines afin de conserver autant que possible la chaleur initiale des fluides transportés. Plusieurs technologies sont disponibles à cet effet, dont par exemple la mise en œuvre de conduites coaxiales comprenant une conduite interne véhiculant les fluides et une conduite externe coaxiale à la précédente en contact avec le milieu sous-marin, l'espace annulaire entre ces conduites interne et externe étant rempli d'un matériau d'isolation thermique ou encore vidé de tout gaz.

Cependant, cette solution d'isolation thermique des conduites sous-marines ne permet au mieux que de ralentir le refroidissement inéluctable des fluides transportés. Notamment, si la distance à parcourir au fond de l'eau est trop importante, ou si le débit de fluide est ralenti voire stoppé pour un certain temps, la température des fluides peut descendre en-dessous d'un seuil critique.

Une autre solution connue pour éviter la formation de bouchons dans les conduites sous-marines consiste à nettoyer fréquemment ces dernières en faisant circuler à l'intérieur de celles-ci des racleurs (ou « pig » en anglais) qui enlèvent des parois les éventuels dépôts.

Toutefois, le raclage d'une conduite sous-marine ne peut au mieux qu'éliminer des dépôts de tailles relativement modestes pour éviter tout risque de voir le racleur se coincer dans la conduite. Aussi, malgré le recours au raclage, cette solution nécessite quand même d'isoler thermiquement les conduites pour limiter autant que possible la formation de dépôts solides à l'intérieur de celles-ci.

Encore une autre solution connue consiste à chauffer les conduites sous-marines sur toute leur longueur grâce à un ou plusieurs câbles électriques qui sont enroulés autour des conduites pour les chauffer par effet Joule. Cette solution qui est appelée « chauffage tracé » (ou « trace heating » en anglais) permet de maintenir les fluides transportés dans les conduites sous-marines à une température supérieure à un seuil critique sur tout leur trajet depuis le puits de production jusqu'à l'installation de surface.

Cette dernière solution présente d'évidents problèmes liés à l'installation de tels câbles électriques de chauffage sur toute la longueur des conduites sous-marines, avec les coûts importants que cela représente en termes d'installation et de maintenance. Par ailleurs, le chauffage tracé est basé sur la continuité de l'installation tout le long des conduites sous-marines. Or, si cette continuité venait à être rompue pour une raison ou une autre à un endroit des conduites, toute l'installation se trouverait hors service. Cette contrainte impose donc de considérer ce type de chauffage uniquement pour les phases dites de préservation des fluides transportés, et non pour les phases opérationnelles de fonctionnement.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de proposer une station de chauffage qui ne présente pas les inconvénients précités.

Ce but est atteint grâce à une station de chauffage de fluides circulant dans un réseau de conduites sous-marines, comprenant au moins un conduit de chauffage en matériau conducteur destiné à être raccordé à une conduite sous-marine de transport de fluides, au moins un solénoïde enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage et alimenté en courant électrique pour chauffer la partie de conduit de chauffage par induction électromagnétique.

La station de chauffage selon l'invention est remarquable par sa grande souplesse d'utilisation : en disposant judicieusement une ou plusieurs stations de chauffage le long des conduites sous-marines, il est possible d'assurer un niveau de température des fluides transportés suffisant sur une très grande longueur de conduites sous-marines. A titre d'exemple, sur un réseau de conduites sous-marines de 240km de long, et dans le cas d'une gestion du chauffage qui exigerait en phase de fonctionnement normal un chauffage continu des conduites, ces stations de chauffage pourraient être raccordées tous les 30km environ le long des conduites.

De plus, ces stations de chauffage sont entièrement amovibles et peuvent donc être aisément déconnectées des conduites sous-marines pour être déplacées en un autre endroit du réseau ou pour subir une opération de maintenance ou de réparation. Elles peuvent également être intégrées à des réseaux de conduites existants car leur raccordement sur

une conduite sous-marine ne nécessite pas d'importantes modifications du réseau. En cas de défaillance d'une station de chauffage, le reste de la ligne de fonctionnement ne s'en trouvera pas affecté (les autres stations de chauffage ne seront pas mises hors service).

Les stations de chauffage selon l'invention présentent ainsi une grande facilité d'installation sur un réseau de conduites (elles sont amovibles et indépendantes les unes des autres), une très grande souplesse d'utilisation (elles peuvent être utilisées en phase de fonctionnement normal, en phase de préservation des fluides, etc.), et un faible coût d'installation et d'entretien.

Avantageusement, le conduit de chauffage comprend une pluralité d'enroulements de conduit munis chacun d'une section de conduit autour de laquelle est enroulé un solénoïde. Ainsi, il est possible de chauffer une importante longueur de conduit sur un faible encombrement au sol. Dans ce cas, les enroulements de conduit peuvent former un serpentin.

Le conduit de chauffage peut comprendre un nombre d'enroulements de conduit qui est un multiple du nombre de phases du courant électrique d'alimentation, les enroulements de conduit étant chacun d'une section de conduit autour de laquelle est enroulé un solénoïde, les solénoïdes étant montés électriquement de manière à obtenir un montage polyphasé. Ainsi, le conduit de chauffage peut comprendre six enroulements de conduit, les solénoïdes étant montés par séries de deux pour former trois paires de solénoïdes alimentées en courant triphasé.

De préférence, la station de chauffage comprend en outre un isolant intercalé entre le conduit de chauffage et le solénoïde. La présence d'un isolant permet d'assurer une isolation thermique du conduit de chauffage pour éviter toute déperdition de chaleur vers l'extérieur.

De préférence également, la station de chauffage comprend en outre des culasses magnétiques disposées de part et d'autre du solénoïde pour contenir le champ électromagnétique créé par celui-ci. La présence des culasses magnétiques permet de concentrer le flux du champ électromagnétique vers le conduit de chauffage.

Le solénoïde peut être enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage en au moins deux couches superposées. Le solénoïde peut aussi être noyé dans une résine.

Le conduit de chauffage et le solénoïde sont avantageusement logés dans une enceinte étanche qui est amovible et apte à être raccordée à une conduite sous-marine de transport de fluides.

Dans ce cas, une paroi de l'enceinte peut comprendre une couche de matériau isolant thermique et l'enceinte peut être destinée à être raccordée une conduite sous-marine de transport de fluides de manière directe ou au moyen d'une conduite de raccordement.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue schématique d'une station de chauffage selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique d'une station de chauffage selon une variante du premier mode de réalisation ;
- la figure 3 est une vue schématique d'une station de chauffage selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- les figures 4 à 7 montrent différentes caractéristiques des stations de chauffage selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

L'invention s'applique à tout réseau de conduites sous-marines assurant une liaison entre au moins un puits de production d'hydrocarbures sous-marin et une installation de surface.

Un tel réseau de conduites sous-marines a pour but de transporter les hydrocarbures (pétrole et gaz) provenant d'un ou plusieurs puits de production sous-marins pour les acheminer vers une installation de surface, par exemple une unité flottante de production, de stockage et de déchargement (également appelée FPSO pour « Floating Production Storage and Offloading » en anglais).

Ces réseaux comprennent généralement plusieurs conduites sous-marines posées au fond de la mer et dans lesquelles circulent les fluides provenant des puits de production.

Pour maintenir les fluides transportés dans ces conduites sous-marines à une température supérieure à un seuil critique permettant d'éviter la formation de dépôts à l'intérieur desdites conduites, l'invention prévoit de raccorder les conduites à une ou plusieurs stations de chauffage amovibles telles que celle représentée sur la figure 1.

La station de chauffage 2 représentée sur la figure 1 est raccordée de manière amovible sur une conduite sous-marine 4. Elle est commandée depuis l'installation en surface (non représentée sur la figure) en fonction notamment du mode de fonctionnement du réseau (typiquement : phase de fonctionnement normal, phase de préservation ou phase de redémarrage de la production).

La station de chauffage 2 selon l'invention fonctionne sur le principe de l'induction électromagnétique. A cet effet, elle comprend au moins un conduit de chauffage 6 réalisé dans un matériau conducteur (par exemple en métal, en acier inoxydable, en carbone, etc.) et qui est raccordé à une conduite sous-marine 4 dans laquelle circulent les fluides en provenance de puits de production, et au moins un solénoïde 8 qui est enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage et alimenté en courant électrique depuis l'installation de surface pour chauffer la partie de conduit de chauffage par induction électromagnétique.

Plus précisément, le conduit de chauffage 6 et le solénoïde 8 peuvent être logés à l'intérieur d'une enceinte étanche 10 qui repose au fond de la mer et qui peut être aisément déplacée en un autre endroit du réseau, par exemple pour subir une opération de maintenance ou de réparation (typiquement par l'intermédiaire d'un robot piloté depuis l'installation en surface). De façon avantageuse, l'enceinte 10 de la station de chauffage selon l'invention présente un faible encombrement au sol. Alternativement, le conduit de chauffage peut être directement dans l'eau, seule l'étanchéité du solénoïde étant assurée.

Sur l'exemple de réalisation de la figure 1, le solénoïde 8 est constitué par bobinage en une couche de spires d'un fil en cuivre qui est raccordé à une extrémité à un câble électrique d'entrée 12a et à

l'extrémité opposée à un câble électrique de sortie 12b, ces câbles 12a, 12b étant alimentés en courant électrique depuis l'installation en surface.

A titre d'exemple, pour réaliser le solénoïde 8, on pourra utiliser un bobinage de 80 spires par mètre d'un fil en cuivre d'un diamètre de 8mm et qui est incorporé entre deux tubes 14 réalisés en plastique renforcé par des fibres de verre. Le volume interne délimité par les tubes 14 peut être rempli par une résine.

Toujours à titre d'exemple, on pourra appliquer aux bornes du solénoïde 8 ainsi assemblé une tension électrique de l'ordre de 2640V avec une intensité de 150A.

De préférence, la station de chauffage 2 comprend en outre un isolant 16 qui est intercalé entre le conduit de chauffage 6 et le solénoïde 8. Par exemple, cet isolant 16 pourra être réalisé à base de polypropylène, de polyuréthane ou de polyéthylène.

La présence d'un tel isolant 16 permet ainsi d'assurer une isolation thermique efficace du conduit de chauffage 6 pour éviter toute déperdition de chaleur vers l'extérieur.

Par ailleurs, en alternative ou en complément de cet isolant 16, la paroi de l'enceinte 10 peut comprendre une couche de matériau isolant thermique.

De préférence également, la station de chauffage 2 comprend encore deux culasses magnétiques 18 qui sont disposées de part et d'autre du solénoïde 8 pour contenir le champ électromagnétique créé par celui-ci. Par exemple, comme représenté sur l'exemple de réalisation de la figure 1, ces culasses 18 pourront être disposées autour du conduit de chauffage 6 à chaque extrémité de celui-ci.

Typiquement, chaque culasse 18 est composée d'un paquet de tôles magnétiques de 100mm d'épaisseur environ. En contenant le champ électromagnétique, ces culasses permettent de diminuer le besoin de courant inducteur pour une valeur de chauffage donnée. Par ailleurs, la présence de ces culasses permet d'éviter tout rayonnement électromagnétique en dehors du conduit de chauffage 6, ce qui évite toute interférence avec les équipements électroniques au voisinage.

La figure 2 représente une variante de réalisation dans laquelle le solénoïde 8' de la station de chauffage 2' enroulé autour du conduit de chauffage 6 en deux couches superposées.

Avec une telle disposition, il est possible de faire en sorte que le câble électrique d'entrée 12'a et le câble électrique de sortie 12'b soient positionnés à une même extrémité du solénoïde 8'. Ainsi, le raccordement de ces câbles 12'a, 12'b à l'installation en surface est plus simple à réaliser (par rapport à la disposition de la figure 1).

La figure 3 est une vue schématique d'une station de chauffage 2" selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Dans ce mode de réalisation, le conduit de chauffage 6 de la station de chauffage 2" comprend une pluralité d'enroulements de conduit 20 (par exemple au nombre de six) munis chacun d'une section de conduit 22, par exemple rectiligne, autour de laquelle est enroulé un solénoïde 8.

Comme visible sur la figure 3, ces enroulements de conduit 20 forment un serpentin, ce dernier étant logé à l'intérieur d'une enceinte étanche 10. Par serpentin, on entend ici un conduit de chauffage qui est enroulé en spirale ou en hélice de manière à faire tenir une grande longueur de conduit dans une enceinte 10 de dimensions limitées.

A titre d'exemple, on pourra réaliser un serpentin comprenant six sections rectilignes de conduit 22 ayant chacune une longueur de 20m, ce qui permet de faire tenir 120m de portions de conduit de chauffage au sein d'une enceinte de faible encombrement au sol.

Chaque section rectiligne de conduit 22 de la station de chauffage 2" est chauffée par un solénoïde particulier. Plus précisément, la station de chauffage 2" de ce deuxième mode de réalisation comprend avantageusement six solénoïdes 8-1 à 8-6 qui sont montés par séries de deux pour former trois paires de solénoïdes. Ainsi, le solénoïde 8-1 est monté en série avec le solénoïde 8-4, le solénoïde 8-2 est monté en série avec le solénoïde 8-5 et le solénoïde 8-3 est monté en série avec le solénoïde 8-6.

Ces trois paires de solénoïdes ainsi formées sont de préférence alimentées depuis l'installation en surface en courant électrique triphasé. Par exemple, on utilisera pour chaque solénoïde un courant électrique d'intensité de 150A. Quant à la tension aux bornes de ce montage, elle dépendra du schéma de branchement électrique (en étoile ou en triangle). De plus, dans une variante non représentée, les trois paires de solénoïdes peuvent être montées en parallèle (plutôt qu'en série).

Avec une telle disposition, il est possible d'atteindre une puissance de chauffage du conduit de chauffage 6 qui atteint 1200 kW, ce qui permet de faire monter la température extérieure de ce conduit de chauffage jusqu'à 120°C.

Bien entendu, comme pour le premier mode de réalisation décrit en liaison avec les figures 1 et 2, la station de chauffage 2" peut également comprendre un isolant 16 qui est intercalé entre chaque section rectiligne de conduit 22 et chaque solénoïde 8-1 à 8-6. De même, des culasses magnétiques 18 peuvent être avantageusement disposées de part et d'autre des solénoïdes 8-1 à 8-6 pour contenir les champs électromagnétiques créés par celles-ci.

De plus, les sections de conduit autour desquelles sont enroulés les solénoïdes ne sont pas forcément rectilignes et l'agencement des solénoïdes peut être différent de celui décrit ici. De même, le nombre d'enroulements de conduit n'est pas nécessairement égal à six (il est de préférence un multiple du nombre de phases du courant électrique utilisé pour l'alimentation : typiquement de 4, 8, 12, etc. pour un courant biphasé, de 6, 9, 12, etc. pour un courant électrique triphasé, etc.).

En liaison avec les figures 4 à 7, on décrira maintenant différentes caractéristiques communes aux différentes stations de chauffage décrites ci-avant.

Comme représenté sur la figure 5, la station de chauffage 2, 2', 2" est raccordée directement à une conduite sous-marine 4 par exemple au moyen de vannes 24.

Alternativement, dans le mode de réalisation de la figure 6, la station de chauffage 2, 2', 2" est raccordée à une conduite sous-marine 4 au moyen d'une conduite de contournement 26 (ou conduite « by-pass ») reliée à la conduite sous-marine correspondante par des vannes 24. De plus, la conduite sous-marine 4 est équipée d'une vanne de contournement 28.

Dans le mode de réalisation de la figure 7, la conduite sous-marine 4 est raccordée à deux stations de chauffage 2, 2', 2" installées en série sur le principe de raccordement de la figure 6 (par l'intermédiaire de conduites de contournement 26 et le recours à des vannes de contournement 28).

Ce mode de réalisation prévoit ainsi une redondance des stations de chauffage dans lequel chaque station de chauffage est capable d'assurer seule le chauffage voulu des fluides transportés. En temps normal, une seule de ces deux stations de chauffage est utilisée ou les deux le sont à mi-puissance. Si l'une des stations de chauffage est retirée, l'autre station prend le relais.

Enfin, dans la variante de réalisation de la figure 8, la conduite sous-marine 4 est raccordée à deux stations de chauffage 2, 2', 2" installées en parallèle avec la présence en amont et en aval des stations de chauffage de dispositifs 30 permettant d'assurer un aiguillage d'un racleur destiné à racler les éventuels dépôts des parois.

REVENDICATIONS

1. Station de chauffage (2, 2', 2") de fluides circulant dans un réseau de conduites sous-marines, comprenant une enceinte étanche (10) amovible à l'intérieur de laquelle sont logés au moins un conduit de chauffage (6) en matériau conducteur destiné à être raccordé de manière amovible à une conduite sous-marine (4) de transport de fluides, et au moins un solénoïde (8, 8', 8-1 à 8-6) enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage et alimenté en courant électrique pour chauffer la partie de conduit de chauffage par induction électromagnétique.

2. Station de chauffage selon la revendication 1, dans laquelle le conduit de chauffage comprend une pluralité d'enroulements de conduit (20) munis chacun d'une section de conduit (22) autour de laquelle est enroulé un solénoïde (8-1 à 8-6).

3. Station de chauffage selon la revendication 2, dans laquelle les enroulements de conduit forment un serpentin.

4. Station de chauffage selon l'une des revendications 2 et 3, dans laquelle le conduit de chauffage comprend un nombre d'enroulements de conduit qui est un multiple du nombre de phases du courant électrique d'alimentation, les enroulements de conduit étant chacun d'une section de conduit autour de laquelle est enroulé un solénoïde, les solénoïdes étant montés électriquement de manière à obtenir un montage polyphasé.

5. Station de chauffage selon la revendication 4, dans laquelle le conduit de chauffage comprend six enroulements de conduit, les solénoïdes étant montés par séries de deux pour former trois paires de solénoïdes alimentées en courant triphasé.

6. Station de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant en outre un isolant (16) intercalé entre le conduit de chauffage (6) et le solénoïde (8, 8', 8-1 à 8-6).

7. Station de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant en outre des culasses magnétiques (18) disposées de part et d'autre du solénoïde (8, 8', 8-1 à 8-6) pour contenir le champ électromagnétique créé par celui-ci.

8. Station de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le solénoïde est enroulé autour d'une partie du conduit de chauffage en au moins deux couches superposées.

9. Station de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle le solénoïde est noyé dans une résine.

10. Station de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle le conduit de chauffage et le solénoïde sont logés dans une enceinte étanche (10) qui est amovible et apte à être raccordée à une conduite sous-marine (4) de transport de fluides.

11. Station de chauffage selon la revendication 10, dans laquelle une paroi de l'enceinte (10) comprend une couche de matériau isolant thermique.

12. Station de chauffage selon l'une des revendications 10 et 11, dans laquelle l'enceinte (10) est destinée à être raccordée une conduite sous-marine de transport de fluides de manière directe ou au moyen d'une conduite de raccordement (26).

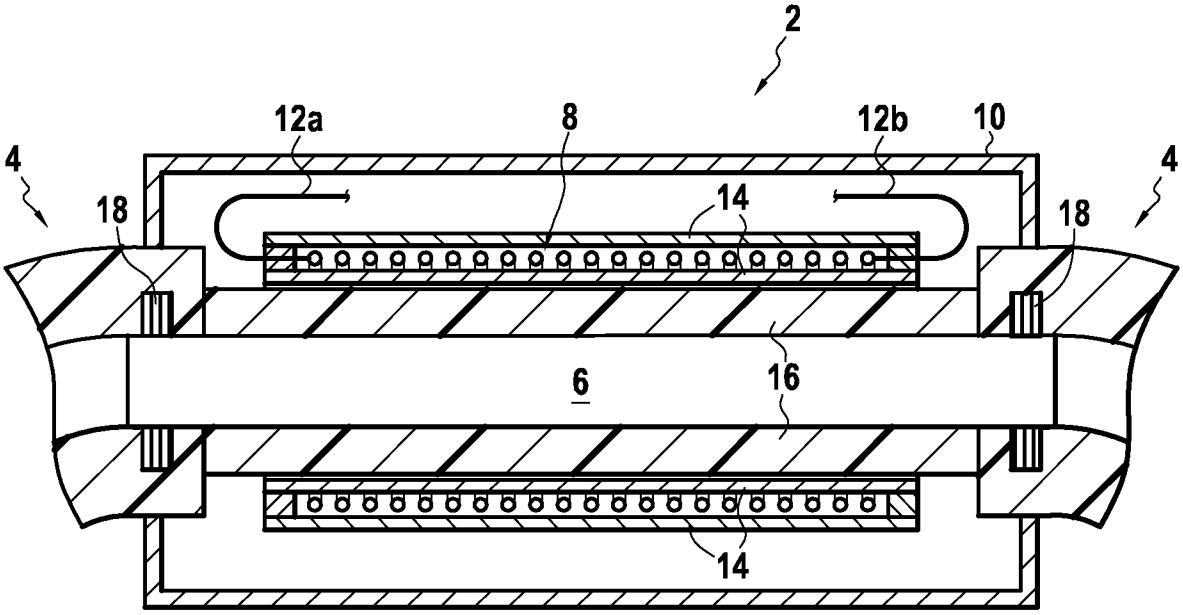

FIG.1

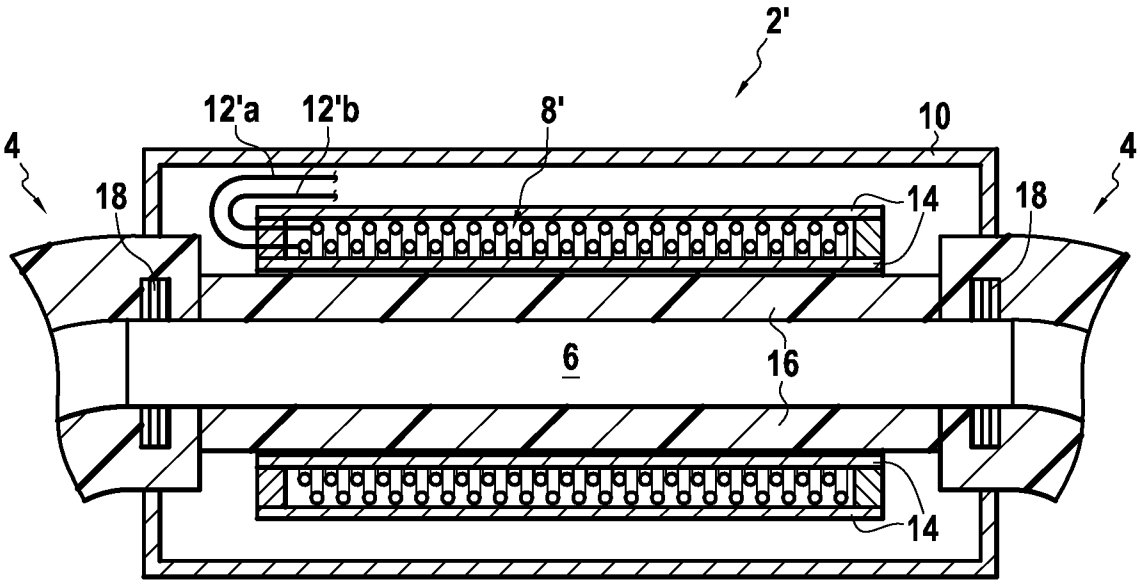

FIG.2

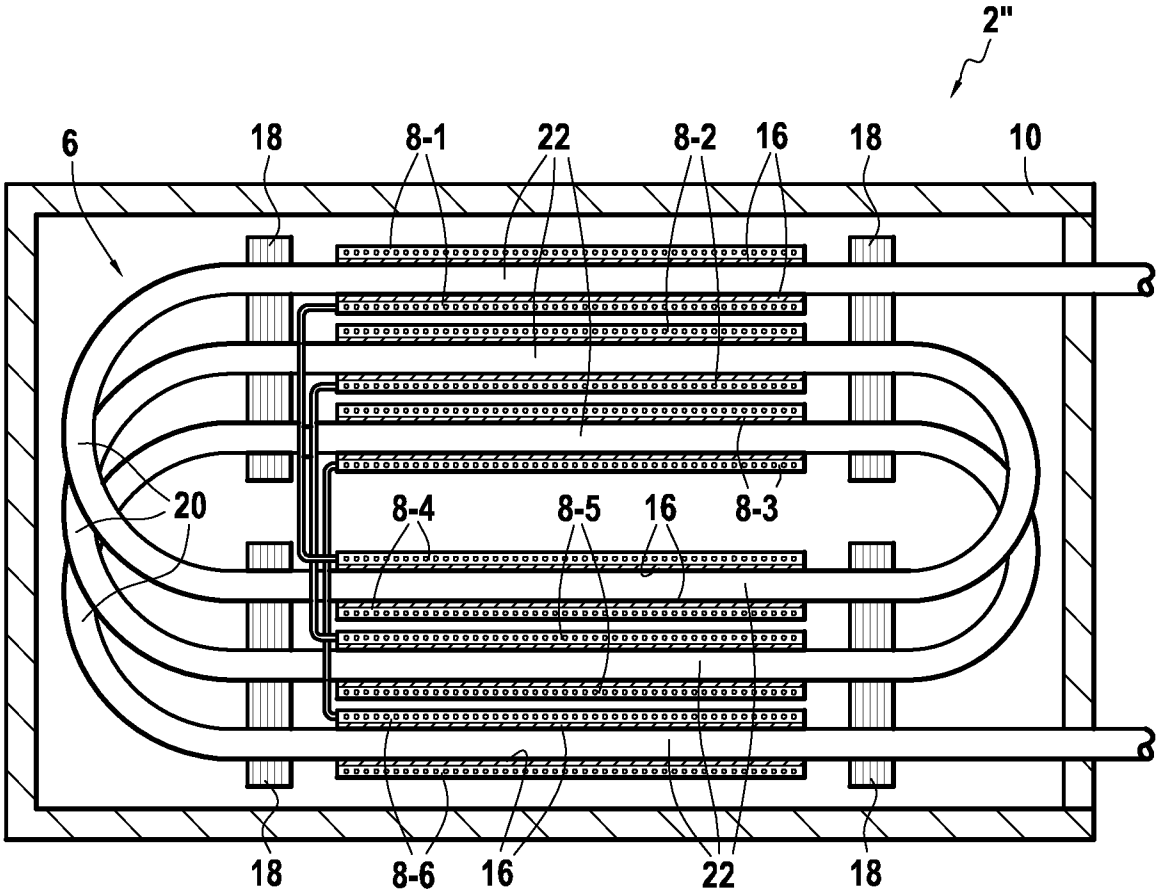

FIG.3

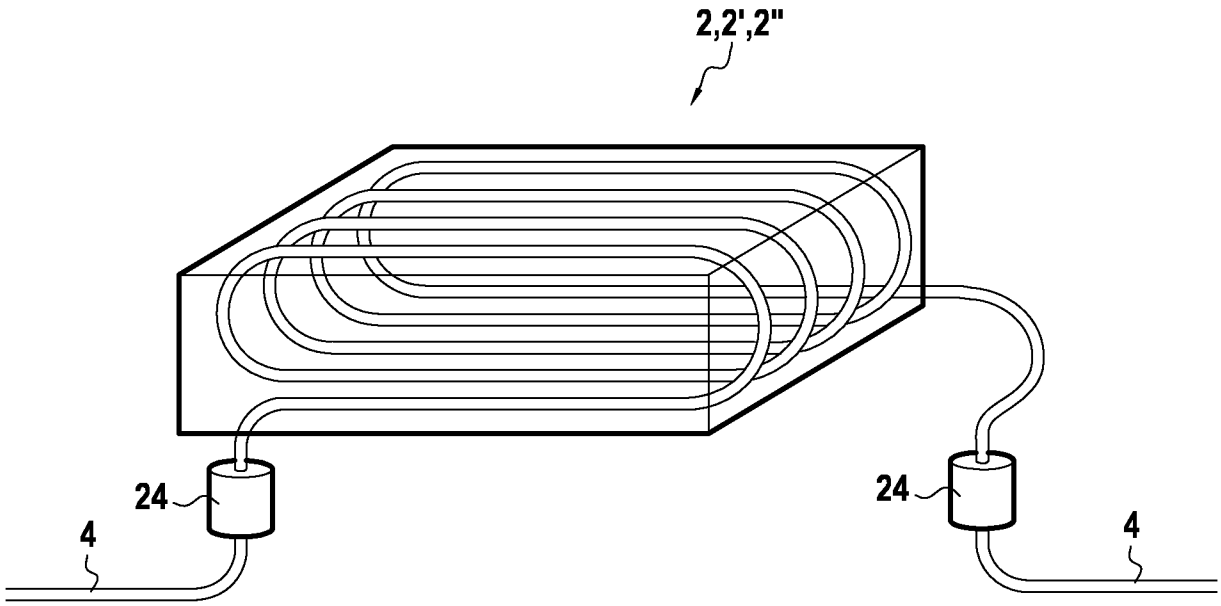

FIG.4

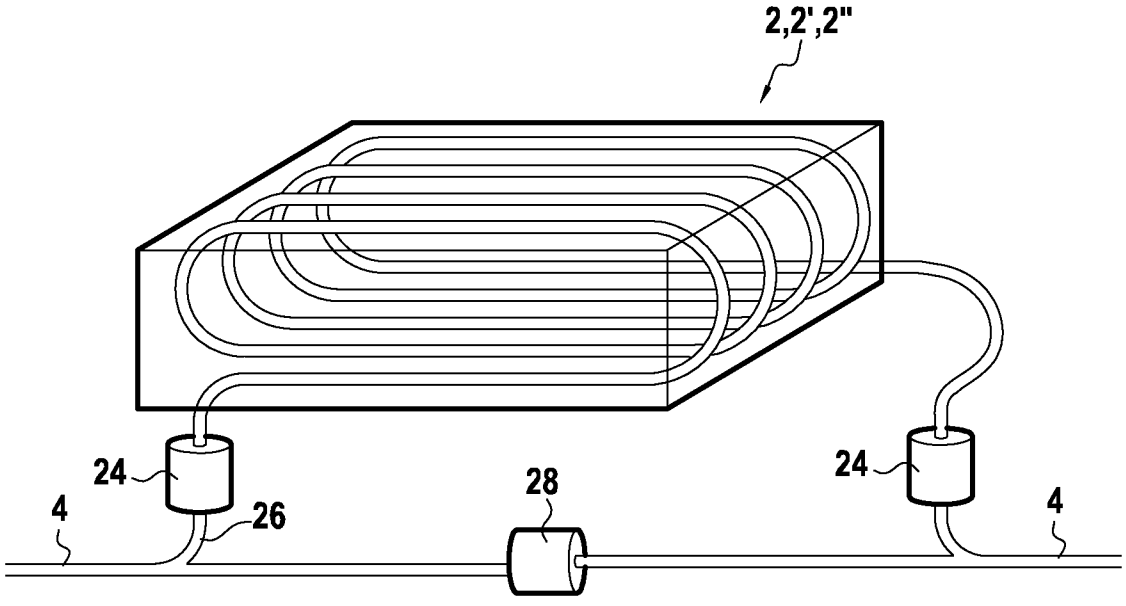

FIG.5

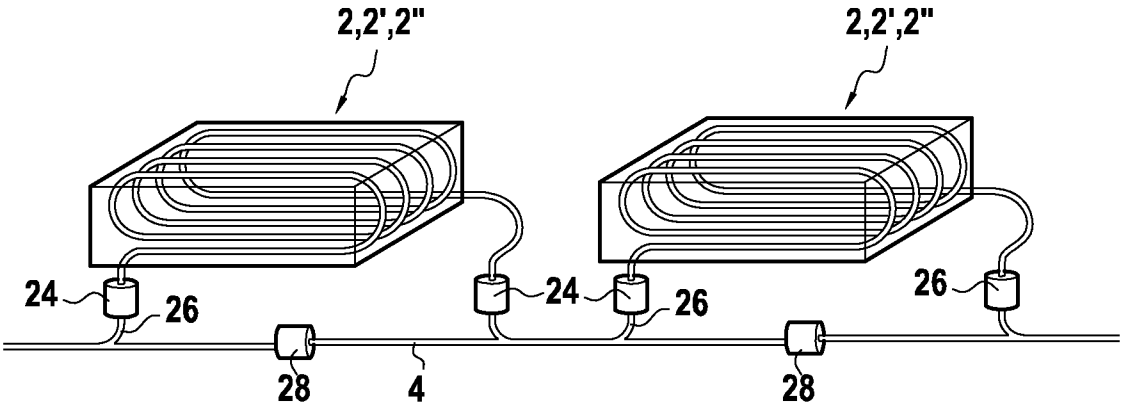

FIG.6

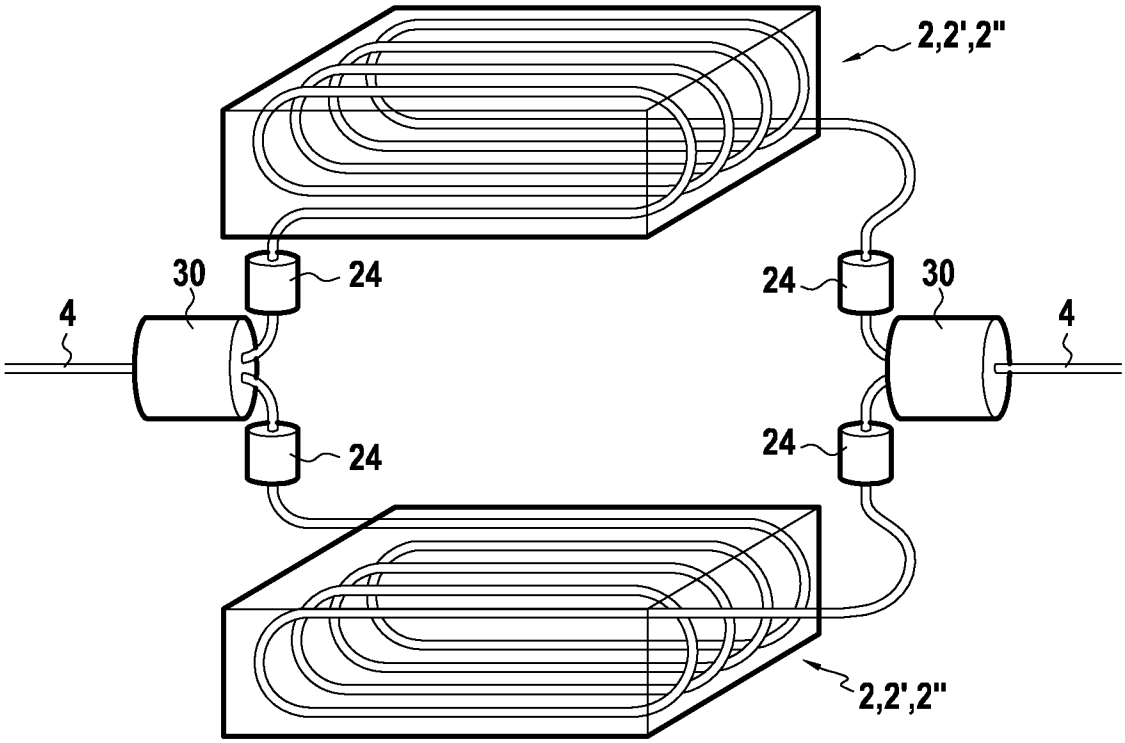

FIG.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/052919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B6/10 H05B6/36 H05B6/44
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 28 710 B (HELMKE & CO G M B H J) 24 April 1958 (1958-04-24)	1-3,6-11
Y	abstract column 1, lines 1-24 column 2, line 28 - column 4, line 10 claim 1 figures 1,2	4,5,12

Y	PL 86 733 B1 (UNIVERSITY OF WARSAW) 30 June 1976 (1976-06-30)	4,5
A	page 1, line 10 - page 2, line 20 figures 1,2	1

Y	US 2013/233429 A1 (BLUE MARK ERNEST [US] ET AL) 12 September 2013 (2013-09-12)	12
A	abstract figure 1	1

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 January 2016	10/02/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de la Tassa Laforgue

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/052919

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/064641 A2 (SHELL OIL CO [US]; SHELL INT RESEARCH [NL]; LINEY DAVID JOHN [GB]) 18 May 2012 (2012-05-18) abstract page 4, line 16 - page 5, line 18 page 7, lines 14-30 figures 1-7 -----	1-12
A	WO 2007/055592 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; ERIKSEN ASBJOERN [NO]; AALVIK GEIR [N) 18 May 2007 (2007-05-18) abstract page 3, lines 1-10 page 4, lines 5-20 page 1; figure 1 -----	1-12

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2015/052919

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1028710 B	24-04-1958	NONE	
PL 86733 B1	30-06-1976	NONE	
US 2013233429 A1	12-09-2013	CA 2862512 A1	12-09-2013
		CN 104160780 A	19-11-2014
		US 2013233429 A1	12-09-2013
		WO 2013134328 A1	12-09-2013
WO 2012064641 A2	18-05-2012	AU 2011326147 A1	02-05-2013
		CN 103202096 A	10-07-2013
		GB 2497062 A	29-05-2013
		US 2013220996 A1	29-08-2013
		WO 2012064641 A2	18-05-2012
WO 2007055592 A1	18-05-2007	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2015/052919

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H05B6/10 H05B6/36 H05B6/44
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H05B F16L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 10 28 710 B (HELMKE & CO G M B H J) 24 avril 1958 (1958-04-24)	1-3,6-11
Y	abrégé colonne 1, lignes 1-24 colonne 2, ligne 28 - colonne 4, ligne 10 revendication 1 figures 1,2	4,5,12

Y	PL 86 733 B1 (UNIVERSITY OF WARSAW) 30 juin 1976 (1976-06-30)	4,5
A	page 1, ligne 10 - page 2, ligne 20 figures 1,2	1

Y	US 2013/233429 A1 (BLUE MARK ERNEST [US] ET AL) 12 septembre 2013 (2013-09-12)	12
A	abrégé figure 1	1

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
29 janvier 2016	10/02/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de la Tassa Laforgue

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2012/064641 A2 (SHELL OIL CO [US]; SHELL INT RESEARCH [NL]; LINEY DAVID JOHN [GB]) 18 mai 2012 (2012-05-18) abrégé page 4, ligne 16 - page 5, ligne 18 page 7, lignes 14-30 figures 1-7	1-12
A	WO 2007/055592 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; ERIKSEN ASBJOERN [NO]; AALVIK GEIR [N) 18 mai 2007 (2007-05-18) abrégé page 3, lignes 1-10 page 4, lignes 5-20 page 1; figure 1	1-12

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2015/052919

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 1028710 B	24-04-1958	AUCUN	
PL 86733 B1	30-06-1976	AUCUN	
US 2013233429 A1	12-09-2013	CA 2862512 A1	12-09-2013
		CN 104160780 A	19-11-2014
		US 2013233429 A1	12-09-2013
		WO 2013134328 A1	12-09-2013
WO 2012064641 A2	18-05-2012	AU 2011326147 A1	02-05-2013
		CN 103202096 A	10-07-2013
		GB 2497062 A	29-05-2013
		US 2013220996 A1	29-08-2013
		WO 2012064641 A2	18-05-2012
WO 2007055592 A1	18-05-2007	AUCUN	