

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.04.01.

③0 Priorité : 26.04.00 CN 00113795.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.11.01 Bulletin 01/44.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION — CN.

⑦2 Inventeur(s) : HE GUOXIN, ZHANG ZAILU, LI PEICHANG, LIN YI, HAN XIAOQUAN, CAI DEFU, XIAO JINGPING et ZHANG YONGLIN.

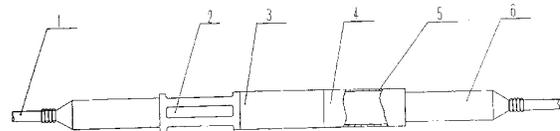
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HIRSCH.

⑤4 AGENCEMENT INTEGRE D'ACQUISITION DE DONNEES SISMIQUES A QUATRE COMPOSANTES DESTINE A ETRE TIRE AU FOND DE L'OCEAN.

⑤7 L'agencement pour l'acquisition de données sismiques à quatre composantes de la présente invention comprend principalement un câble sous-marin (1), un hydrophone (2), une partie électronique (3) à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques, une partie de géophone à trois composants (4), une enveloppe (5) et un joint de câble (6).

L'invention est conçue pour l'acquisition de données sismiques au fond de l'océan avec un bon rapport signal/ bruit, en utilisant une interconnexion à câble étanche entre chaque partie, ce qui assure une bonne efficacité et facilite les opérations de tirage au fond de l'océan.



5

**AGENCEMENT INTEGRE D'ACQUISITION DE DONNEES**  
**SISMIQUES A QUATRE COMPOSANTES DESTINE A**  
**ETRE TIRE AU FOND DE L'OCEAN**

10

La présente invention concerne un agencement intégré d'acquisition de données sismiques à quatre composantes destiné à être tiré au fond de l'océan. L'invention s'applique à l'exploration géophysique au fond de l'océan, en particulier à un agencement d'acquisition de données pour la prospection sismique marine multi-onde.

Les modes actuels d'acquisition de données pour des agencements ou des systèmes pour l'exploration sismique multi-onde marine sont les suivants. Le premier consiste à utiliser un système de câble dit à flux marin, le signal analogique étant transmis dans le câble. Le signal est numérisé, enregistré et traité à une station centrale. Les inconvénients de ce mode résident dans une mauvaise qualité des données d'acquisition à cause de la longueur excessive de la ligne de transmission du signal analogique, les signaux étant facilement influencés, les signaux et le bruit étant transférés selon des modes mixtes et recouvrant, ce qui signifie un faible rapport signal/bruit des données d'acquisition ou même la disparition des signaux dans le bruit. Un autre mode consiste à utiliser un agencement d'acquisition de données avec un câble de distribution au fond de l'océan utilisant principalement l'acquisition de données sur 12 à 24 voies, avec transmission des données numérisées dans le câble et enregistrement à une station centrale. Pour le câble actuel au fond de l'océan dans certains pays, une pluralité de géophones sont montés en dérivation sur le câble. Le géophone en tant que capteur ne peut alors pas être tiré ou remorqué, car il est lié au câble. Le câble est trop encombrant, avec une faible résistance à l'extension. Il faut tirer et relâcher souvent le câble pour prendre en compte le déplacement continu et la variation des points de mesure. Pour cette raison, la prospection est coûteuse en main d'œuvre, ce qui réduit le rendement de la production. En même temps, ceci provoque un parasitage important des signaux car le conducteur pour le signal analogique relié au capteur est toujours trop long, avec un effet négatif sur le rapport signal/bruit des données acquises. Cet agencement est également compliqué à fabriquer et il est difficile et onéreux à entretenir.

Des produits similaires à cette invention se retrouvent dans la spécification et l'introduction des illustrations sur les pages 6 et 7 de la brochure SYNTRON de la société américaine Syntron Inc. ayant pour titre "Ocean Bottom Cable".

Le but de l'invention est de mettre à disposition un agencement intégré pour l'acquisition des données sismiques à quatre composantes, destiné à être tiré au fond de l'océan, qui soit portable, d'une grande précision et d'un rapport signal/bruit élevé. L'agencement intégré peut assurer la collecte ou l'acquisition de quatre composantes des signaux simultanément, consistant en une composante verticale d'une onde sismique, en deux composantes horizontales d'une onde sismique de cisaillement et en une composante venant d'un hydrophone. Les trois géophones parmi les quatre capteurs constituent les capteurs de vitesse et l'un des hydrophones constitue le capteur d'accélération. Selon les exigences des sondages par câble au fond de l'océan, plusieurs parties ou unités intégrées peuvent être raccordées en série via un câble sous-marin pour constituer un système d'acquisition de données sismiques multi-voies.

Ce but est réalisé, selon l'invention, par un agencement intégré d'acquisition de données sismiques à quatre composantes destiné à être tiré au fond de l'océan consistant principalement en un câble sous-marin présentant un joint de câble et en une partie à hydrophone, en une partie électronique à quatre voies pour l'acquisition de données sismiques et en une partie de géophone à trois composantes assemblée dans une enveloppe étanche, l'enveloppe étanche étant reliée au câble sous-marin à travers un joint de câble, caractérisé en ce que :

- ledit câble sous-marin présente une structure renforcée dans laquelle une ligne d'alimentation et une ligne de transmission de données sont assemblées dans la partie centrale du câble, des cordons de garniture entourant une couche protectrice interne constituent un remplissage autour d'une structure armée, des cordons en fils d'acier constituant une couche interne et des cordons en fils d'acier constituant une couche externe sont assemblés en tant que parties de renforcement du câble, recouvertes d'une couche de protection externe ;
- ladite partie hydrophone comprend plusieurs rondelles en matière céramique dans un boîtier acoustiquement transparent, et un transformateur de conversion d'impédance pour former un capteur réel d'accélération ;
- ladite partie électronique pour l'acquisition de données sismiques comprend : une carte d'unité centrale, une carte de transmission de données, une carte d'acquisition de données pour des voies 1 et 2, une carte d'acquisition de données pour des voies 3 et 4, et une carte d'alimentation sur un

support de circuit imprimé, et présentant des voies de signal d'entrée (V), (SX), (SY) et (H) pour l'acquisition de données ;

- ladite partie de géophone comprend deux géophones pour des composantes horizontales et un géophone pour une composante verticale, pour constituer trois capteurs de vitesse sur un support à la cardan à double axe, les géophones et les voies d'acquisition étant raccordés de façon interne par un conducteur court ;
- chaque partie est conçue comme un point de réception à quatre composantes en étant reliée à une autre partie en série via ledit câble sous-marin pour constituer un système d'acquisition multivoies.

Un système d'acquisition multi-voies est ainsi constitué grâce au raccordement de plusieurs agencements intégrés à des câbles sous-marins.

Selon un mode de réalisation, les deux extrémités du câble sous-marin présentent un joint de câble résistant à l'eau, à la corrosion et à la pression, l'une des extrémités du corps de joint de câble du câble sous-marin étant reliée au câble sous-marin et l'autre extrémité étant reliée à l'enveloppe.

Selon un autre mode de réalisation, une embase multibroches du câble sous-marin est reliée aux cœurs du câble de la ligne d'alimentation du câble sous-marin et de la ligne de transmission de données.

Selon encore un autre mode de réalisation, la partie médiane du câble sous-marin ne présente ni dérivation ni liaison, le noyau du câble avec la structure renforcée comprenant au moins une paire de lignes d'alimentation et deux paires de lignes de transmission de données.

Selon un mode de réalisation, la partie de renforcement de câble présente des cordons en fils d'acier résistant à la corrosion et constituant une couche interne et une couche externe et qui sont en fils toronnés d'acier multi-brins, galvanisé ou zingué et à haute teneur en carbone.

Selon un autre mode de réalisation, les couches interne et externe sont réalisées en des matériaux isolants constituant une couche de protection du câble.

Selon encore un autre mode de réalisation, le joint de câble présente une structure résistante à l'eau afin de rendre étanche l'agencement intégré lorsque l'agencement est utilisé dans une opération de tirage au fond de l'océan.

Selon un mode de réalisation, la partie hydrophone comprend un géophone à accélération présentant une signal de sortie forme d'une tension à basse fréquence, la sensibilité de la tension de sortie dans une gamme de 10 à 1000 Hz est de  $13 \text{ V} \pm 15 \text{ \%/bar}$ , et les signaux de données sismiques capturés sont transférés à une voie d'entrée H de la partie électronique pour l'acquisition des donnée sismiques.

Selon un autre mode de réalisation, la partie de géophone à trois composantes comprend trois géophones de vitesse assemblés sur le même support à la cardan à double axe susceptible de réaliser une rotation flexible de 360°, les signaux de composantes P (verticale) et de cisaillement reçus des ondes sismiques sont envoyés à la voie d'entrée (V) (SX) et (SY) de la partie électronique pour l'acquisition des données sismiques.

Selon encore un autre mode de réalisation, la partie électronique à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques présente des cartes d'acquisition, pour les voies 1 et 2 et 3 et 4, comprenant : un filtre de ligne, un préamplificateur, un convertisseur A/N  $\Sigma$ - $\Delta$  à 24 bits comprenant un modulateur et un filtre numérique et un registre de données pour effectuer la réception et la quantification des signaux de données d'entrée (V), (SX) et (SY) à partir des géophones et (H) à partir de l'hydrophone ; et les données d'échantillonnage quantifiées sont éditées en correspondance à la vitesse d'échantillonnage et aux séries de voies et sont transférées vers la partie de transmission de données, au moyen d'un circuit de commande de microprocesseur.

Selon un mode de réalisation, le circuit de commande de microprocesseur comprend une puce de microprocesseur, une mémoire de programme et de données et un circuit de commande et de décodage de lecture/écriture.

Selon encore un mode de réalisation, la carte de transmission de données comprend un tampon de données et un tampon de commande, un circuit de codage et de décodage, des registres, et un circuit d'interface de réception et de transmission, le circuit d'interface recevant le flux de données de commande à partir de la ligne de transmission via des ports d'entrée A et C pour effectuer des traitements et pour régler et contrôler tous les paramètres de ladite partie électronique à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques, les données acquises étant transférées à partir du circuit d'interface via des ports de sortie B et D vers la ligne de transmission après codage, les données codées étant transmises au moyen de la ligne de transmission du câble à la station centrale située à la surface ou au sol pour l'enregistrement des données, les bandes ou disques enregistrés étant fournis en tant que bandes ou disques sources à un centre de traitement pour le traitement de données permettant d'obtenir les informations de structure concernant le pétrole et le gaz dans le cadre d'une étude sismique marine.

Selon un mode de réalisation, la carte d'alimentation comprend des convertisseurs continu/continu et un dispositif d'entrée d'alimentation de ligne.

Selon un autre mode de réalisation, l'agencement comprend une station centrale à la surface ou au sol qui alimente ladite partie électronique à quatre voies, pour l'acquisition de données sismiques, via le câble sous-marin avec une tension en courant continu de 60 V à 240 V, un dispositif d'entrée d'alimentation de ligne

alimentant simultanément des convertisseurs continu/continu avec une tension de + 5 V continue pour le circuit numérique et de  $\pm 5$  V continue pour le circuit analogique.

L'invention présente les avantages suivants.

5 Comme il n'y a que quatre voies pour l'acquisition de données dans chaque partie électronique, les dimensions de la partie électronique intégrée peuvent être fortement réduites, avec une diminution de la longueur du câble sous-marin reliant. Comme le fil de raccordement est un raccordement court interne entre les géophones en tant que capteur et voie d'acquisition de la partie électronique, et  
10 comme tous les composants sont renfermés hermétiquement dans une enveloppe identique, ceci permet d'éviter les interférences provoquées par d'autres objets sur la ligne de signal analogique. Ceci permet de diminuer les parasites provoqués par l'environnement ainsi que la diaphonie entre des voies, ce qui permet d'améliorer le rapport signal/bruit. Trois géophones, chacun pour une composante, sont installés sur  
15 le même support à cardan à double axe susceptible d'effectuer une rotation libre de 360° pour régler les géophones à un état de réception optimal. Comme il n'y a pas de dérivation pour les capteurs et de liaison, pour des géophones et similaires sur le câble, on peut effectuer le raccordement du câble entre la totalité de la partie électronique dans un système d'acquisition multi-voies de façon hermétique, pour les  
20 raccorder l'un à l'autre, sous l'eau. Le câble lui-même peut être d'un faible poids avec un faible diamètre et un faible prix. Le coût de fabrication de l'agencement intégré global ou système d'acquisition peut être diminué en correspondance. Ce système peut être tiré librement sur un fond d'océan plat et sableux. En conséquence, ceci diminue les besoins en main d'œuvre en simplifiant la maintenance lorsque le  
25 système de l'invention est utilisé.

La figure 1 est une représentation schématique illustrant la structure de l'agencement intégré pour l'acquisition de données sismiques à quatre composantes et destiné à être tiré au fond de l'océan, selon la présente invention.

30 La figure 2 est une représentation schématique illustrant la structure de la partie à géophone à trois composantes.

La figure 3 est une représentation schématique illustrant la structure de la partie à hydrophone.

La figure 4 est une représentation schématique illustrant la structure d'une partie électronique à quatre voies pour l'acquisition de données sismiques.

35 La figure 5 est un schéma à blocs illustrant le principe de la partie électronique à quatre voies ou canaux pour l'acquisition de données sismiques.

La figure 6 représente schématiquement la structure du câble sous-marin.

La figure 7 représente schématiquement la structure de joint du câble.

L'invention sera maintenant décrite de façon plus détaillée à partir de différents modes de réalisation.

Sur la figure 1, l'agencement pour l'acquisition de données sismiques à quatre composantes selon la présente invention comprend principalement un câble sous-marin 1, un hydrophone 2, une partie électronique 3 à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques, une partie de géophone 4 à trois composantes, une enveloppe 5 et un joint de câble 6. La partie de géophone 4 à trois composantes et l'hydrophone 2 sont utilisés pour la collecte d'une composante verticale d'une onde sismique P, de deux composantes horizontales d'une onde sismiques de cisaillement et d'une composante d'hydrophone. Ils sont tous assemblés avec la partie électronique 3 à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques dans un boîtier totalement étanche 5. Le boîtier est réalisé en des matériaux en acier inoxydable anti-magnétique et est résistant à l'eau et aux pressions élevées. Il peut supporter des pressions d'eau de mer de 3 méga-Pa. Après avoir raccordé le boîtier 5 au câble sous-marin 1 résistant à l'eau, sans dérivations, au moyen du joint de câble 6, on obtient un agencement totalement intégré destiné à être tiré au fond de l'océan pour l'acquisition de données sismiques à quatre composantes selon l'invention. L'agencement de la présente invention évite la présence de géophones reliés au câble ainsi que des dérivations de câble, ce qui lui permet de satisfaire les exigences de l'opération de tirage au fond de l'océan. Le rendement en service est ainsi grandement augmenté. Il peut également former un système d'acquisition multi-voies lorsque l'on raccorde en série une pluralité de tels agencements intégrés.

Sur la figure 2, la partie de géophone 4 à trois composantes comprend : un géophone SX pour la composante horizontale d'une onde sismique de cisaillement, un géophone SY 8 pour la composante horizontale d'une onde sismique de cisaillement, un géophone V 9 pour la composante verticale d'une onde sismique P et une suspension ou support à la cardan à deux axes 10. Dans des conditions réelles, les trois géophones sont les trois géophones à trois vitesses. Ils sont assemblés sur la même suspension à la cardan à deux axes, capable d'assurer une rotation flexible sur 360° pour recevoir les signaux correspondants aux composantes de l'onde sismique P et de l'onde de cisaillement. La fréquence naturelle des géophones ci-dessus en tant que capteurs est de  $10 \text{ Hz} \pm 2,5 \%$ , repliement à  $\geq 300 \text{ Hz}$ , amortissement en circuit ouvert = 0,68, sensibilité = 0,30 V/cm/s, distorsion  $\leq 0,1 \%$ . Les géophones à trois composantes sont utilisés pour la collecte des signaux de données sismiques destinés à être transférés aux trois voies SX, SY et V dans la partie électronique à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques.

Sur la figure 3, l'hydrophone 2 comprenant plusieurs rondelles minces en matière céramique 11 sur une enveloppe acoustiquement transparente 13 ainsi qu'un

petit transformateur 12 de conversion d'impédance, forment un capteur d'accélération avec une sortie de tension à basse fréquence. La fréquence naturelle de l'hydrophone est de  $10 \text{ Hz} \pm 1,5 \%$ , la sensibilité de la tension de sortie =  $13 \text{ V} \pm 15 \%$ /bar ( $-197 \text{ dB} \pm 1,5 \text{ dB/millibar}$ ), la réponse fréquentielle = 10 à 1000 Hz (planéité de la bande passante  $\pm 1 \text{ dB}$ ), pression de fonctionnement = 2 méga-Pa, pression maximale = 3 méga-Pa. L'hydrophone de la présente invention peut être utilisé pour la collecte de signaux de données sismiques avec transfert à la voie d'entrée de signaux de données H dans la partie électronique à quatre voies 3 pour l'acquisition des données sismiques. Il est utilisé principalement pour la détection des conditions d'accrochage ou d'amorçage de l'onde vibratoire au fond d'océan.

Sur la figure 4, une partie électronique 3 à quatre voies pour l'acquisition de données sismiques comprend une carte d'unité centrale 14, une carte de transmission de données 15, une carte d'acquisition 16 pour les voies 1 et 2, une carte de collecte 17 pour les voies 3 et 4 et une carte d'alimentation 18 sur un support de circuit imprimé 19. On utilise, entre toutes les cartes à circuit imprimé, une structure sans fond de panier avec raccordement direct des connecteurs. Les voies V, SX, SY et H constituent quatre voies ou canaux d'entrée de signal pour l'acquisition des données des composantes.

Sur la figure 5 et la figure 4, lesdites cartes d'acquisition 16 pour les voies 1 et 12, et 17 pour les voies 3 et 4, comprennent un filtre de ligne 20, un préamplificateur 21, un convertisseur A/N 22 du type  $\Sigma\Delta$  à 24 bits comprenant un modulateur 23 et un filtre numérique 24 ainsi qu'un registre de données 25 pour effectuer la réception et la quantification des signaux de données d'entrée de composantes (V), (SX) et (SY) à partir des trois géophones et (H) à partir de l'hydrophone. La carte à unité centrale 14 comprend une puce à microprocesseur 26, une mémoire de programme et de données 27 et un circuit 28 de décodage et de commande de lecture et d'écriture. La carte de transmission de données 15 comprend un tampon 29 de données d'ordres et de commande, un circuit de codage et de décodage et différents types de registres 30, et un circuit d'interface de réception et de transmission 31. Les bornes de sortie A, C et les bornes de sortie B, D de la carte de transmission de données 15 sont utilisées pour le raccordement à la ligne de transmission par câble et pour le transfert des différents types de flux de données de commande envoyés par la station centrale à la surface ou au sol et tous types d'informations suite au codage des données d'acquisition par la partie électronique. La carte d'alimentation 18 comprend un convertisseur continu/continu 32 ( $\pm 5 \text{ V}$  numérique), un convertisseur continu/continu 33 ( $\pm 5 \text{ V}$  analogique) et un dispositif 34 d'entrée d'alimentation de ligne (60 à 240 V continu en entrée).

On va maintenant décrire la procédure de fonctionnement de base de la partie électronique à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques.

Les signaux de données à quatre composantes SX, SY, V et H originaires des géophones 7, 8 et 9 pour trois composantes et de l'hydrophone 2 sont transférés vers les quatre voies de la partie électronique 3 pour l'acquisition des données sismiques. Après avoir éliminé par filtrage les parasites à haute fréquence au moyen de filtres de ligne 20, le préamplificateur 21 qui comprend un amplificateur d'instrument de précision va amplifier les signaux d'un facteur de 0, 8, 64 fois (par exemple une amplification de 0, 18 et 36 dB). Les trois gains fixes de 0, 18 et 36 dB peuvent être choisis par commande programmable et ensuite être transférés au convertisseur A/N 22  $\Sigma\Delta$  à 24 bits, pour quantification. Le convertisseur A/N est à 24 bits, dont l'un des bits est le bit de signe et les autres 23 bits sont des bits de mantisse. Le convertisseur A/N à 24 bits comprend un modulateur 23 et un filtre numérique 24. Le modulateur effectue un suréchantillonnage et une modulation delta (DM) des signaux. Le filtre numérique constitue le filtre anti-repliement et le filtre d'extraction. Les données converties sont stockées temporairement dans le registre de données 25.

Pour chaque voie, en fonction de la vitesse d'échantillonnage et de la série de voies, les données d'échantillonnage quantifiées sont traitées par le microprocesseur 26 et transférées au tampon de données et de commande 29 de la carte de transmission de données. La mémoire de programme et de données 27 (appelée aussi la mémoire de programme et de données) sur la carte d'unité centrale fournit les codes d'instruction du programme à exécuter. Le décodage de lecture/écriture ainsi que le circuit de commande 28 sont exploités pour le décodage des ordres de commande envoyés par la station centrale pour créer différents types de commande pour le contrôle des voies d'acquisition et la partie de transmission de données. De plus, sur la carte de transmission de données 15, le flux de données de commande envoyé à travers la ligne de transmission à câble pour les bornes d'entrée A et C à partir du circuit 31 d'interface de réception et de transmission, est transféré au circuit de codage et de décodage pour y être décodé. Ensuite, le flux de données est transféré, via le tampon de commande 29, à l'unité centrale pour l'initialisation et la commande de différents types de paramètres de la partie électronique. Facultativement, les données échantillonnées sont envoyées à la ligne de transmission via les bornes de sortie B et D via le circuit d'interface de réception et de transmission 31, après codage dans le circuit de codage et de décodage 30.

La station centrale à la surface ou au sol assure, à la partie électronique à quatre voies pour l'acquisition (3) de données sismiques 3 de la présente invention, une alimentation en courant continu de 60 V à 240 V à travers le câble au fond de l'océan. L'alimentation en courant est fournie via le dispositif d'entrée d'alimentation

de ligne simultanément au convertisseur continu/continu 32 pour assurer l'alimentation à + 5 V continu pour le circuit numérique et au convertisseur continu/continu 33 pour fournir l'alimentation en courant continu  $\pm 5$  volts exigée par le circuit analogique. Les trois groupes d'alimentation en courant continu assurent, simultanément, le fonctionnement normal de tous les éléments de la partie électronique tels que la carte d'acquisition 16 pour les voies 1 et 2, la carte d'acquisition 17 pour les voies 3 et 4, la carte d'unité centrale 14 et la carte de transmission de données 15.

Les principales spécifications techniques de la partie électronique 3 à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques sont les suivantes.

10 Nombre de voies = 4 ; taux d'échantillonnage = 0,5, 1 et 2 ms ; réponse fréquentielle = 0 à 824 Hz ; gain du préamplificateur = 0, 18 et 36 dB ; bruit équivalent à l'entrée =  $< 0,2 \mu\text{V}$  de valeur efficace (à un gain de 36 dB, 2 ms) ; convertisseur A/N = type  $\Sigma\Delta$  à 24 bits (1 bit de signe + 23 bits de mantisse) ; distorsion harmonique =  $< 0,0005 \%$  ; vitesse de transmission de données = 6,144 méga bits/s ; format  
15 du code de transmission = HDB3 ; taux d'erreur =  $< 10^{-8}$ .

Sur la figure 6, la ligne d'alimentation 36 et la ligne de transmission de données 39 sont assemblées au centre d'un câble sous-marin 1 (appelé ici également le câble tiré ou posé au fond de l'océan). Des garnitures en cordon de remplissage et de renforcement 41 entourent les conducteurs. Les conducteurs sont entourés extérieurement d'une couche de protection interne 38. Des cordons en fils d'acier formant une  
20 couche interne 37 et des cordons en fils d'acier formant une couche externe 40 sont assemblés pour constituer un renforcement du câble. Le câble porte, sur sa surface la plus externe, une couche externe de protection 35. Chaque segment du câble sous-marin présente une longueur de 31 mètres. Sur les deux extrémités du câble sont  
25 montés les joints de câble 6 résistant à l'eau et à la corrosion, supportant une pression de 3 méga-Pa. Aucune dérivation n'est présente sur la partie médiane du câble. Ceci évite la présence de géophones reliés avec des dérivations du câble. Le câble au fond de l'océan présente une structure renforcée de sorte que la résistance à l'allongement du câble soit fortement augmentée afin de satisfaire les exigences d'un tirage direct  
30 au fond de l'océan et pour augmenter l'efficacité d'utilisation.

Le cœur du câble présentant la structure renforcée comprend au moins une paire de lignes d'alimentation 36 et deux paires de lignes de transmission 39. La résistance en courant continu de la paire de lignes d'alimentation est inférieure à 2 Ohm pour une longueur de 31 mètres à 20°C. Pour une tension continue de 500  
35 volts, l'isolement doit être  $\geq 150$  méga-Ohm pour 1000 mètres de câble. L'impédance caractéristique des deux paires de lignes de transmission de données est de  $145 \pm 10$  Ohm pour des signaux d'une fréquence de 2 à 12 MHz. A l'extérieur de la ligne d'alimentation et des lignes de transmission de données, les cordons en fils

d'acier formant la couche interne 37 et les cordons en fils d'acier formant la couche externe 40 sont utilisés en tant qu'éléments de renforcement du câble. Le cordon en fils d'acier résistant à la corrosion dans la couche interne est obtenu par toronnage d'un fil en acier galvanisé de 1,0 mm de diamètre à haute teneur en carbone. Le  
5 cordon en fils d'acier résistant à la corrosion constituant la couche externe est toronné à partir de fils d'acier galvanisé à haute teneur en carbone de 1,2 mm de diamètre. Cette structure assure une résistance à la rupture pour le câble  $\geq 6,5$  t avec une charge de travail de 3,25 t, un rayon de pliage de  $\leq 61$  cm, un diamètre externe de  $\leq 22$  mm, et une pression de travail de  $\leq 4$  méga-Pa. Entre le cœur du câble et le cordon en  
10 acier constituant la couche interne et à l'extérieur du cordon en acier constituant la couche externe, la couche de protection interne 38 et la couche de protection externe 35 sont comprimées en tant que couches de protection. Les deux couches de protection sont réalisées en des matériaux isolants tels que du polyacrylate ou similaire pour empêcher l'entrée de l'eau de mer. Ce câble peut ainsi satisfaire les besoins  
15 d'étanchéité, de résistance à la corrosion et de résistance à la pression.

La longueur de chaque câble renforcé ou armé est de 31 m. Un tel câble présente un poids de 21 kg, 13,5 kg et 7,7 kg respectivement dans l'air, dans l'eau douce et dans l'eau de mer. Le câble sous-marin est utilisé principalement pour la transmission de donnée et l'alimentation électrique de la partie électronique à quatre  
20 voies pour l'acquisition des données sismiques.

Sur la figure 7, le joint de câble 6 comprend l'embase multi-broches 42 et le corps de joint de câble 43. Le joint de câble est conçu pour assurer les performances en ce qui concerne l'étanchéité à l'eau et la résistance à l'eau entre le câble au fond de l'océan 1 et l'enveloppe 5, assurant ainsi l'absence de détachement et de fuite de  
25 l'agencement intégré à quatre composantes pour l'acquisition de données sismiques, lors des opérations de tirage au fond de l'océan.

L'une des extrémités du corps de joint de câble 43 est reliée au câble sous-marin 1, une autre extrémité est raccordée à l'enveloppe 5. Une embase multi-broches 42 du câble sous-marin est connectée aux cœurs de la ligne d'alimentation 36  
30 et aux cœurs de la ligne de transmission de données 39 du câble sous-marin 1.

Bien que l'invention ait été décrite de façon détaillée sur la base d'un mode de réalisation, l'on comprendra qu'on peut y introduire différentes variantes et modifications sans pour autant sortir de la portée et de l'esprit de l'invention.

35

## REVENDICATIONS

1. Agencement intégré d'acquisition de données sismiques à quatre composantes destiné à être tiré au fond de l'océan consistant principalement en un câble sous-marin (1) présentant un joint de câble (6) et en une partie à hydrophone (2), en une partie électronique (3) à quatre voies pour l'acquisition de données sismiques et en une partie de géophone à trois composantes (4) assemblée dans une enveloppe étanche (5), l'enveloppe étanche (5) étant reliée au câble sous-marin (1) à travers un joint de câble (6), caractérisé en ce que :
- 10 - ledit câble sous-marin (1) présente une structure renforcée dans laquelle une ligne d'alimentation (36) et une ligne de transmission de données (39) sont assemblées dans la partie centrale du câble, des cordons de garniture (41) entourant une couche protectrice interne (38) constituent un remplissage autour d'une structure armée, des cordons en fils d'acier constituant  
15 une couche interne (37) et des cordons en fils d'acier constituant une couche externe (40) sont assemblés en tant que parties de renforcement du câble, recouvertes d'une couche de protection externe (35) ;
  - ladite partie hydrophone (2) comprend plusieurs rondelles en matière céramique (11) dans un boîtier acoustiquement transparent (13), et un transformateur de conversion d'impédance (12) pour former un capteur réel  
20 d'accélération ;
  - ladite partie électronique (3) pour l'acquisition de données sismiques comprend : une carte d'unité centrale (14), une carte de transmission de données (15), une carte (16) d'acquisition de données pour les voies 1 et 2,  
25 une carte (17) d'acquisition de données pour les voies 3 et 4, et une carte d'alimentation (18) sur un support de circuit imprimé (19), et présentant des voies de signal d'entrée (V), (SX), (SY) et (H) pour l'acquisition de données ;
  - ladite partie de géophone (4) comprend deux géophones (7 et 8) pour des  
30 composantes horizontales et un géophone (9) pour une composante verticale, pour constituer trois capteurs de vitesse sur un support à la cardan à double axe (10), les géophones et les voies d'acquisition étant raccordés de façon interne par un conducteur court ;
  - chaque partie est conçue comme un point de réception à quatre composantes en étant reliée à une autre partie en série via ledit câble sous-marin  
35 (1) pour constituer un système d'acquisition multivoies.

2. Agencement intégré selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux extrémités du câble sous-marin (1) présentent un joint de câble (6) résistant à l'eau, à la corrosion et à la pression, l'une des extrémités du corps (43) de joint de câble du câble sous-marin (1) étant reliée au câble sous-marin (1) et l'autre extrémité  
5 étant reliée à l'enveloppe (5).

3. Agencement intégré selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une embase multibroches (42) du câble sous-marin est reliée aux cœurs du câble de la ligne d'alimentation (36) du câble sous-marin (1) et de la ligne de transmission  
10 de données (39).

4. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la partie médiane du câble sous-marin (1) ne présente ni dérivation ni liaison, le noyau du câble avec la structure renforcée comprenant au moins  
15 une paire de lignes d'alimentation (36) et deux paires de lignes de transmission de données (39).

5. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite partie de renforcement de câble présente des cordons en  
20 fils d'acier résistant à la corrosion et constituant une couche interne et une couche externe (37, 40) et qui sont toronnés en fils d'acier multi-brins galvanisé et à haute teneur en carbone.

6. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdites couches interne et externe (38) et (35) sont réalisées en  
25 des matériaux isolants constituant une couche de protection du câble.

7. Agencement intégré selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit joint de câble (6) présente une structure résistante à l'eau afin de rendre étanche  
30 l'agencement intégré lorsque l'agencement est utilisé dans une opération de tirage au fond de l'océan.

8. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la partie hydrophone (2) comprend un géophone à accélération  
35 présentant un signal de sortie sous forme d'une tension à basse fréquence, en ce que la sensibilité de la tension de sortie dans une gamme de 10 à 1000 Hz est de 13 V  $\pm$  15 %/bar, et en ce que les signaux de données sismiques collectés sont

transférés à une voie d'entrée H de la partie électronique (3) pour l'acquisition des données sismiques.

9. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la partie de géophone (4) à trois composantes comprend trois géophones de vitesse (7, 8, 9) assemblés sur le même support à la cardan à double axe (10) susceptible de réaliser une rotation flexible de 360°, en ce que les signaux de composantes P (verticale) et de cisaillement reçus des ondes sismiques sont envoyés à la voie d'entrée (V) (SX) et (SY) de la partie électronique (3) pour l'acquisition des données sismiques.

10. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite partie électronique à quatre voies pour l'acquisition (3) des données sismiques présente des cartes d'acquisition, pour les voies 1 et 2 (16) et 3 et 4 (17) comprenant : un filtre de ligne (20), un préamplificateur (21), un convertisseur A/N (22)  $\Sigma$ - $\Delta$  à 24 bits comprenant un modulateur (23) et un filtre numérique (24) et un registre de données (25) pour effectuer la réception et la quantification des signaux de données d'entrée (V), (SX) et (SY) à partir des géophones et (H) à partir de l'hydrophone ; en ce que les données d'échantillonnage quantifiées sont éditées en correspondance à la vitesse d'échantillonnage et aux séries de voies et sont transférées vers la partie de transmission de données, au moyen d'un circuit de commande de microprocesseur.

11. Agencement intégré selon la revendication 10, caractérisé en ce que le circuit de commande de microprocesseur comprend une puce de microprocesseur (26), une mémoire de programme et de données (27) et un circuit (28) de commande et de décodage de lecture/écriture.

12. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ladite carte de transmission de données (15) comprend : un tampon (29) de données et un tampon de commande, un circuit de codage et de décodage, des registres (30), et un circuit (31) d'interface de réception et de transmission (31), le circuit d'interface (31) recevant le flux de données de commande à partir de la ligne de transmission via des ports d'entrée A et C pour effectuer des traitements et pour régler et contrôler tous les paramètres de ladite partie électronique (3) à quatre voies pour l'acquisition des données sismiques, les données acquises étant transférées à partir du circuit d'interface via des ports de sortie B et D vers la ligne de transmission après codage, les données codées étant transmises au moyen de la ligne

de transmission du câble à la station centrale située à la surface ou au sol pour l'enregistrement des données, les bandes ou disques enregistrés étant fournis en tant que bandes ou disques sources à un centre de traitement pour le traitement de données permettant d'obtenir les informations de structure concernant le pétrole et le gaz dans le cadre d'une étude sismique marine.

5

13. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la carte d'alimentation (18) comprend des convertisseurs continu/continu (32, 33) et un dispositif (34) d'entrée d'alimentation de ligne.

10

14. Agencement intégré selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend une station centrale à la surface ou au sol qui alimente ladite partie électronique (3) à quatre voies, pour l'acquisition de données sismiques, via le câble sous-marin (1) avec une tension en courant continu de 60 V à 240 V, le dispositif d'entrée d'alimentation de ligne alimentant simultanément des convertisseurs continu/continu (32) et (33) avec une tension de + 5 V en courant continu pour le circuit numérique et de  $\pm 5$  V en courant continu pour le circuit analogique.

15

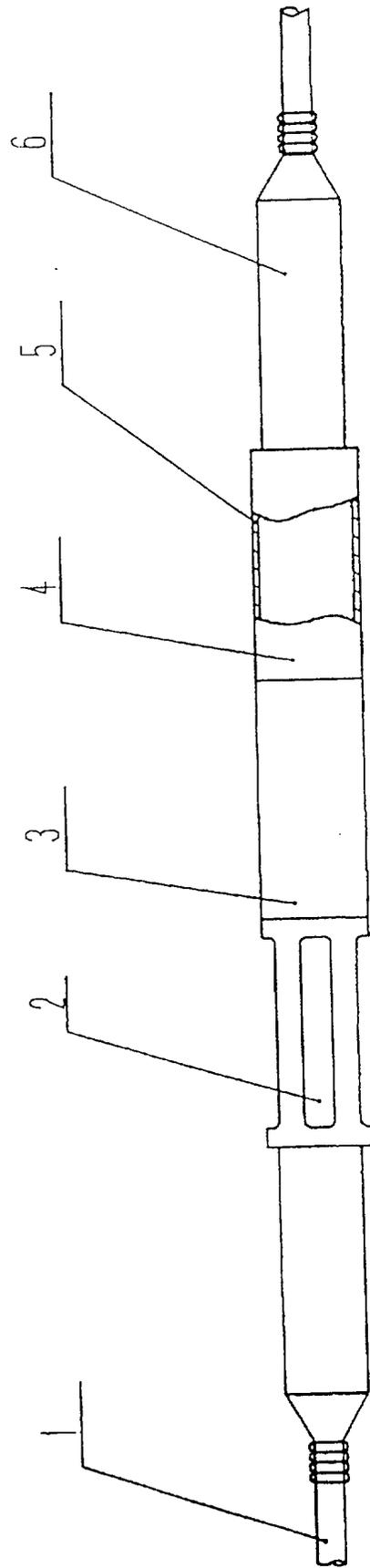


Fig. 1

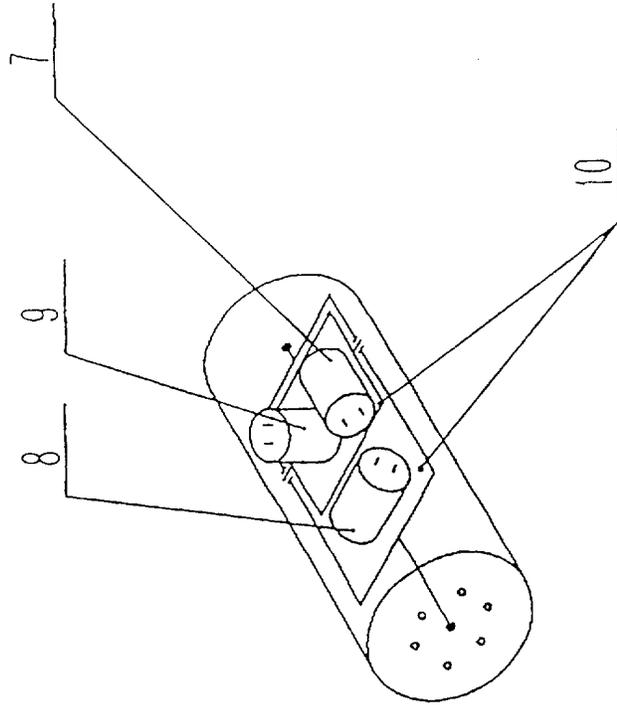


Fig. 2

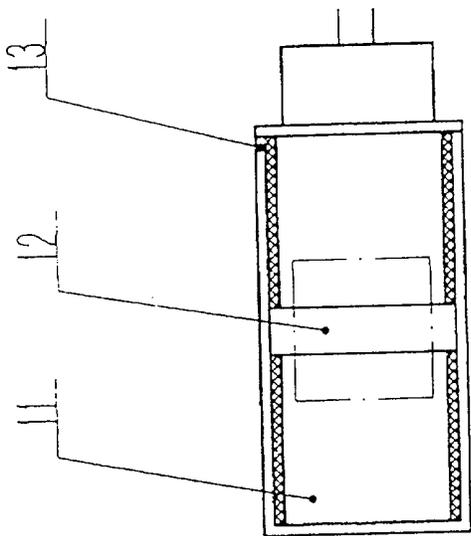


Fig. 3

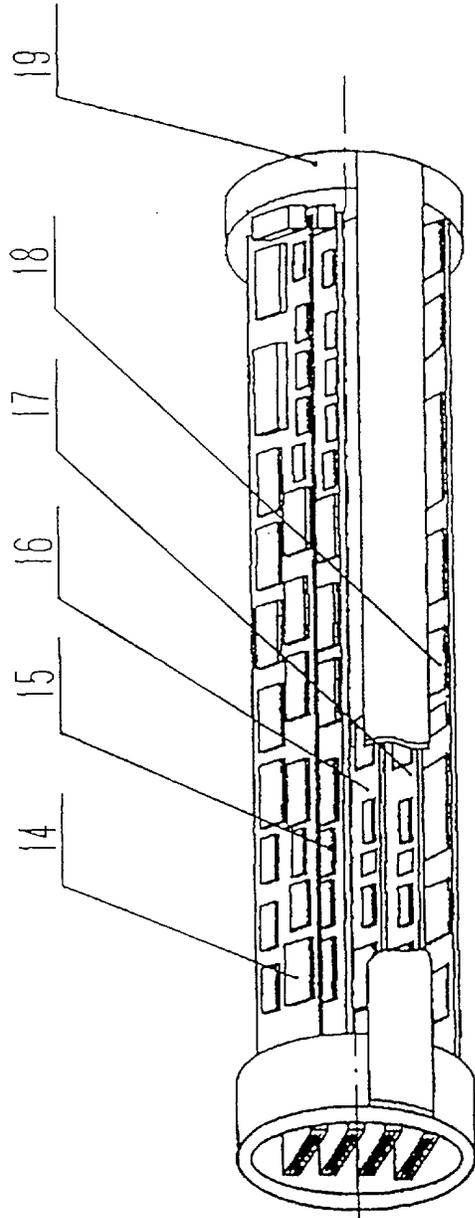


Fig. 4

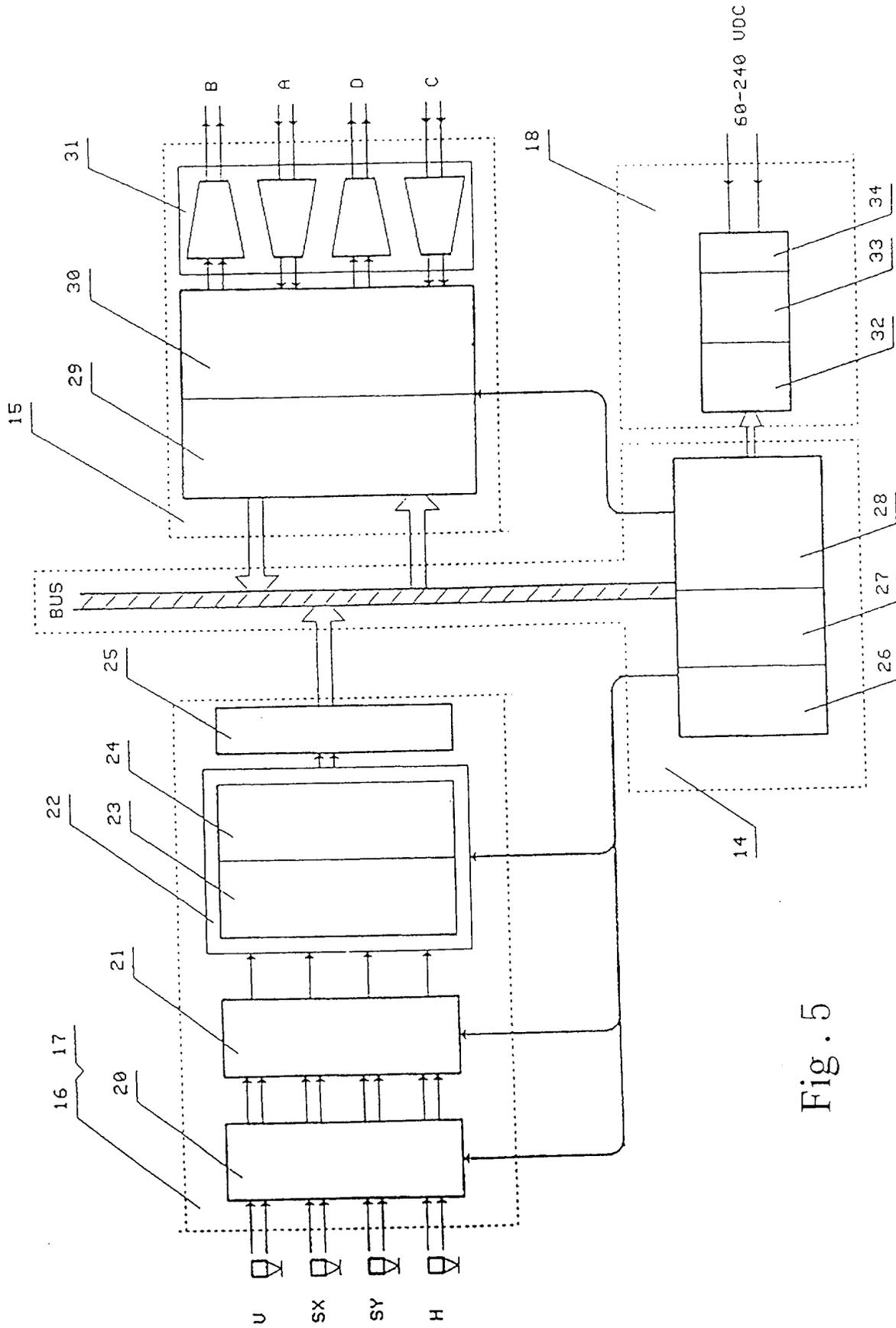


Fig. 5

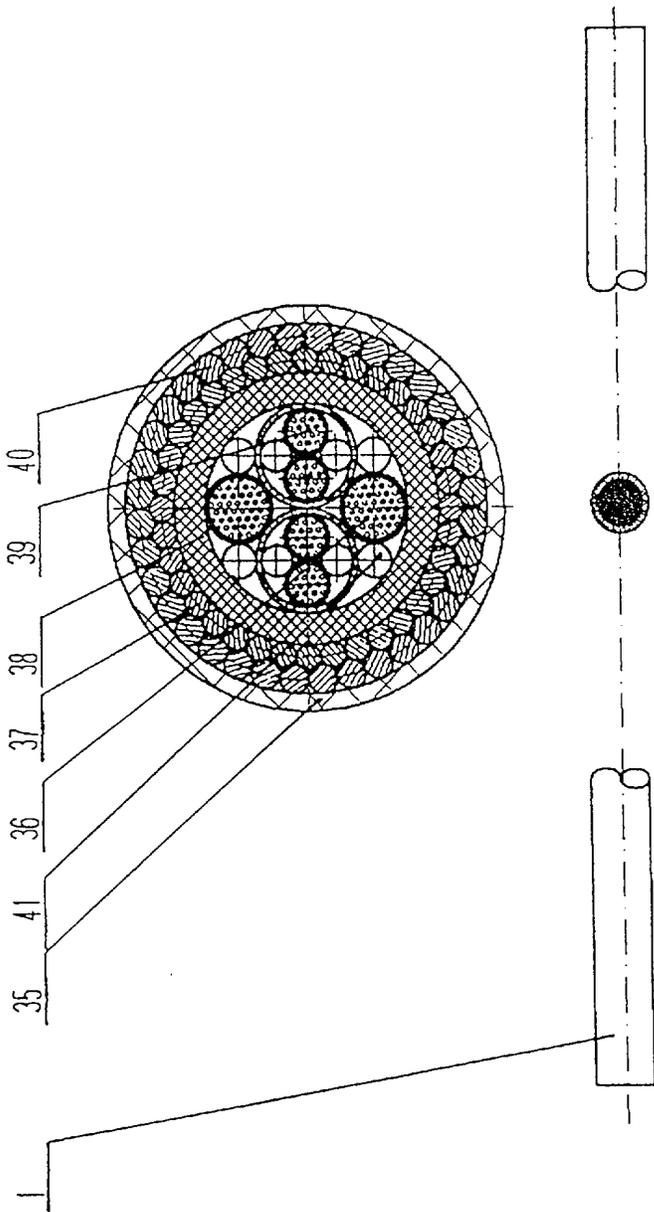


Fig. 6

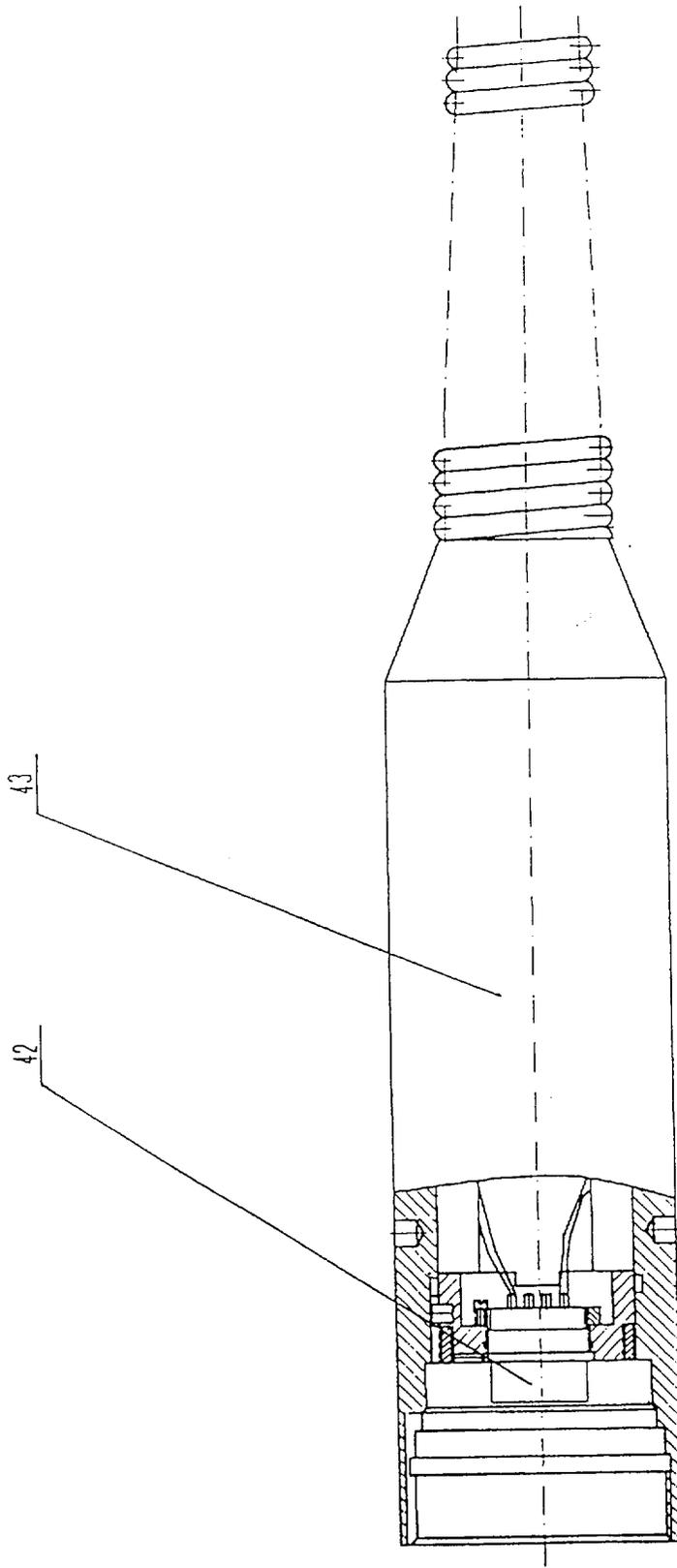


Fig. 7