

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.12.96.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 03.07.98 Bulletin 98/27.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : ETAT FRANCAIS REPRESENTÉ
PAR LE DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT
— FR et TOTAL — FR.

72 Inventeur(s) : OUDOIRE PHILIPPE, TRIBOU GERY,
MESNIL TONY, BURNOUF GERARD et
DUBOURDIEU PHILIPPE.

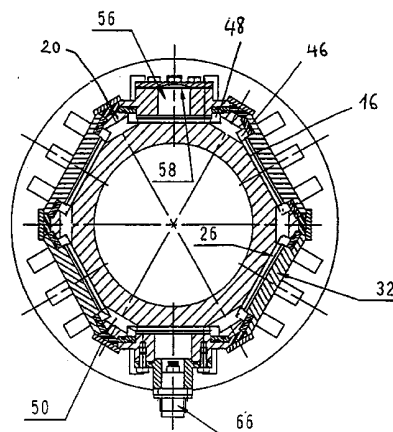
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : DELEGATION GENERALE POUR
L'ARMEMENT DIRECTION DES SYSTEMES DE
FORCES ET DE LA PROSPECTIVE (SDAG).

54 GENERATEUR THERMOELECTRIQUE SOUS-MARIN A MODULES THERMOELECTRIQUES DISPOSES EN
MANCHONS.

57 L'invention concerne un générateur thermoélectrique
sous-marin du type comprenant une pluralité de modules
thermoélectriques plats (26) fixés concentriquement sur la
paroi extérieure d'une canalisation immergée dans l'eau de
mer et dans laquelle circule des produits pétroliers, les mo-
dules thermoélectriques (26) étant disposés dans des cu-
vettes à fond plat (16) usinées sur la paroi latérale exté-
rieure de la canalisation.

Lesdites cuvettes sont fermées de façon étanche par des
couvercles (32) en matière thermiquement conductrice, dé-
finissant chacune avec les parois de la cuvette correspon-
dante une chambre étanche périphérique (46), les différen-
tes chambres qui se trouvent dans lesdites cuvettes
communiquant entre elles par des passages (50) percés
dans des parois mitoyennes (20) qui séparent les cuvettes
et étant emplies d'une résine molle non conductrice de la
chaleur, l'un des couvercles au moins étant muni d'un ori-
fice (56) obturé par un élément déformable étanche (58).



Générateur thermoélectrique sous-marin à modules thermoélectriques disposés en manchons.

La présente invention concerne un générateur thermoélectrique sous-marin destiné notamment à équiper l'appareillage se trouvant dans les têtes de puits de forage.

On sait qu'un tel générateur comporte des modules thermoélectriques à semi-conducteur fixés sur une canalisation de forage immergée dans l'eau de mer et dans laquelle s'écoule le produit pétrolier extrait du puits de forage. Ce générateur est capable de fournir un courant électrique par effet Seebeck grâce à la différence de température qui existe entre la température relativement élevée (supérieure à 40°C) du produit pétrolier extrait et la température relativement basse (quelques degrés) de l'eau de mer.

Par l'article "Subsea Thermoelectric Generators" (générateurs thermoélectriques sous-marins) de Jean-Pierre Von der Weid et al, publié dans Sea Technology de mai 1994, pages 45-51, on connaît un générateur thermoélectrique fonctionnant sur ce principe. Dans ce générateur, qui présente une géométrie cylindrique, les modules thermoélectriques sont constitués par des éléments plats disposés concentriquement en manchons le long d'une canalisation de forage et reliés électriquement en série ou en parallèle. Les surfaces de ces modules sont appliquées sur la paroi extérieure de la canalisation de manière à favoriser une transmission maximale du flux thermique entre le fluide véhiculé et les modules.

Les modules sont recouverts par des plaques rigides à grande conductivité thermique, par exemple en cuivre, qui assurent une bonne transmission thermique entre les modules et l'eau de mer et qui protègent les modules contre les contraintes de compression excessives qui se manifestent dans le fond marin.

Ces plaques reposent par leur bord périphérique sur des supports thermiquement isolants qui obligent le flux

thermique à s'écouler principalement à travers les modules thermoélectriques. Un joint en résine est appliqué sur le bord des plaques pour empêcher la pénétration de l'eau jusqu'au module.

5 Toutefois, ces plaques peuvent se déformer sous l'action de la pression hydrostatique considérable qui règne dans le fond marin et exercer de ce fait sur les modules thermoélectriques des contraintes de compression pouvant les détruire. De plus, le joint en résine étant directement
10 exposé à l'eau de mer, il peut générer des corrosions localisées et devenir inefficace.

 On connaît également par l'article "Design of a Semiconductor Thermoelectric Generator for Remote Subsea Wellheads" de D.W. Auckland et al. publié dans IEE. Proc.
15 Electr. Power Application, volume 142, N° 2 de mars 95, pages 65-69, un générateur thermoélectrique pourvu de modules thermoélectriques plats disposés concentriquement le long de la canalisation, lesdits modules étant fixés dans des cuvettes à fond plat usinées sur la paroi extérieure de
20 la canalisation. Pour éviter les courts-circuits entre les modules, ces derniers sont séparés de la canalisation et des parois des cuvettes par une couche de matière électriquement isolante. De même, les intervalles libres compris entre les modules sont remplis d'un isolant thermique dont le rôle est
25 d'une part, de forcer le flux de chaleur à passer principalement à travers les modules et d'autre part, d'empêcher la pénétration de l'eau de mer jusqu'aux modules.

 Ce générateur souffre des mêmes défauts que ceux du générateur décrit précédemment, car les couches de matière
30 isolante protègent imparfaitement les modules contre les contraintes de compression venant de l'extérieur.

 La présente invention vise à remédier aux inconvénients des générateurs thermoélectriques susmentionnés et elle a donc pour objet un générateur thermoélectrique dans lequel
35 les modules thermoélectriques sont parfaitement isolés par rapport à l'eau de mer et sont protégés contre l'action de la pression hydrostatique exercée par l'eau de mer.

A cet effet, l'invention concerne un générateur thermoélectrique sous-marin du type comprenant une pluralité de modules thermoélectriques plats fixés concentriquement sur la paroi extérieure d'une canalisation de forage immergée dans l'eau de mer et dans laquelle circule un fluide extrait d'un puits de forage sous-marin, les modules thermoélectriques étant disposés dans des cuvettes à fond plat usinées sur la paroi latérale extérieure de la canalisation, caractérisé en ce que lesdites cuvettes sont fermées de façon étanche par des couvercles en matière thermiquement conductrice qui sont en contact thermique avec les modules thermoélectriques, chaque couvercle définissant avec les parois de la cuvette correspondante et avec les bords périphériques du module correspondant une chambre étanche périphérique, les différentes chambres qui se trouvent dans lesdites cuvettes communiquant entre elles par des passages percés dans des parois mitoyennes qui séparent les cuvettes et étant emplies d'une résine molle non conductrice de la chaleur, l'un des couvercles au moins étant muni, dans une zone située au droit de la chambre correspondante, d'un orifice obturé par un élément déformable étanche qui permet de transmettre à la résine emplissant les chambres la pression hydrostatique du milieu marin extérieur.

Ainsi, la pression qui s'exerce sur la résine par suite de la déformation de l'élément déformable permet de compenser la pression hydrostatique qui s'exerce sur les couvercles. Il en résulte que ces derniers ne se déforment pratiquement pas et n'exercent pas de pression sur les modules thermoélectriques.

La résine a l'avantage de ne pas fuir, contrairement aux fluides liquides, tels que l'huile qui sont habituellement utilisés pour équilibrer en pression un milieu interne. De plus, en raison de ses propriétés isolantes et de sa consistance molle, la résine ne transmet la chaleur ni par conduction ni par convection. Elle isole donc parfaitement les deux faces des modules thermoélectriques.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la canalisation présente sur sa paroi extérieure plusieurs cuvettes rectangulaires s'étendant dans le sens longitudinal autour de la canalisation et séparées l'une de l'autre par des parois mitoyennes saillantes, les couvercles reposant par leur bord sur les parois mitoyennes et étant fixés au moyen de baguettes en matière isolante qui recouvrent les bords longitudinaux contigus des couvercles voisins et qui sont vissées dans lesdites parois mitoyennes.

Chaque couvercle est constitué par une plaque comportant une portion centrale épaisse de surface sensiblement égale à celle d'un module thermoélectrique et une bride périphérique qui prend appui sur le bord de la cuvette par l'intermédiaire de porte-joints en matière thermiquement isolante.

D'autres avantages et caractéristiques du générateur selon l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'un mode de réalisation, faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale du générateur thermoélectrique selon un mode de réalisation de l'invention ;

la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1,

la figure 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la figure 1,

la figure 4 est une vue partielle éclatée de la figure 2,

la figure 5 est une vue à plus grande échelle d'un détail de la figure 2, et

la figure 6 est une vue partielle à plus grande échelle d'un détail de la figure 1.

Le générateur thermoélectrique représenté sur les figures 1 à 4 est monté autour d'une canalisation 10 en acier, appartenant à une tête de puits et immergée dans l'eau de mer 12. Dans la canalisation circulent des produits pétroliers 14 extraits d'un puits de forage.

Sur la paroi extérieure de la canalisation sont usinées une pluralité de cuvettes rectangulaires 16 s'étendant dans le sens longitudinal. Dans le cas illustré par les figures, six cuvettes espacées radialement l'une de l'autre de 60°
5 sont formées autour de la canalisation. Les cuvettes ont un fond plat 18 et présentent sur leur bord supérieur une portée périphérique d'appui 24. Les cuvettes ont des parois transversales 22 et sont séparées l'une de l'autre par des parois longitudinales mitoyennes 20.

10 Dans chaque cuvette est logé un module thermoélectrique plat rectangulaire 26 disposé entre deux feuilles de matière thermiquement conductrices 28, 30, destinées à améliorer les échanges thermiques entre le fluide véhiculé transporté et le module d'une part, et entre le module et l'eau de mer
15 d'autre part. Le module 26 et les feuilles conductrices 28, 30 ont des dimensions légèrement inférieures à celles du fond de la cuvette.

Chaque module thermoélectrique est recouvert par un couvercle 32 en matière thermiquement conductrice et
20 résistant à l'action du sel, par exemple en cuivre. Le couvercle est en forme de plaque rectangulaire à fond plat de surface supérieure à celle d'un module et il comporte une bride périphérique 34.

Lorsque le couvercle est mis en place dans la cuvette,
25 sa face inférieure s'applique contre la feuille conductrice 30 et la bride 34 s'appuie sur la portée 24. Entre la bride et la portée est interposé un porte-joints 36 en matière thermiquement isolante, qui est constitué de quatre réglottes plates munies de joints sur leurs deux faces. Le
30 porte-joints peut également être constitué en une seule pièce en forme de cadre rectangulaire.

Le couvercle est muni sur sa face extérieure de plots 38 taillés dans la masse destinés à améliorer le contact thermique du couvercle avec l'eau de mer.

35 Les couvercles sont maintenus en position au moyen de baguettes plates 40 en matière thermiquement isolante, chacune d'elles chevauchant les bords longitudinaux de deux

couvercles voisins. Les baguettes sont vissées sur les parois mitoyennes 20 au moyen de boulons 42. Avant la mise en place des baguettes, on applique dans l'intervalle compris entre les bords des couvercles, un élastomère sous
5 forme pâteuse 44.

Compte tenu des dimensions relatives d'un module, d'un couvercle et d'une cuvette, telles que précisées précédemment, il subsiste à l'intérieur de chaque cuvette une enceinte périphérique 46 de faibles hauteur et largeur.
10 Comme le montre la figure 1, à l'une des extrémités de chaque cuvette, l'enceinte se termine en une chambre de remplissage 48 de plus grande hauteur, située sous le couvercle. De plus, comme le montre la figure 3, les chambres 48 situées dans les différentes cuvettes
15 communiquent entre elles par des passages 50 percés à travers les parois mitoyennes 20.

Le générateur selon l'invention comprend d'autre part des moyens d'équilibrage de la pression qui permettent de compenser la pression hydrostatique que l'eau de mer exerce
20 sur les couvercles 32 et de protéger de ce fait les modules contre les contraintes de compression. A cet effet, les volumes 46 et les chambres 48 sont remplis d'une résine molle thermiquement isolante.

Le remplissage avec la résine est effectué, par tout
25 procédé connu, à travers un orifice 56 percé dans l'un des couvercles, dans la région de celui-ci qui est située au-dessus de la chambre 48.

Une fois le remplissage terminé, on obture l'orifice 56 au moyen d'une membrane déformable 58 que l'on recouvre
30 d'une plaque protectrice 60 qui est percée en son centre d'un trou 62. L'ensemble de la membrane et de la plaque protectrice est fixé au moyen de vis 64.

La pression extérieure est communiquée à travers le trou 62 à la membrane 58 laquelle, en se déformant comprime la
35 résine. Celle-ci exerce de ce fait sur tous les couvercles une pression de direction opposée à celle exercée par la pression hydrostatique de l'eau de mer. Ces deux pressions

s'équilibrent de sorte que les modules thermoélectriques ne subissent pratiquement pas de compression.

Le générateur comprend d'autre part au moins une prise électrique 66 (figure 3) qui permet de collecter le courant électrique produit.

Aux extrémités de la canalisation 10 sont montés des blocs annulaires défecteurs 68, 70 en matière isolante. Ces blocs présentent des parois tronconiques 72 inclinées vers les couvercles de manière à favoriser l'écoulement des tourbillons formés par convection naturelle autour des couvercles 32 et à assurer un meilleur échange thermique entre l'eau de mer et les modules.

En conclusion, l'invention a permis de réaliser un générateur thermoélectrique sous-marin dans lequel l'échange thermique entre les produits pétroliers transportés et l'eau de mer se fait avec optimisation des pertes, puisque cet échange se fait exclusivement à travers les modules grâce à la présence des différents éléments isolants que constituent les porte-joints 36, les blocs en élastomère 44 et les baguettes 40. De plus, contrairement aux générateurs selon la technique antérieure, les modules ne subissent pas de contrainte mécanique et sont protégés contre l'effet de la corrosion grâce au barrage que les réglettes 40 opposent à l'eau de mer.

De façon connue en soi, le générateur peut être couplé en parallèle sur une batterie de telle manière que la batterie supplée au générateur en cas de perte de puissance accidentelle de ce dernier.

Le générateur peut également fonctionner par effet Peltier, c'est-à-dire qu'il peut produire de la chaleur lorsqu'on lui fournit du courant électrique. Un exemple d'application de l'effet Peltier est la liquéfaction, sous l'action de la chaleur, des bouchons de paraffine qui se déposent sur la paroi intérieure des conduites de transport de produits pétroliers. Pour cela, on installe le générateur thermoélectrique selon l'invention autour de la portion de la conduite qui contient les bouchons. La mise en place du

générateur peut s'effectuer facilement si l'on réalise la canalisation (10) en deux parties semi-cylindriques, lesquelles sont assemblées autour de la conduite.

REVENDEICATIONS

1. Générateur thermoélectrique sous-marin du type comprenant une pluralité de modules thermoélectriques plats (26) fixés concentriquement sur la paroi extérieure d'une canalisation (10) immergée dans l'eau de mer (12) et dans laquelle circule des produits pétroliers (14) extraits d'un puits de forage sous-marin, les modules thermoélectriques (26) étant disposés dans des cuvettes à fond plat (16) usinées sur la paroi latérale extérieure de la canalisation, caractérisé en ce que lesdites cuvettes sont fermées de façon étanche par des couvercles (32) en matière thermiquement conductrice, en contact thermique avec les modules thermoélectriques, chaque couvercle définissant avec les parois de la cuvette correspondante et avec les bords périphériques du module correspondant une chambre étanche périphérique (46), les différentes chambres qui se trouvent dans lesdites cuvettes communiquant entre elles par des passages (50) percés dans des parois mitoyennes (20) qui séparent les cuvettes et étant emplies d'une résine molle non conductrice de la chaleur, l'un des couvercles au moins étant muni, dans une zone située au droit de la chambre correspondante, d'un orifice (56) pour le remplissage de la résine, ledit orifice étant obturé par un élément déformable étanche (58) qui permet de transmettre à la résine emplissant les chambres, la pression hydrostatique du milieu marin extérieur.

2. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément déformable est constitué par une membrane (58).

3. Générateur thermoélectrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que la membrane est recouverte d'une plaquette de protection (60) percée d'un trou central (62).

4. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la canalisation (10) présente sur sa paroi extérieure plusieurs cuvettes rectangulaires (16) s'étendant dans le sens longitudinal autour de la canalisation et séparées l'une de l'autre par des parois

longitudinales mitoyennes (20).

5 5. Générateur thermoélectrique selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque cuvette présente une portée périphérique (24) sur laquelle le couvercle (32) prend appui.

10 6. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couvercles (32) sont en forme de plaque rectangulaire à fond plat de même surface que le module thermoélectrique (26) et venant en contact avec celui-ci, le couvercle comportant une bride périphérique (34) qui prend appui sur ladite portée (24) de la cuvette.

15 7. Générateur thermoélectrique selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un porte-joints (36) en matière thermiquement isolante est interposé entre la bride périphérique (34) et la portée (24).

20 8. Générateur thermoélectrique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les couvercles sont fixés sur les cuvettes au moyen de baguettes plates (40) en matière isolante, chaque baguette étant fixée sur la paroi mitoyenne (20) qui sépare deux cuvettes voisines et recouvrant par ses bords les bords longitudinaux (34) des deux couvercles relatifs à ces cuvettes.

25 9. Générateur thermoélectrique selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un bloc d'élastomère (44) sous forme pâteuse est interposé entre chaque baguette (40) et la paroi mitoyenne (20) sur laquelle elle repose.

30 10. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les modules thermoélectriques ont une longueur et une largeur inférieures à celles des cuvettes, de sorte que dans chaque cuvette, il subsiste entre le module, la cuvette et le couvercle une enceinte périphérique (46).

35 11. Générateur thermoélectrique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'à l'une des extrémités de chaque cuvette, l'enceinte se termine en une chambre de remplissage 48 de plus grande hauteur, située sous le couvercle.

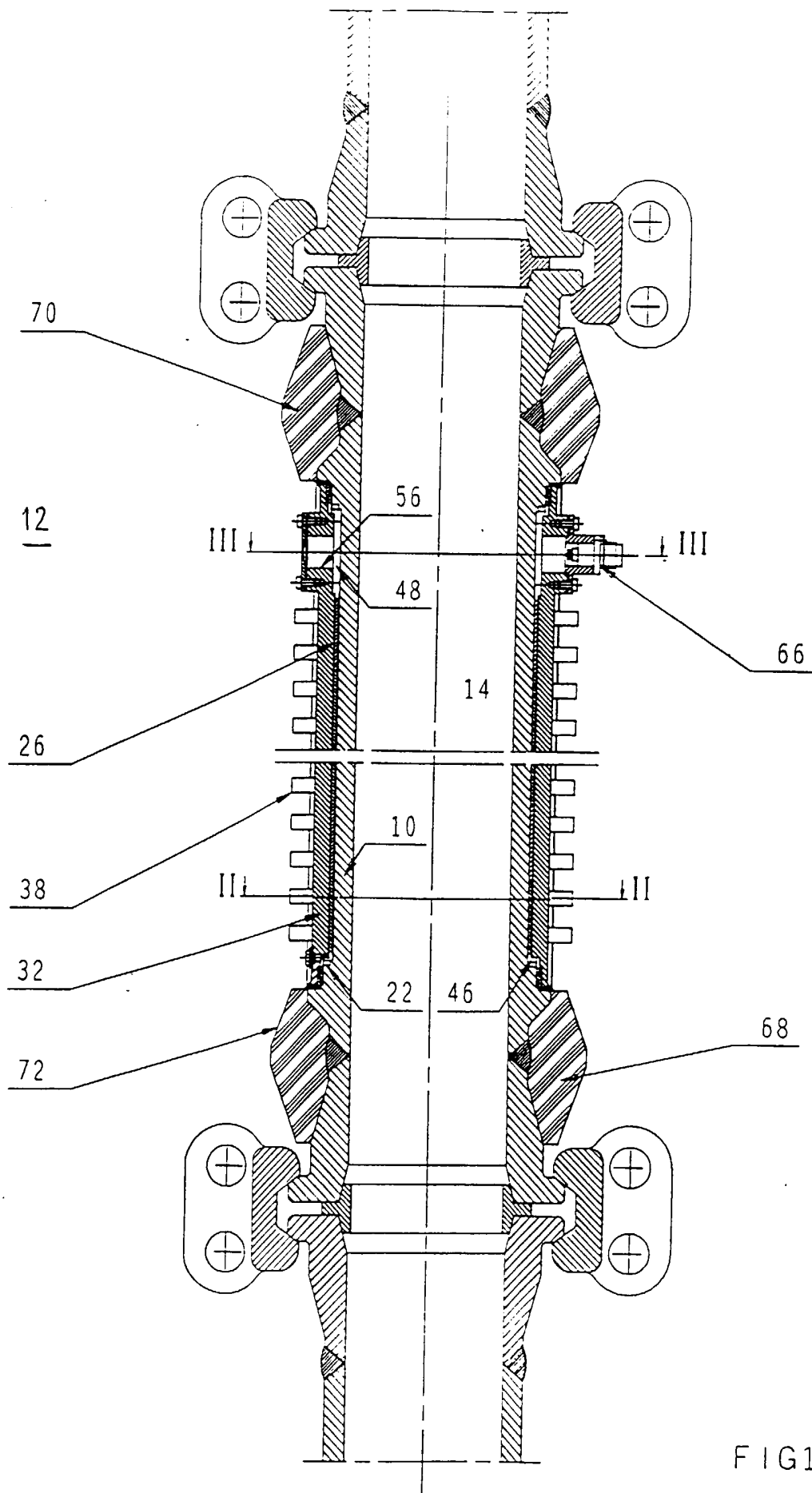
12. Générateur thermoélectrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les passages (50) sont percés au niveau desdites chambres de remplissage (48).

5 13. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque couvercle (32) est muni sur sa face extérieure de plots (38) qui sont destinés à améliorer le contact thermique entre le couvercle et l'eau de mer.

10 14. Générateur thermoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la canalisation (10) est munie à ses extrémités de blocs isolants déflecteurs (68, 70) présentant des parois tronconiques (72) inclinées vers le couvercles.

15 15. Application du générateur selon l'une des revendications précédentes à la production de chaleur par effet Peltier.

20 16. Application selon la revendication 15 à la liquéfaction des bouchons de paraffine qui se déposent sur la paroi intérieure des conduites de transport de produits pétroliers, caractérisée en ce que la canalisation (10) est réalisée en deux parties semi-cylindriques que l'on assemble autour de la conduite.



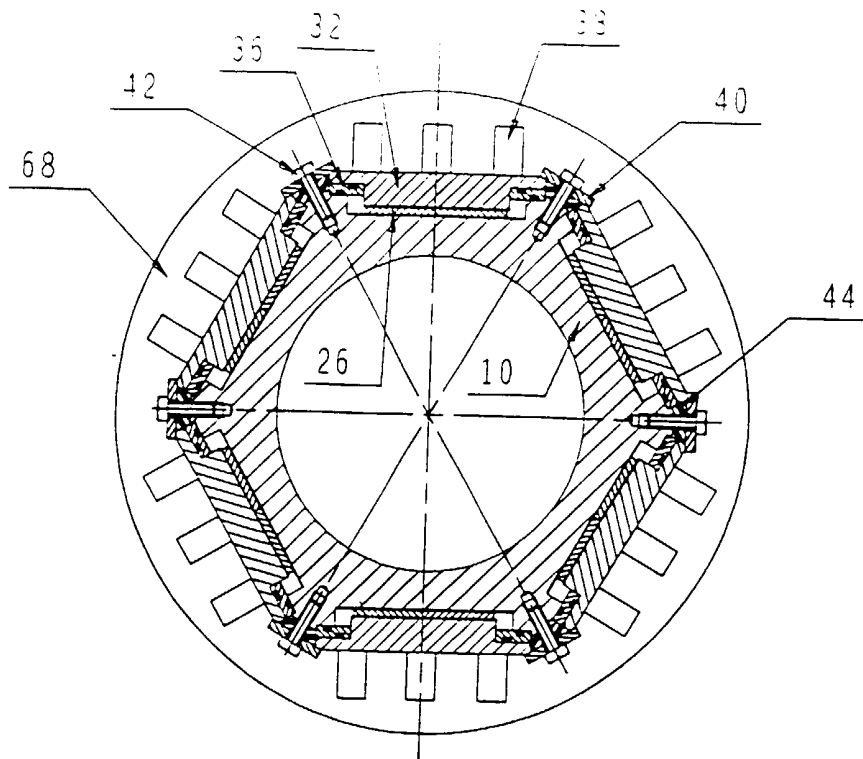


FIG. 2

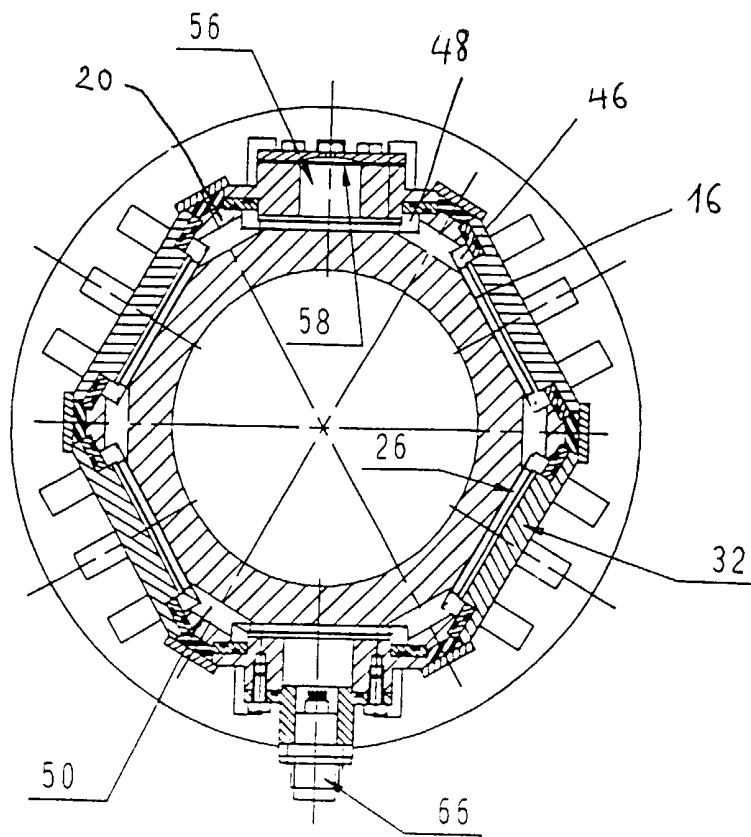


FIG. 3

3/3

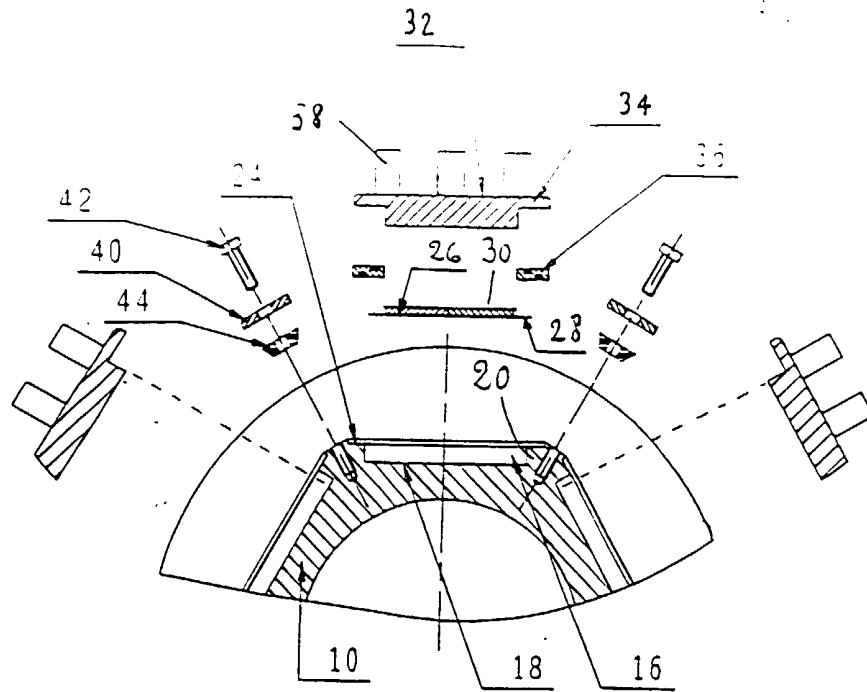


FIG. 4

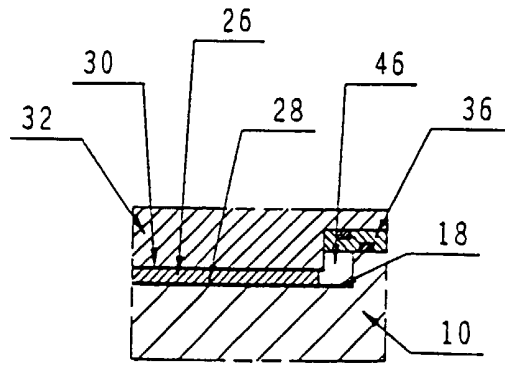


FIG. 5

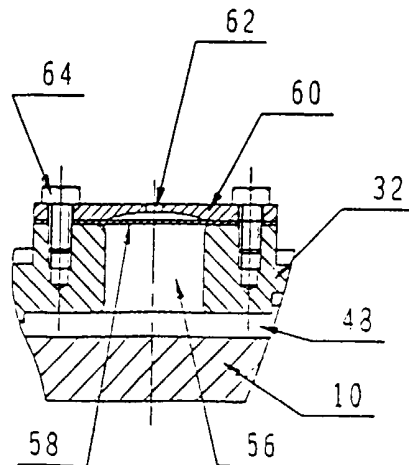


FIG. 6

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 537488
FR 9616032

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO 91 11029 A (BLAGDEN POWER GENERATION LIMIT) 25 Juillet 1991 ---	1
A	GB 2 140 206 A (BRITISH PETROLEUM CO PLC) 21 Novembre 1984 ---	
A	FR 2 475 759 A (TEXACO DEVELOPMENT CORP) 14 Août 1981 ---	
A	WO 88 05964 A (UNIV GLASGOW) 11 Août 1988 ---	
A	WEID VON DER J P ET AL: "SUBSEA ELECTRIC GENERATOR" 18 Octobre 1993 , ENGINEERING IN HARMONY WITH THE OCEAN, VICTORIA, OCT. 18 - 21, 1993, VOL. 2, PAGE(S) II-172 - 176 , INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS XP000509523 -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
3 Septembre 1997		De Raeve, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		