ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 28278 A1

(51) Cl. internationale :
E21B 17/00; E21B 17/02

(43) Date de publication :
01.11.2006

(21) N° Dépôt :
29145

(22) Date de Dépôt :
26.06.2006

(30) Données de Priorité :
22.01.2004 DE 10 2004 003 479.6

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2004/014878 31.12.2004

(71) Demandeur(s) :
DTB PATENTE GMBH, GOETHESTRASSE 61 45721 HALTERN AM SEE (DE)

(72) Inventeur(s) :
ROTTHÄUSER, Magdalena

(74) Mandataire :
ABU-SETTA & PARTNERS

(54) Titre : **TIGE DE FORAGE POUR DES FORAGES PROFONDS**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UNE TIGE DE FORAGE (3) DESTINÉE À DES FORAGES PROFONDS ET COMPRENANT UNE PLURALITÉ DE TUBES DE FORAGE (10) PRÉSENTANT DES CORPS DE TUBE DE FORAGE (12) EN MATÉRIAU ÉLECTROCONDUCTEUR, AINSI QU'UNE PLURALITÉ DE MANCHONS (11) PRÉSENTANT DES CORPS DE MANCHON (27) EN MATÉRIAU ÉLECTROCONDUCTEUR. L'INVENTION VISE À OBTENIR, AVEC RAPIDITÉ ET PRÉCISION, DES INFORMATIONS PROVENANT DE L'EMPLACEMENT DE FORAGE. A CET EFFET, UN PÔLE ÉLECTRIQUE EST FORMÉ PAR LE CORPS DE TIGE DE FORAGE CONSTITUÉ DES CORPS DE TUBE DE FORAGE (12) ET DES CORPS DE MANCHON (27) ET L'AUTRE PÔLE ÉLECTRIQUE EST FORMÉ PAR AU MOINS UN CONDUCTEUR (7) ISOLÉ ÉLECTRIQUEMENT PAR RAPPORT AU CORPS DE TIGE DE FORAGE ET PLACÉ À L'INTÉRIEUR DU CORPS DE TIGE DE FORAGE, DE FAÇON À RENDRE POSSIBLE UN TRANSFERT AUSSI BIEN D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE QUE DE DONNÉES

عمود حـــفر drill column لآبار عميقة deep wells

الملخص

يتعلق الاختراع بعمود حـــفر drill column (3) لآبار عميقة deep wells، مزود بعـــدة أنابيب حفر drilling pipes (10) لها أجسام أنابيب حفر drilling pipe bodies (12) مصنوعة من مادة موصلة كهربائياً electrically conductive material وبعدة جـــُـــلبات bushes (11) لهـــا أجسام جـــُـــلبات bush bodies (27) مصنوعة من مادة موصلة كهربائياً. وللحصـــول علـــى معلومات من موقع الحفر drilling site بسرعة وبدقة، يتخذ ترتيب مسبق بتشكيل قطب كهربائي electric pole واحد بواسطة جسم عمود الحفر drill column body الذي يشـــتمل علـــى أجســـام أنابيب الحفر (12) وأجسام الجـــُـــلبات (27) ويتخذ ترتيب مسبق بتشكيل قطب كهربائـــــي آخر بواسطة موصـــل conductor (7) واحد على الأقل، معزول عن جســـم عمـــود الحفـــر كهربائياً ومرتـــّـــب داخـــل جسم عمود الحفر، ونتيجة لذلك يكون نقـــل الطاقـــة الكهربائيـــة والبيانات ممكناً.

عمود حـــفر drill column لآبار عميقة deep wells

مجـــال الاختـــراع

يتعلق الاختراع الراهن أولاً بأنبوب حفر drilling pipe وفقاً للفقرة العامة التـــي تســـبق الوصف المميز في عنصري الحماية 1 و 5. وعلاوة على ذلك، يتعلق الاختـــراع بجـــُـــلبة bush وفقاً للفقرة العامة التي تسبق الوصف المميـــز في عنصري الحمايـــة 13 و 18. كمـــا يتعلق الاختراع بعمود حفر drill column لآبار عميقـــة deep wells وفقاً لعنصـــر الحماية 27.

خلفيـــة الاختـــراع

لقد كشـــفت بـــراءة الاختـــراع الألمـــانيـــة رقم C2 829 44 27 عن أنبـــوب حفـــر له جســـم أنبـــوب حفـــر drilling pipe body مصنـــوع مـــن مـــادة موصلـــة كهربائيـــاً electrically conductive material، حيـــث يُمـــرر موصـــل أنبوبـــي كهربـــائـــي electrical pipe conductor من خلال وصلة تماس contact connection مرتـــّبة عند أحد الأطراف على جســـم أنبوب الحفـــر ويوصـــل بها، ويكون الموصل الأنبوبي pipe conductor ووصلـــة التماس معزوليـــْن كهربائياً عن جســـم أنبـــوب الحفـــر. وفـــي حـــالة أنبوب الحفر المعـــروف، يكون الموصـــل الكهربائـــي موجهاً في أنبـــوب وقايـــة protective pipe. ويمتد أنبوب الوقاية مع الموصل باتجاه طولي على امتـــداد الجدار الداخلـــي inner wall لجســـم أنبوب الحفر ويكون لولبياً ويضغط، في هذا الشكل، بكيفية رجوعية resilient manner على الجدار الداخلي لثقب الحفر المحوري axial borehole لجسم أنبوب الحفر. غير أنه، لا يمكـــن منع أنبوب الوقاية والموصل المرتب داخـــل أنبـــوب الوقاية من التأثر بشـــكل عكســـي عندما يـــُـــغمـــَـــر flushed بطين الحفـــر drilling mud، وفي هذه الحالـــة يتـــم ضخ مائع الحفر drilling fluid من خلال عمود أنابيب الحفر drill string بمعدل مرتفع جـــداً. وعـــلاوة على ذلـــك، تبقـــى الأدوات tools المتـــروكة بواســـطة عمـــود أنابيب الحفـــر معلقـــة عنـــد زوايا turns أنبـــوب الوقايـــة وتتلف أنبـــوب الوقايـــة أو الموصـــل.

الكشف عن الاختراع

يتمثل هدف الاختراع الراهن في توفير أنبوب حفر، جُلبة وعمود حفر في كل حالة من النوع المذكور في البداية، حيث يكون من الممكن بواسطتها نقل الطاقة الكهربائية و/أو البيانات من السطح إلى أسفل ثقب الحفر وبالعكس بدرجة عالية من الوثوقية ودرجة منخفضة من قابلية التعرض للأخطاء.

ويتحقق الهدف المذكور أعلاه في كل حالة بواسطة أنبوب حفر من النوع المذكور في البداية والذي يمتلك السمات المميزة في عنصري حماية براءة الاختراع 1 و 5 وبواسطة جُلبة من النوع المذكور في البداية والتي تمتلك السمات المميزة في عنصري حماية براءة الاختراع 13 و 18. وعلاوة على ذلك، يتحقق الهدف وفقاً للاختراع بواسطة عمود الحفر المطالب بحمايته في عنصر حماية براءة الاختراع 27.

ونتيجة للتصميم وفقاً للاختراع لكل من أنابيب الحفر من ناحية والجُلبات من ناحية أخرى بالاقتران مع الموصلات ووصلات التماس الخاصة، ينتج نظام حيث أنه، عند وصل أنابيب الحفر بالجُلبات لإطالة عمود الحفر، ينتج في كل حالة وصلة موصلة كهربائياً بواسطة قطبين. وفي هذه الحالة، يتم تشكيل أحد القطبين بواسطة جسم عمود الحفر ويتم تشكيل القطب الآخر بواسطة الموصل المرتب فيه. وعليه يمكّن هذا من نقل الطاقة الكهربائية من السطح إلى أي نقطة مرغوبة في ثقب الحفر ونقل البيانات بواسطة الموصل إلى السطح بدون أي تأخير. ويمكن صنع الموصل من مادة تمكّن من نقل الطاقة والبيانات.

ويكون لأنابيب الحفر والجُلبات، بقدر ما يتعلق بترتيب الموصل، نفس التصميم بشكل أساسي. وفي تجسيد أول للاختراع، ووفقاً لعنصريْ حماية براءة الاختراع 1 و 13 يُتخذ ترتيب مسبق بتثبيت الموصل الأنبوبي بالجانب الداخلي للأنبوب أو بتثبيت الموصل الجُلبي بالجانب الداخلي للجُلبة. وبذلك يكون من الضروري تثبيتهما في الجزء الداخلي interior للعمود بما أنه يتم ضخ مقدار قليل من طين الحفر من خلال عمود أنابيب الحفر بسرعة مرتفعة جداً وقد يؤدي هذا إلى التأثير على الموصل بشكل عكسي إذا لم يكن التثبيت كافياً. ولوقاية الموصل بشكل موثوق داخل العمود، يتم تزويد حزّ groove طولي على الجانب الداخلي لجسم أنبوب الحفر أو على الجانب الداخلي لجسم الجُلبة. ويمكن الحصول على

الحزّ، في كل من حالة أنابيب الحفر والجُلبات الجديدة وفي حالة تلك التي تم استخدامها مسبقاً، بواسطة أداة device خاصة مقابلة بحيث يمكن كذلك إنجاز الاختراع بسهولة وبشكل استعادي. ويتم وقاية الموصل في الجزء الداخلي لعمود الأنابيب بواسطة الحزّ، الذي يفضل أن يمتد بموازاة المحور المركزي للعمود، وبشكل دقيق بصفة خاصة يكون عمق depth الحزّ أكبر من قطر الموصل، ونتيجة لذلك يكون الموصل مبيتاً بشكل كامل في الحزّ. وعلاوة على ذلك، لتثبيت الموصل في الحزّ، ينبغي صبّ الموصل المذكور باستخدام مادة عازلة insulation. وبالإضافة إلى ذلك، من الممكن أيضاً تغليف الموصل بشكل كامل باستخدام مادة عازلة للموصل مقابلة لضمان العزل الكهربائي المطلوب. وفضلاً عن ذلك، لعزل الجزء الداخلي لعمود الأنابيب كهربائياً عن الجزء الخارجي exterior له، توضع طبقة عازلة كهربائية electrical insulating layer، وبصفة خاصة تُرسّب بخارياً vapour-deposited، على السطح الكلي للجانب الداخلي للأنبوب، وفي هذه الحالة ينبغي بشكل مفضل أن تُغطي الطبقة العازلة الموصل.

وفي تجسيد آخر للاختراع، ووفقاً لعنصري حماية براءة الاختراع 5 و 18 يتخذ ترتيب مسبق بحيث يكون الموصل الأنبوبي أو الموصل الجُلبي أنبوبياً، كما يتخذ ترتيب مسبق بتمرير الموصل الأنبوبي أو الموصل الجُلبي من خلال جسم أنبوب الحفر أو جسم الجُلبة و/أو بتغليف جسم أنبوب الحفر أو جسم الجُلبة، ويفضل، اتخاذ ترتيب مسبق بحيث يكون للموصل الأنبوبي أو للموصل الجُلبي ولجسم أنبوب الحفر أو لجسم الجُلبة نفس سلوك التمدد الحراري الخطي linear thermal expansion behaviour بشكل أساسي، ويوصف تصميم أنبوب الحفر وفقاً للاختراع أدناه. وتكون المعالم الموصوفة قابلة للنقل بشكل مقابل للجُلبة وفقاً للاختراع. ويكون للجُلبة تصميم مقابل لذلك لأنبوب الحفر. ومن الضروري أن يتم تزويد أنبوب داخلي و/أو أنبوب خارجي بصفته الموصل الأنبوبي أو الموصل الجُلبي، حيث تنقل الطاقة والبيانات من السطح إلى أسفل ثقب الحفر وبالعكس بواسطة الأنبوب الداخلي و/أو الأنبوب الخارجي المذكور.

ولضمان نقل الطاقة والبيانات حتى عند أعماق حفر كبيرة، يفضل اتخاذ ترتيب مسبق بحيث يكون للموصل الأنبوبي أو للموصل الجُلبي ولجسم أنبوب الحفر أو لجسم الجُلبة

نفس سلوك التمدد الحراري الخطي بشكل أساسي. ويستدل على سلوك التمدد الحراري الخطي، المعرف بمعامل التمدد الخطي α، من مدى زيادة طول هدف عند زيادة درجة حرارته بمقدار درجة مئوية واحدة. وعندما يكون للموصل الأنبوبي سلوك تمدد خطي مماثل أو حتى مطابق لسلوك جسم أنبوب الحفر، فإنه لا يوجد إزاحة محورية axial displacement للموصل الأنبوبي بالنسبة لجسم أنبوب الحفر حتى عند أعماق حفر كبيرة. وبذلك لا يوجد خطر من تعطل أو توقف نقل الطاقة والبيانات نتيجة لامتلاك الموصل الأنبوبي وجسم أنبوب الحفر درجات تمدد خطي linear expansion مختلفة. وفي هذا السياق، يمكن صنع الموصل الأنبوبي وجسم أنبوب الحفر من المادة نفسها، ويفضل من الفولاذ steel، لغرض التبسيط. غير أنه، من حيث المبدأ، من الممكن كذلك استخدام سبيكة alloy لها سلوك تمدد خطي ملائم كمادة للموصل الأنبوبي.

ولتوفير وصلة ثابتة بين الموصل الأنبوبي وجسم أنبوب الحفر، يمكن وصل الموصل الأنبوبي بجسم أنبوب الحفر بكيفية تماسكية cohesive manner و/أو بكيفية توافق قسري force-fitting manner. فعلى سبيل المثال، من الممكن ربط الموصل الأنبوبي بجسم أنبوب الحفر باستخدام مادة لاصقة. ويكون من الممكن إدخال كُمّ مشقوب slotted sleeve بسهولة تامة، كموصل أنبوبي، في جسم أنبوب الحفر، وفي هذه الحالة يكون من الضروري ضغط السطح الخارجي للكُمّ بشكل مقابل ليكون من الممكن إدخال الكُمّ في جسم أنبوب الحفر. وينتج عن القوى الردّية resetting forces في السطح الخارجي للكُمّ وصلة توافق قسري force-fitting connection بين الكُمّ وجسم أنبوب الحفر في جسم أنبوب الحفر المذكور. ومن الممكن أيضاً بشكل طبيعي انكماش shrunk جسم أنبوب الحفر على الكُمّ بسهولة تامة.

ويفضل تزويد فجوة gap ذات اتساع يتراوح من 0.5 سم centimeter (cm) إلى 2.5 سم، وخصوصاً فجوة ذات اتساع يبلغ 1.5 سم، بين الموصل الأنبوبي وأنبوب الحفر. ويمكن ملء الفجوة بمركب صبّ casting compound، وخصوصاً مادة بلاستيكية plastic، ويفضل ملؤها براتنج إبوكسي epoxy resin. وينتج مركب الصبّ أولاً رابطة تماسكية cohesive bond بين الموصل الأنبوبي وأنبوب الحفر كما يعمل كطبقة عازلة. ويفضل طلاء

السطح الخارجي الداخلي للموصل الأنبوبي بطبقة عازلة إضافية. ومن ناحية أخرى، عند اتخاذ ترتيب مسبق بتغليف الموصل الأنبوبي لجسم أنبوب الحفر، فإنه يمكن طلاء الجانب الخارجي للموصل الأنبوبي باستخدام مادة غير موصلة كهربائياً.

وبما أن المقاومة الخطية line resistance للموصل الأنبوبي تزداد بزيادة طول الأنبوب، فإنه يفضل أن تكون سماكة جدار wall thickness الموصل الأنبوبي ثابتة كدالة لأقصى عمق حفر. وفي هذه الحالة، قد يفضل تزويد سماكة جدار للموصل الأنبوبي تتراوح من 0.5 ملم millimeter (mm) إلى 1.5 ملم، وخصوصاً من 0.7 ملم إلى 1.2 ملم، عند عمق حفر لا يزيد عن 2000 م meter (m). ومن ناحية أخرى، عندما يراد الحفر إلى أعماق لا تزيد عن 5000 م، يمكن استخدام موصل أنبوبي له سماكة جدار تتراوح من 4 ملم إلى 8 ملم، ويفضل من 5 ملم إلى 6 ملم. وتتيح السمات الموصوفة أعلاه للموصل الأنبوبي أو الموصل الجُلبي وفقاً للاختراع نقل الطاقة عند فلطية voltage منخفضة أو عند فلطية منخفضة جداً يفضل أن تبلغ 42 فولت volts.

وعند تزويد الموصل في الجزء الداخلي لعمود أنابيب الحفر، فإنه من الممكن تزويد وصلة تماس أنبوبية pipe contact connection على الواجهة الأمامية عند الجانب الطرفي end-side front face لجسم أنبوب الحفر. وفي هذه الحالة, تمثل الواجهة الأمامية عند الجانب الطرفي كتِفاً shoulder باتجاه الجانب الداخلي للأنبوب. وبهدف أن تكون قابلة للتفاعل مع وصلة التماس الأنبوبية، يتم تزويد وصلة التماس الجُلبية bush contact connection على كتِف عند الجانب الأمامي front-side shoulder باتجاه الجانب الداخلي للجُلبة. وعند صنع الوصلة الميكانيكية mechanical connection، أي عند لولبة screwed أنبوب الحفر والجُلبة معاً، يتم بعد ذلك إنتاج وصلة كهربائية بين الموصل الأنبوبي من ناحية والموصل الجُلبي من ناحية أخرى بواسطة وصلات التماس الموجودة على كلا الجانبين.

وبما أنه يتم لولبة أنابيب الحفر بشكل عام مع الجُلبات، فإنه من المفيد خصوصاً لكل من وصلة التماس الأنبوبية ووصلة التماس الجُلبية أن تكونا ذواتي تصميم محيطي circumferential design، أي أن تكونا على شكل حلقات وصل تماسي

contact connection rings. ولضمان العزل الكهربائي بين وصلة التماس الخاصة وجسم عمود أنابيب الحفر، في هذه الحالة ينبغي ترتيب وصلة التماس الأنبوبية على حلقة عازلة insulating ring مرتكزة على الواجهة الأمامية، بينما ينبغي ترتيب وصلة التماس الجُلبية على حلقة عازلة مرتكزة على الكَتِف. وفي هذه الحالة، لضمان العزل الكافي ليس فقط عن جسم عمود الحفر ولكن أيضاً عن الجزء الداخلي لعمود أنابيب الحفر والطين الموضوع فيه أثناء عملية الحفر، ينبغي أن تحتوي الحلقة العازلة, التي ينبغي أن تكون مصنوعة من مادة مرنة elastic material، على حزّ حلقي annular groove لغرض احتواء وصلة التماس الخاصة، وفي هذه الحالة ينبغي أن يكون عمق الحزّ الحلقي أكبر من ارتفاع وصلة التماس. وهذا يضمن أنه، عند لولبة أنابيب الحفر مع الجُلبات، فإنه يتوفر سداد محكم seal كافٍ عند السطوح المتقابلة بشكل متبادل للحلقات العازلة نتيجة لضغط هذه الحلقات معاً عند حدوث تماس متزامن مع وصلات التماس.

وبما أنه، في حالة أعمدة الحفر الطويلة جداً، والتي قد تكون ذات طول يبلغ بضعة آلاف من الأمتار، من الممكن أن تنتج حركات طولية longitudinal movements بين الجُلبات وأنابيب الحفر، يتمثل حل ممكن في تحميل وصلات التماس بنابض وخصوصاً في اتجاه بعيد عن الواجهة الأمامية أو الكَتِف. ونتيجة للتحميل بنابض، يتم دفع وصلات التماس باتجاه بعضها البعض بحيث لا ينتج عن أي حركات لأنابيب الحفر والجُلبات المتجاورة انقطاع في التماس الكهربائي بين وصلات التماس.

وفضلاً عن ذلك، لمنع مرور طين الحفر من الحيز الحلقي annular space إلى الحيز الوسطي intermediate space بين وصلات التماس، فإنه ينبغي تزويد سداد محكم محيطي واحد على الأقل في منطقة الطرف الدقيق pin لجسم أنبوب الحفر. ويفضل أن يوضع السداد المحكم على الدرجة بين الجانب الخارجي للأنبوب والطرف الدقيق و/أو عند منطقة الانتقال من الدرجة إلى الطرف الدقيق. ويمكن كذلك تزويد سداد محكم واحد أو أكثر في منطقة الطرف الدقيق نفسه. وبالنسبة للجُلبة، يتمثل حل ممكن في تزويد سداد محكم محيطي واحد على الأقل على الواجهة الأمامية الخارجية لجسم الجُلبة.

وغنيّ عن القول أنه من الممكن وفقاً للاختراع تزويد ليس فقط موصل واحد لكن عدة موصلات في عمود الحفر. وبما أنه لا يمكن اختيار الموصلات بحيث يكون لهـا أي حجـم مرغوب بالنسبة لقطرها حتى لا يؤخذ في الحسبان أي إضعاف في عمود الحفر والذي يكون شديداً جداً بسبب الحزوز الموجودة على الجانب الداخلي لعمود الحفر التي تكون عميقة جـداً، فإنه يتم تحديد عدد الموصلات التي يكون لها عموماً في كل الأحوال قطر صغير بناءً علـى متطلبات الطاقة الكهربائية لتشغيل جهاز القياس والتحليل الخاص الموضوع في ثقب الحفر.

وصـف مختصـر للرسـوم

ستوصف تجسيدات تمثيلية للاختراع أدناه بالرجوع إلى الرسوم، حيث:

الشكل 1 : يبين منظراً تخطيطياً لعمود حفر تم إدخاله في ثقب حفر،

الشكل 2 : يبين منظراً تخطيطياً لطرف أنبوب حفر،

الشكل 3 : يبين منظراً تخطيطياً لجزء من جـُـلبة،

الشكل 4 : يبين منظر مقطع عرضي لجزء من أنبوب حفر،

الشكل 5 : يبين منظراً تفصيلياً لجزء من أنبوب حفر،

الشكل 6 : يبين منظراً تفصيلياً لجـُـلبة،

الشكل 7 : يبين منظراً تخطيطياً جزئياً لأنبوب حفر، تم لولبته في جـُـلبة، مزود بموصل أنبوبي أو موصل جـُـلبي مُـثبت في حزّ، و

الشكل 8 : يبين منظراً تخطيطياً جزئياً لأنبوب حفر مزود بموصل أنبوبي.

الوصـف التفصيلـي

يبين الشكل 1 توضيحاً تخطيطياً لجهاز حفر 1. ويكون لجهاز الحفـر 1 رأس حفـر drilling head 2 مرتـّـب عند السطح وعمود حفر 3، موضوع في ثقب حفر 4 في وضـع الحفر. وتوضع وحدة لقمة حفر bit unit 5 عند الطرف الآخر لعمود الحفر 3. وفي التجسـيد التمثيلي الذي تم توضيحه، توضع أداة قياس 6، موصولة بـأداة تقيـيم evaluation device 8 موضوعة عند السطح بواسطة موصل 7، مباشرة فوق وحدة لقمة الحفر 5. وتمكـّـن أداة القياس 6 من تسجيل القيم المقاسة أثناء الحفر والتي يمكن أن يتم تقييمها بعد ذلـك مباشـرة بواسطة أداة التقييم 8.

ويشتمل عمود الحفر 3 نفسه في هذه الحالة على عدد كبير من أنابيب حفر 10 وجُلبات 11 مرتبة بشكل متبادل. وقد يكون لأنابيب الحفر 10 من النوع الذي نحن بصدده طول يصل إلى 10 م أو أكثر، بينما قد يكون لأعمدة الحفر 3 المستخدمة للآبار العميقة طول يبلغ بضعة آلاف من الأمتار.

ويوضح الشكل 2 والتوضيح التفصيلي المبين في الشكل 4 جزءاً من أنبوب الحفر 10. ويكون لأنبوب الحفر 10 جسم أنبوب حفر 12 مصنوع من مادة موصلة كهربائياً. وفي هذه الحالة يتخذ ترتيب مسبق بتمرير موصل أنبوبي كهربائي 7أ واحد على الأقل من خلال جسم أنبوب الحفر 12، ويتم وصل الموصل الأنبوبي الكهربائي 7أ المذكور عند الطرف، وبشكل دقيق عند كلا الطرفين، بوصلة تماس أنبوبية 13 مزودة على جسم أنبوب الحفر 12، ويكون الموصل الأنبوبي 7أ ووصلة التماس الأنبوبية 13 معزولين كهربائياً عن جسم أنبوب الحفر 12. وكما يمكن أن يلاحظ بصفة خاصة في الشكل 4، يتم تثبيت الموصل الأنبوبي 7أ بالجانب الداخلي للأنبوب 14. ولهذا الغرض، يزود حزّ طولي 15 للموصل الأنبوبي 7أ على الجانب الداخلي للأنبوب 14. وفي هذه الحالة، يتم وصل الحزّ 15 بالتعشيق. غير أنه، ومن حيث المبدأ، قد يكون كذلك أي شكل آخر للحزّ ممكناً. ويمتد الحزّ 15 بموازاة المحور المركزي لأنبوب الحفر 10. ويكون عمق الحزّ 15 في هذه الحالة أكبر من القطر الخارجي للموصل الأنبوبي 7أ. ويثبت الموصل الأنبوبي 7أ في الحزّ 15 بواسطة مادة عازلة 16. وبالإضافة إلى وظيفتها التثبيتية، يكون للمادة العازلة 16 كذلك وظيفة العزل الكهربائي. وبالإضافة إلى المادة العازلة 16، يكون الموصل الأنبوبي 7أ مزوداً بمادة عازلة للموصل 17 تمتد على كامل طول الموصل الأنبوبي 7أ. وكما يمكن أن يلاحظ أيضاً في الشكل 4، ترسب طبقة عازلة كهربائية 18 بخارياً على السطح الكلي للجانب الداخلي للأنبوب 14 كما تغطي الحزّ 15 أيضاً وبالتالي الموصل الأنبوبي 7أ. وتوضع الطبقة العازلة 18 على السطح الكلي للجانب الداخلي للأنبوب 14.

وتزود وصلة التماس الأنبوبية 13 على الواجهة الأمامية عند الجانب الطرفي 19 لطرف أنبوب الحفر 10. وفي هذه الحالة، غنيّ عن القول أنه في كل حالة يتم تزويد وصلة تماس أنبوبية مقابلة واحدة 13 عند كلا طرفي جسم أنبوب الحفر 12، حتى إذا لم يوصف ذلك

تحديداً أدناه. وتكون وصلة التماس الأنبوبية 13 ذات تصميم محيطي ولها شكل حلقة تماس. وفضلاً عن ذلك، ترتب وصلة التماس الأنبوبية 13 على حلقة عازلة 20 مرتكزة على الواجهة الأمامية 19. ويكون للحلقة العازلة 20، المصنوعة من مادة مرنة، حزّ حلقي 21 لغرض احتواء وصلة التماس الأنبوبية 13. وفي هذه الحالة، يكون عمق الحزّ الحلقي 21 أكبر من ارتفاع وصلة التماس الأنبوبية 13.

وفضلاً عن ذلك، تكون وصلة التماس الأنبوبية 13 في هذه الحالة محمَّلة بنابض في اتجاه بعيد عن الواجهة الأمامية 19، وبخاصة باتجاه الجُلبة 11 ليتم وصلها بأنبوب الحفر 10.

ويقع طرف دقيق 22، يزود سن لولب خارجي external thread 23 عليه، عند كلا طرفي أنبوب الحفر 10. وتقع درجة 24، تندمج عند طرفها مع الجانب الخارجي للأنبوب 25، بين الأطراف الدقيقة 22 المزودة بسن اللولب الخارجي 23. ويوضع سداد محكم محيطي 26، هو في هذه الحالة عبارة عن حلقة على شكل O ring O، عند منطقة الانتقال بين الدرجة 24 وسن اللولب الخارجي 23. وبدلاً من السداد المحكم 26 أو إضافة إلى السداد المحكم المذكور، يمكن كذلك ترتيب سداد محكم حلقي على الدرجة 24.

ويوضح الشكل 3 والتوضيح التفصيلي المبين في الشكل 6 جزءاً من جُلبة 11. ويكون للجُلبة 11 جسم جُلبة 27 مصنوع من مادة موصلة كهربائياً. ويُمرر موصل جُلبي كهربائي 7ب من خلال جسم الجُلبة 27 ويوصل عند الطرف، وبشكل دقيق عند كلا طرفي جسم الجُلبة 27، بوصلات التماس الجُلبية 28، حتى إذا لم يتم توضيح ذلك تحديداً. ويكون كل من الموصل الجُلبي 7ب ووصلات التماس الجُلبية 28 معزولين كهربائياً عن جسم الجُلبة 27.

ويثبت الموصل الجُلبي 7ب بالجانب الداخلي للجُلبة 29. ولهذا الغرض، يزود حزّ طولي 30 على الجانب الداخلي 29 لجسم الجُلبة 27. ويكون للحزّ 30 نفس تصميم الحزّ 15. وفضلاً عن ذلك، يمتد الحزّ 30 بموازاة المحور المركزي للجُلبة 11. ولا يُبين التوضيح حقيقة أنه يتم صب الموصل الجُلبي 7ب في الحزّ 30 باستخدام مادة عازلة وفضلاً عن ذلك يُغلّف باستخدام مادة عازلة للموصل. وعلاوة على ذلك، يتم ترسيب

طبقة عازلة كهربائية 31 بخارياً على الجانب الداخلي للجُلبة 29 وعلى الجانب الداخلي للأنبوب 14، كذلك تُغطي الطبقة العازلة الكهربائية 31 المذكورة الموصل الجُلبي 7ب.

وكما يمكن أن يلاحظ بصفة خاصة في الشكل 6، يتم تزويد وصلة التماس الجُلبية 28 على كَتِف عند الجانب الأمامي 32. ويقع الكَتِف 32 بين سن اللولب الداخلي 33 والجانب الداخلي للجُلبة 29. وتكون وصلة التماس الجُلبية 28 ذات تصميم محيطي وتُرتب على حلقة عازلة 20 مرتكزة على الكَتِف 32. وتماثل الحلقة العازلة 20 من حيث النوع والتصميم الحلقة العازلة 20 المزودة على أنبوب الحفر 10، أي يكون لها حزّ حلقي 21 لغرض احتواء وصلة التماس الجُلبية 28، وفي هذه الحالة يكون عمق الحزّ الحلقي 21 أكبر من ارتفاع وصلة التماس الجُلبية 28. وفضلاً عن ذلك، تكون وصلة التماس الجُلبية 28 محمَّلة بنابض في اتجاه بعيد عن الكَتِف 32. ويمكن إعداد عملية التحميل بنابض بالنسبة لوصلات التماس 13، 28 بحيث يعمل نابض واحد أو عدة نوابض، على سبيل المثال نوابض انضغاطية لولبية helical compression springs صغيرة، على الجانب السفلي الخاص بوصلة التماس. وعلاوة على ذلك، يمكن تزويد ألسنة نابضية spring tongues على وصلة التماس الخاصة. وقد تكون الألسنة النابضية موجهة مبدئياً نحو الداخل و/أو نحو الخارج، وعليه من الممكن أن تبرز الألسنة النابضية الموجهة نحو الخارج فوق وصلة التماس الفعلية وتحدث التماس الكهربائي.

وفي هذه الحالة، يوضع سداد محكم محيطي 35 على الواجهة الأمامية الخارجية 34 لجسم الجُلبة 27. وتقع الواجهة الأمامية الخارجية 34 بين سن اللولب الداخلي 33 والجانب الخارجي للجُلبة 36.

وينتج عن أنابيب الحفر 10 والجُلبات 11 كما وصف أعلاه بالاقتران مع الموصلات الأنبوبية 7أ والموصلات الجُلبية 7ب نظام لنقل البيانات والطاقة ثنائي القطب بواسطة عمود الحفر 3. وفي هذه الحالة، يتم تشكيل أحد القطبيْن بواسطة جسم عمود الحفر، الذي يشتمل على أجسام أنابيب الحفر 12 وأجسام الجُلبات 27، بينما يتم تشكيل القطب الآخر بواسطة الموصل 7، الذي يشتمل على الموصلات الأنبوبية 7أ والموصلات الجُلبية

7ب إضافة إلى وصلات التماس 13 و 28. وفضلاً عن ذلك يكون للنظام وفقا للاختراع ميزة أنه يمكن إطالة عمود الحفر 3 وبالتالي القطبيْـن كما هو مرغوب بما أن لولبة أنبوب الحفـر 10 مع الجـُـلبة 11 تزود الوصلة الكهربائية بواسطة وصلات التماس 13، 28 من ناحيـة وبواسطة مادة جسم أنبوب الحفر 12 ومادة جسم الجـُـلبة 27 من ناحية أخرى.

ويتم تزويد الطاقة إلى الموصل 7 واشتقاق البيانات منه بواسطة مجمِّـع ذي حلقات انزلاق slipring collector (غير موضـّـح)، يتم تزويده على أنبوب الحفر الأول 10. ويتم وصل المجمِّـع ذي حلقات الانزلاق بالموصل الأنبوبي 7أ ويعزل عن جسـم أنبـوب الحفـر 12. ويتم وصل المجمِّـع ذي حلقات الانزلاق بدوره بأداة التقييم 8، في حين يشكل جسم عمود الحفر وصلة مع الأرض.

ويوضح الشكل 8 منظراً تخطيطياً جزئياً لأنبوب حفر 10 مزود بموصل أنبوبي 7أ. ويتم ربط الموصل الأنبوبي 7أ باستخدام مادة لاصقة بالجانب الداخلي للأنبوب 14 على كامل السطح بواسطة طبقة عازلة 37. وقد تكون الطبقة العازلة 37، على سبيل المثـال، راتـنج إبوكسي epoxy resin، يضمن العزل الكهربائي للموصل الأنبوبي 7أ عن أنبـوب الحفـر 10 والتي يتم بواسطتها صب الفجوة بين الجانب الداخلي للأنبوب 14 والموصـل الأنبـوبي 7أ. وعلاوة على ذلك، يتم تزويد طبقة عازلة إضافية 38 على السطح الخارجي الداخلي للموصل الأنبوبي 7أ ويفضل طلاؤه باستخدام مادة غيـر موصلة كهربائياً لهـا خشـونة سـطح surface roughness منخفضة. ويسهم الطلاء منخفض الاحتكاك low-friction coating للموصـل الأنبوبي 7أ في الجزء الداخلي في حدوث مقاومة تدفق flow resistance منخفضة عند وجـود تيار متدفق يمر من خلال أنبوب الحفر 10 أثناء عملية الإنتاج أو أثناء عملية الكسـح. وقـد يماثل التجسيد الموضح في الشكل 8 لأنبوب حفر 10 مزود بموصـل أنبـوبي 7أ تصـميم الجـُـلبة 11 المزودة بالموصل الجـُـلبي الأنبوبي 7ب. وتقابل وصلات التماس لأنبـوب الحفر 10 والجـُـلبة 11 بشكل أساسي التجسيدات الموصوفة أعلاه عندما يكـون الموصـل الأنبوبي 7أ أو الموصل الجـُـلبي 7ب موجهاً في حزّ طولي 15، 30 في كل حالة، حيـث يكون من الضروري في هذه الحالة ضمان عزل وصلة التماس الخاصة عن أنبوب الحفر 10

أو الجـــلبة 11 كهربائيا. وفي حالة التصميم الأنبوبي، قد يكـــون للموصـــل الأنبـــوبي 7أ والموصل الجـــلبي 7ب طوق collar عند الطرف للحصول على تماس خطي بكيفية بسيطة.

عناصـــر الحمايـــة

1- أنبوب حفر drilling pipe (10) لعمود حفر drill column (3) لآبار عميقة deep wells، لـــه جسم أنبـــوب حفـــر drilling pipe body (12) مصنـــوع من مـــادة موصلة كهربائيـــا electrically conductive material، حيـــث يُمـــرر موصـــل أنبوبـــي كهربـــائـــــي electrical pipe conductor (7أ) واحد على الأقل من خلال جســـم أنبـــوب الحفـــر drilling pipe body (12)، ويوصل الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) بوصلة تماس أنبوبية pipe contact connection (13) مزودة عند أحد أطراف جســم أنبـــوب الحفـــر drilling pipe body (12)، ويكون الموصـــل الأنبوبـــي pipe conductor (7أ) ووصلـــة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) معزوليـْن كهربائياً electrically insulated عن جســم أنبـــوب الحفـــر drilling pipe body (12)، **يتميز** فـــي أنـــه يـــتم تثبيـــت الموصـــل الأنبوبـــي pipe conductor (7أ) بالجانب الـــداخلي للأنبـــوب pipe inner side (14)، وفي أنه يتم تزويـــد حـــزّ طولـــي longitudinal groove (15) لموصـــل أنبوبـــي pipe conductor (7أ) واحـــد علـــى الأقل علـــ الجانـــب الداخلي للأنبوب pipe inner side (14) لجســـم أنبـــوب الحفـــر drilling pipe body (12).

2- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لعنصر الحماية 1، يتميز في أن عمق depth الحـــزّ groove (15) يكون أكبر من قطر الموصـــل الأنبوبـــي pipe conductor (7أ)، وفي أنه، يفضل، أن يتم صبّ الموصـــل الأنبوبـــي pipe conductor (7أ) في الحزّ groove (15) باستخدام مادة عازلة insulation (16).

3- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عنصـــري الحمايـــة الســـابقين، يتميز فـــي أنـــه يتـــم تغليـــف الموصـــل الأنبوبـــي pipe conductor (7أ) باســـتخدام مادة عازلـــة للموصـــل conductor insulation.

4- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، يتميز في أنه يتم وضع طبقة عازلة كهربائية electrical insulating layer (18)، وبصفة خاصة يتم ترسيبها بخارياً vapour-deposited على السطح الكلي للجانب الداخلي للأنبوب pipe inner side (14)، وفي أنه، يفضل، أن تغطي الطبقة العازلة insulating layer (18) الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ).

5- أنبوب حفر drilling pipe (10) لعمود حفر drill column (3) لآبار عميقة deep wells، له جسم أنبوب حفر drilling pipe body (12) مصنوع من مادة موصلة كهربائياً electrically conductive material، حيث يتم تزويد موصل أنبوبي كهربائي electrical pipe conductor (7أ) واحد على الأقل، ويوصل الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) بوصلة تماس أنبوبية pipe contact connection (13) مزودة عند أحد أطراف جسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12)، ويكون الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) ووصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) معزولين كهربائياً electrically insulated عن جسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12)، **يتميز** في أنه يكون الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) أنبوبياً tubular، وفي أنه يُمرر الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) من خلال جسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12) و/أو يغلف جسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12)، وفي أنه، يفضل، أن يمتلك الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) وجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12) نفس سلوك التمدد الحراري الخطي linear thermal expansion behaviour بشكل أساسي.

6- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لعنصر الحماية 5، يتميز في أنه يتم صنع الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) وجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12) من نفس المادة، ويفضل من الفولاذ steel.

7- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لعنصر الحماية 5 أو 6، يتميز في أنه يتم وصل الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) بجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12) بكيفية تماسكية cohesive manner و/أو بكيفية توافق قسري force-fitting manner.

8- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية من 5 إلى 7، يتميز في أنه يتم تزويد فجوة gap ذات اتساع يتراوح من 0.5 سم (cm) centimeter إلى 2.5 سم، ويفضل 1.5 سم, بين الموصل الأنبوبي pipe conductor (7أ) وجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12)، وفي أنه، يفضل، ملء الفجوة gap بمركب صّب casting compound، وخصوصاً براتنج إبوكسي epoxy resin.

9- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، يتميز في أنه يتم تزويد وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) على الواجهة الأمامية عند الجانب الطرفي end-side front face (19) لجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12).

10- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، يتميز في أن وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) تكون ذات تصميم محيطي circumferential design وفي أنه، يفضل، أن يتم ترتيب وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) على حلقة عازلة insulating ring (20) مرتكزة على الواجهة الأمامية front face (19)، وفي أنه، يفضل أيضاً، أن يتم تزويد حزّ حلقي annular groove (21) في الحلقة العازلة insulating ring (20)، والتي تكون مصنوعة من مادة مرنة elastic material، لغرض احتواء وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13)، وفي أنه يكون عمق الحزّ الحلقي annular groove (21) أكبر من ارتفاع وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13).

11- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، يتميز في أنه يتم تحميل وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) بنابض وبصفة خاصة في اتجاه بعيد عن الواجهة الأمامية front face (19) و/أو في أنه يتم تزويد ألسنة تماس بارزة protruding contact tongues نحو الخارج على وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13).

12- أنبوب حفر drilling pipe وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، يتميز في أنه يتم تزويد سداد محكم محيطي circumferential seal واحد على الأقل في منطقة الطرف الدقيق pin (22) لجسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12)، وفي أنه يتم تزويد سداد محكم seal (26) على الدرجة step (24) من الجانب الخارجي للأنبوب pipe outer side (25) إلى الطرف الدقيق pin (22) و/أو عند منطقة الانتقال transition بين الدرجة step (24) والطرف الدقيق pin (22).

13- جُلبة bush (11) لعمود حفر drill column (3) لآبار عميقة deep wells، لها جسم جُلبة bush body (27) مصنوع من مادة موصلة كهربائياً electrically conductive material، حيث يُمرر موصل جُلبي كهربائي electrical bush conductor (7ب) واحد على الأقل من خلال جسم الجُلبة bush body (27)، ويوصل الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) بوصلة تماس جُلبية bush contact connection (28) مزودة عند أحد أطراف جسم الجُلبة bush body (27)، ويكون الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) ووصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) معزولين كهربائياً electrically insulated عن جسم الجُلبة bush body (27)، **تتميز** في أنه يتم تثبيت الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) بالجانب الداخلي للجُلبة bush inner side (29)، وفي أنه يتم تزويد حزّ طولي longitudinal groove (30) لموصل جُلبي bush conductor (7ب) واحد على الأقل على الجانب الداخلي

للجـُـلبة bush inner side (29) لجسـم الجـُـلبة bush body (27).

14- جـُـلبة bush وفقاً لعنصر الحماية 13، تتميز في أن عمق depth الحـزّ groove (30) يكون أكبر من قطر الموصـل الجـُـلبي bush conductor.

15- جـُـلبة bush وفقاً لأحد عنصري الحماية 13 أو 14، تتميز في أنه يتم صبّ الموصـل الجـُـلبي bush conductor (7ب) في الحـزّ groove (30) باسـتخدام مـادة عازلـة insulation.

16- جـُـلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 15، تتميـز فـي أنـه يتـم تغليف الموصـل الجـُـلبي bush conductor (7ب) باسـتخدام مـادة عازلـة للموصل conductor insulation.

17- جـُـلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 16، تتميز في أنه يتم وضع طبقة عازلة كهربائية electrical insulating layer (31)، وبصفة خاصة يتم ترسـيبها بخاريـاً vapour-deposited، على السطح الكلي للجانب الداخلي للجـُـلبة bush inner side، وفـي أنه، يفضـل، أن تغطـي الطبقـة العـازلة insulating layer (31) الموصـل الجـُـلبي bush conductor (7ب).

18- جـُـلبة bush (11) لعمود حفر drill column (3) لآبار عميقـة deep wells، لهـا جسـم جـُـلبة bush body (27) مصنـوع مـن مـادة موصلة كهربائيـاً electrically conductive material، حيـث يُمـرر موصـل جـُـلبي كهربـائـي electrical bush conductor (7ب) واحـد على الأقل مـن خـلال جسـم الجـُـلبة bush body (27)، ويوصل الموصل الجـُـلبي bush conductor (7ب) بوصلة تمـاس جـُـلبية bush contact connection (28) مزودة عند أحد أطراف جسـم الجـُـلبة bush body

(27)، ويكون الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) ووصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) معزولين كهربائياً electrically insulated عن جسم الجُلبة bush body (27)، **تتميز** في أنه يكون الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) أنبوبياً tubular، وفي أنه يُمرر الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) من خلال جسم الجُلبة bush body (27) و/أو يغلف جسم الجُلبة bush body (27)، وفي أنه، يفضل، أن يمتلك الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) وجسم الجُلبة bush body (27) نفس سلوك التمدد الحراري الخطي linear thermal expansion behaviour بشكل أساسي.

19- جُلبة bush وفقاً لعنصر الحماية 18، تتميز في أنه يتم صنع الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) وجسم الجُلبة bush body (27) من نفس المادة، ويفضل من الفولاذ steel.

20- جُلبة bush وفقاً لعنصر الحماية 18 أو 19، تتميز في أنه يتم وصل الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) بجسم الجُلبة bush body (27) بكيفية تماسكية cohesive manner و/أو بكيفية توافق قسري force-fitting manner.

21- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 18 إلى 20، تتميز في أنه يتم تزويد فجوة gap ذات اتساع يتراوح من 0.5 سم centimeter (cm) إلى 2.5 سم، ويفضل 1.5 سم، بين الموصل الجُلبي bush conductor (7ب) وجسم الجُلبة bush body (27)، وفي أنه، يفضل، ملء الفجوة gap بمركب صَبّ casting compound، وخصوصاً براتنج إبوكسي epoxy resin.

22- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 21، تتميز في أنه يتم تزويد وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) على كَتِف عند الجانب الأمامي

front-side shoulder (32) باتجاه الجانب الداخلي للجُلبة bush inner side (29).

23- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 22، تتميز في أن وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) تكون ذات تصميم محيطي circumferential design، وفي أنه يتم ترتيب وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) على حلقة عازلة insulating ring (20) مرتكزة على الكَتِف shoulder (32).

24- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 23، تتميز في أنه يتم تزويد حزّ حلقي annular groove في الحلقة العازلة insulating ring (20)، والتي تكون مصنوعة من مادة مرنة elastic material، لغرض احتواء وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28)، وفي أنه يكون عمق الحزّ الحلقي annular groove (21) أكبر من ارتفاع وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28).

25- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 24، تتميز في أنه يتم تحميل وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) بنابض وبصفة خاصة في اتجاه بعيد عن الكَتِف shoulder (32) و/أو في أنه يتم تزويد ألسنة تماس بارزة protruding contact tongues نحو الخارج على وصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28).

26- جُلبة bush وفقاً لأحد عناصر الحماية من 13 إلى 25، تتميز في أنه يتم تزويد سداد محكم محيطي circumferential seal (35) واحد على الأقل على الواجهة الأمامية الخارجية outer front face (34) لجسم الجُلبة bush body (27).

27- عمود حفر drill column (3) لآبار عميقة deep wells، مزود بعدة أنابيب حفر drilling pipes (10) لها أجسام أنابيب حفر drilling pipe bodies (12) مصنوعة من مادة موصلة كهربائياً electrically conductive material وبعدة جُلبات bushes (11) لها أجسام جُلبات bush bodies (27) مصنوعة من مادة موصلة كهربائياً electrically conductive material، تحتوي على أنبوب حفر drilling pipe (10) واحد على الأقل وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة وعلى جُلبة bush (11) واحدة على الأقل وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، ويتم تشكيل قطب كهربائي electric pole واحد بواسطة جسم عمود الحفر drill column body الذي يشتمل على أجسام أنابيب الحفر drilling pipe bodies (12) وأجسام الجُلبات bush bodies (27)، ويتم تشكيل قطب كهربائي electric pole آخر بواسطة موصل conductor (7) واحد على الأقل، معزول عن جسم عمود الحفر drilling column body كهربائياً ومرتّب داخل جسم عمود الحفر drilling column body، و، يفضل، أن يتم تصميم وصلة التماس الأنبوبية pipe contact connection (13) ووصلة التماس الجُلبية bush contact connection (28) وترتيبهما بحيث أنه، عندما يتم لولبة أنبوب الحفر drilling pipe (10) والجُلبة bush (11) معاً، تنتج وصلة كهربائية electrical connection.

28- عمود حفر drill column وفقاً لعنصر الحماية 27، يتميز في أنه يتم تزويد مجمِّع ذي حلقات انزلاق slipring collector، يكون معزولاً عن جسم أنبوب الحفر drilling pipe body (12) ويوصل بالموصل الأنبوبي pipe conductor (7)، على أنبوب الحفر الأول first drilling pipe (10).

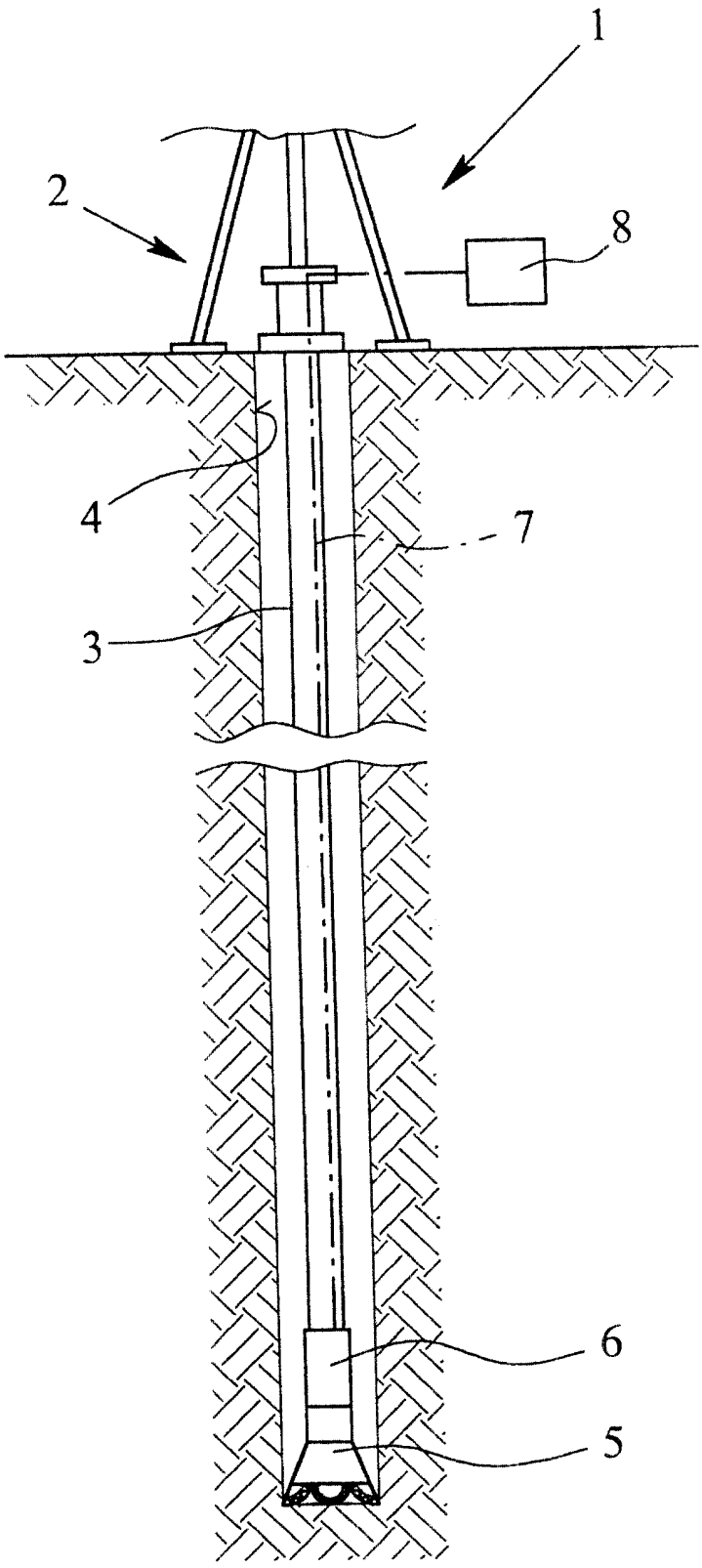

Fig. 1

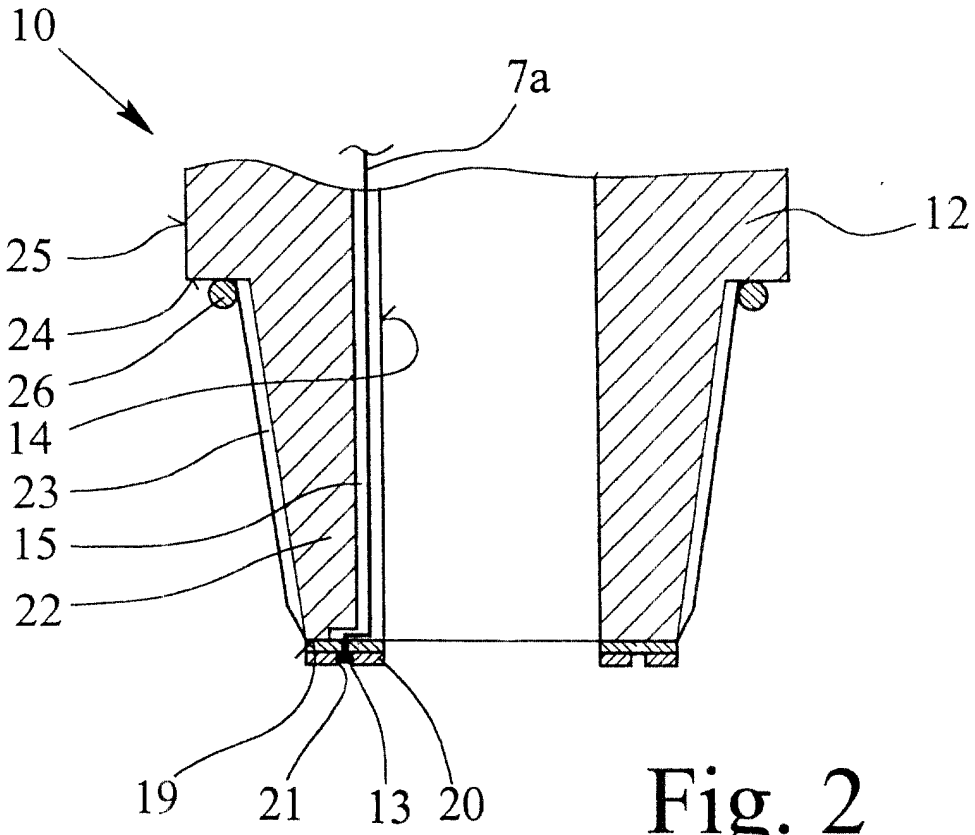

Fig. 2

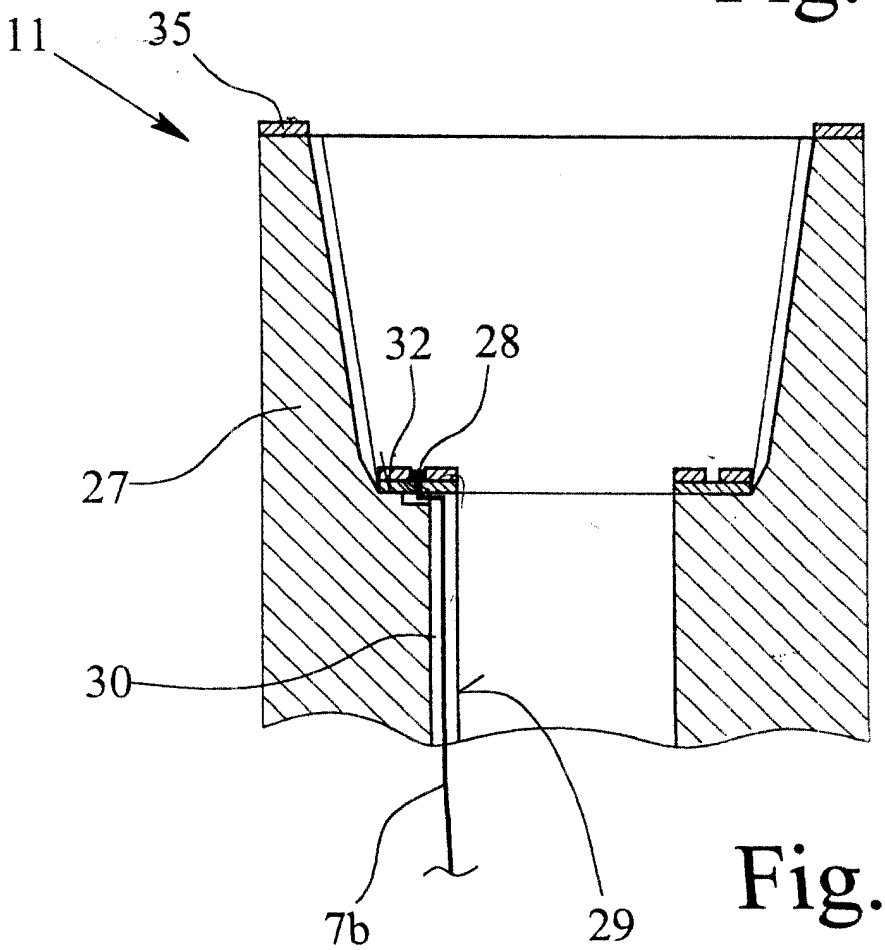

Fig. 3

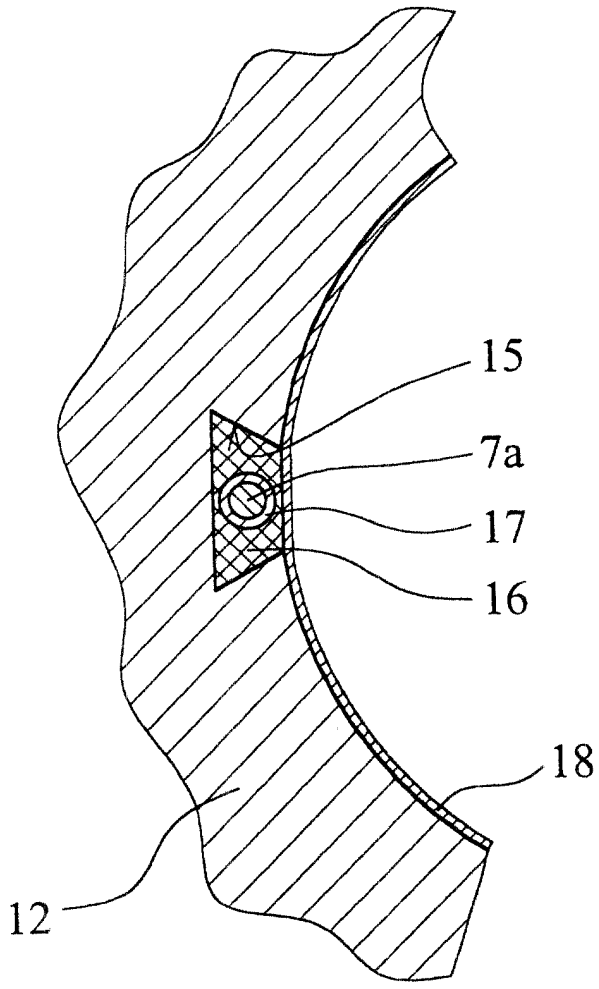

Fig. 4

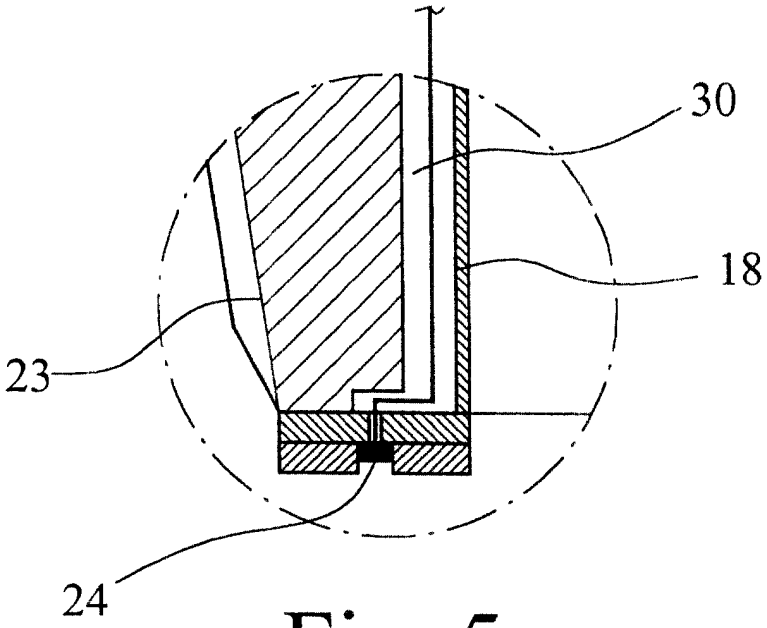

Fig. 5

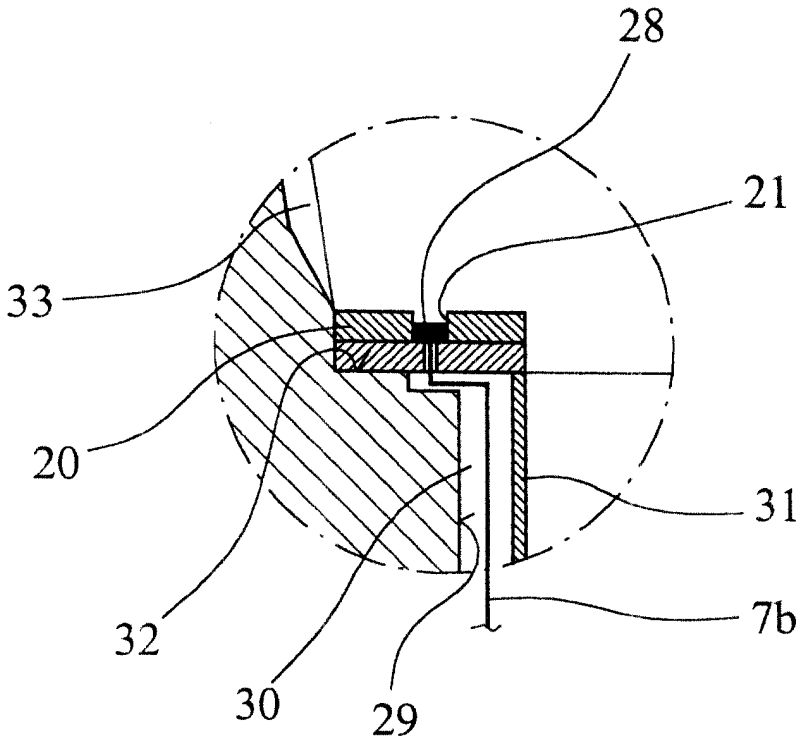

Fig. 6

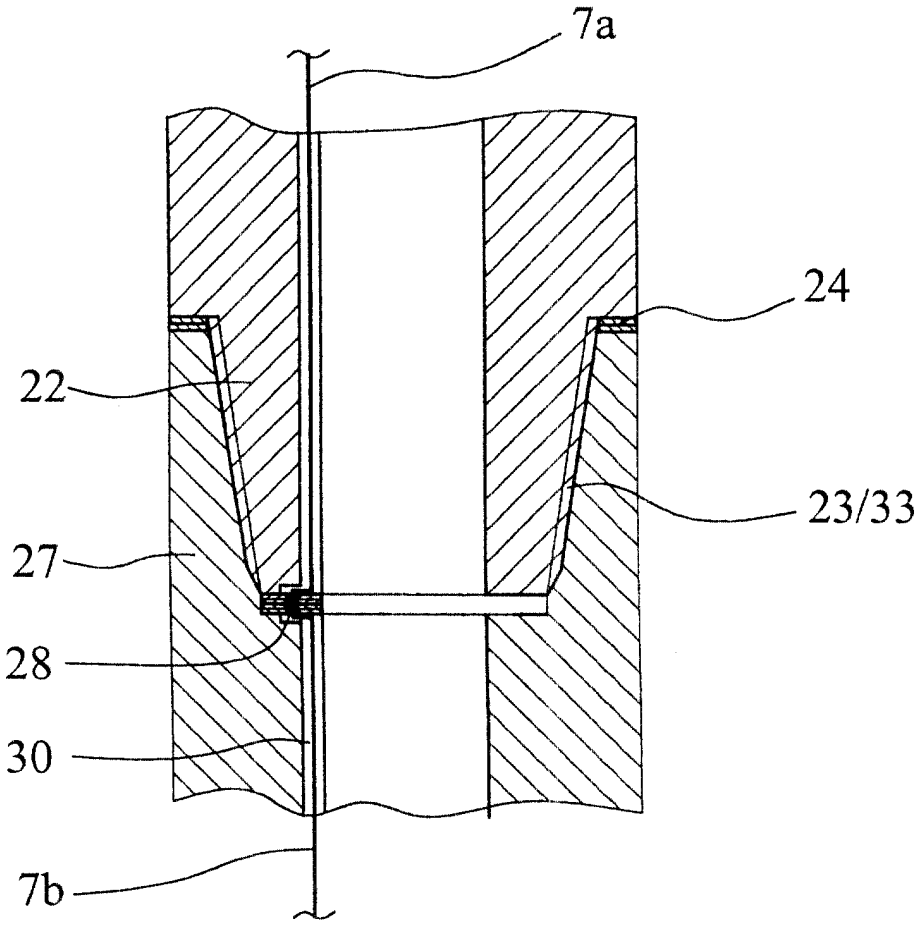

Fig. 7