



SPF ECONOMIE, P.M.E.,

CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1015000A5

NUMERO DE DEPOT : 2001/0497

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 03 Août 2004

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 20 Juillet 2001 à 24H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : BAKER HUGHES INCORPORATED
3900 Essex Lane, Suite 1200, HOUSTON TEXAS 77027(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)s par : QUINTELIER Claude, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Holidaystraat 5,
- B 1831 DIEGEM.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : TREPAN TOURNANT ET SON PROCEDE DE REALISATION.

INVENTEUR(S) : Tibbitts Gordon A., 1378 Lakewood Circle, Salt Lake City, Utah 84117 (US); Scott Danny E., 3015 Poe Drive, Montgomery, Texas 77356 (US); Overstreet James L., 19326 Hoffman Estates Blvd., Tomball, Texas 77375 (US); Koltermann Terry J., 26 W. placid Hill Circle, The Woodlands, Texas 77381 (US); Lin Chih, 2206 Pincher Creek Drive, Spring, Texas 77386 (US); Oxford James A., 403 Longmire Road, apt.#214, Conroe, Texas 77304 (US); Radford Steven R., 187 N. Millport Circle, The Woodlands, Texas 77382 (US)

PRIORITE(S) 21.07.00 US USA09621064

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).
Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 03 Août 2004
PAR DELEGATION SPECIALE :


PETIT M.
Conseiller adjoint


PETIT M.
Conseiller adjoint

"Trépan tournant et son procédé de réalisation"

Domaine technique de l'invention

5 Cette invention se rapporte dans l'ensemble à des trépan pour forer dans des formations souterraines et à des procédés pour fabriquer ceux-ci, des trépan de ce genre comprenant au moins une surface pour laquelle de la matière de formation présente une adhérence relativement faible, la surface à faible adhérence étant réalisée par recouvrement, plaquage ou autre traitement de cette partie du
10 trépan, comme par exemple un traitement mécanique ou thermique.

Etat antérieur de la technique

 Des trépan de type tournants comprennent tant des trépan raclants tournants que des trépan à rouleaux coniques. Typiquement, dans un trépan raclant
15 tournant, des éléments coupants fixes, réalisés en diamant naturel ou diamant polycristallin sous la forme de comprimés de diamant polycristallin (PDC = Polycrystalline Diamond Compact) sont fixés à la face du trépan, soit sous la forme de couteaux dressés à nus, non adossés, soit montés sur une tige, un cylindre ou un autre support là où cela est configuré de manière appropriée. Les couteaux, sur la face
20 du trépan, sont typiquement voisins de passages d'eau ou de parcours de fluides qui s'étendent vers des passages ou « encoches à débris » façonnés dans la surface latérale ou de calibre du corps de trépan, au-dessus de la face de trépan (lorsque le trépan est orienté pour du forage) afin de permettre que du fluide de forage et de la matière entraînée (copeaux) qui a été coupée de la formation passe vers le haut
25 autour du trépan et dans le trou foré là au-dessus.

Description de l'invention

 Dans un agencement à rouleaux coniques, le trépan présente typiquement trois cônes, chacun pouvant tourner indépendamment par rapport au
30 corps de trépan qui supporte les cônes par des montages porteurs. Les cônes portent soit des dents façonnées d'une pièce soit des éléments insérés façonnés séparément,

qui procurent l'action de coupe du trépan. Les espaces entre les dents ou éléments insérés des cônes et entre les bras du trépan sur lesquels les cônes sont montés procurent un passage pour que du fluide de forage et des copeaux de formation pénètrent dans le trou foré au-dessus du trépan.

5 Lors d'un forage d'un trou avec des trépan de l'état antérieur de la technique, les copeaux peuvent adhérer, ou « se bourrer sur », la surface du trépan. Les copeaux tendent donc de s'accumuler sur les éléments coupants et les surfaces du trépan et à s'accumuler dans n'importe quelle interstice, fente ou évidement produit entre les différents composants de structure du trépan. Ce phénomène est
10 particulièrement accru dans des formations qui s'écroulent plastiquement, comme certains schistes, pélites, aleurolites, calcaires et autres formations malléables, dont les copeaux peuvent être mécaniquement comprimés dans les interstices, fentes ou évidements précités de l'extérieur du trépan. Dans d'autres cas, comme lors d'un forage de certaines formations schisteuses, l'adhérence entre une surface de trépan et
15 les copeaux de formation est le plus probablement, ou dans beaucoup de cas, provoquée par une liaison chimique. Lorsque la surface d'un trépan se mouille par de l'eau dans des formations de ce genre, la surface de trépan et des couches argileuses du schiste partagent des électrons d'hydrogène communs. Un partage semblable d'électrons est présent entre des feuilles distinctes du schiste lui-même. Un résultat de
20 ce partage d'électrons est une liaison de type adhésif entre le schiste et la surface de trépan. Une adhérence entre les copeaux de formation et la surface de trépan peut également survenir lorsque la charge de la face de trépan est opposée à la charge de la formation, les particules de formation chargées de manière opposée tendant à adhérer à la surface de trépan. De plus, des particules de la formation peuvent
25 vraiment être tassées sur des surfaces externes du trépan ou être liées mécaniquement dans des creux ou tranchées taillées dans le trépan par érosion et abrasion pendant le processus de forage.

Des tentatives ont été réalisées pour amoindrir les tendances d'adhérence induites par charges électriques mentionnées ci-dessus, comme cela est
30 décrit dans les brevets US-A-5 330 016 et US-A-5 509 490 et dans les deux documents IADE/SPE sous les références respectives IADC/SPE 23 870, Roy et al., « Prevention of Bit Balling in Shales ; Some Preliminary Results » et IADC/SPE 35 110, Smith et al., « Successful Field Application of an Electro-Negative « Coating » to Reduce Bit Balling Tendencies in Water Based Mud ».

Si des copeaux se collent à la surface du trépan, des copeaux suivants ne peuvent pas simplement glisser le long de la surface des couteaux et à travers les encoches à débris. Les copeaux suivants doivent en fait glisser sur de la matière de formation déjà fixée à la surface du trépan. Ainsi, une force de cisaillement est
5 produite entre les copeaux collés au trépan et des copeaux suivants. Il en résulte sont produites que des forces de frottement beaucoup plus grandes entre le trépan et la formation et ces forces peuvent donner lieu à un taux réduit de pénétration et donner lieu à d'avantage d'accumulation de copeaux sur le trépan.

Une approche dans le métier, pour retirer du trépan cette matière de
10 formation qui adhère a consisté à prévoir dans le corps de trépan des ajutages pour diriger un fluide de forage, en provenance d'un espace interne du trépan, sur la surface des couteaux. Par exemple, dans le US-A-4 883 132 de Tibbitts, pour réduire une agglomération sur le trépan, il est prévu des ajutages qui dirigent un fluide de
15 coupe des couteaux. Dans certains cas cependant, le fluide de forage à grande vitesse peut ne pas retirer de manière adéquate les copeaux des éléments coupants. De plus, le fluide de forage dirigé n'est pas efficace pour retirer des copeaux de la face de trépan ou des encoches à débris du trépan.

Le besoin de réduire des forces de frottement dans le processus de
20 forage a été abordé dans le US-A-4 665 996 de Foroulis et al. Foroulis décrit l'application d'une matière de revêtement dure sur la surface d'un tube de forage. La matière de revêtement dure a la prétention de réduire le frottement entre le train de tiges de forage et la chemise ou la roche. Il en résulte que le couple nécessaire pour l'opération de forage tournant, en particulier un forage directionnel, est diminué.

25 Les brevets US-A-5 447 208 et 5 653 300 de Lund et al. décrivent également une manière de réduire des forces de frottement associées à du forage, la face de coupe très abrasive d'un élément coupant étant polie jusqu'à une rugosité de finition de surface de $0,254 \mu\text{m}$ ($10 \mu\text{-pouces}$) ou moins.

Il y a eu plusieurs cas dans lesquels une partie ou la totalité de
30 certaines surfaces de trépan et d'outil de forage a été recouverte d'une couche d'une autre matière pour accroître une résistance à l'usure. Par exemple le US-A-5 163 524 de Newton et al. décrit une application d'une couche de revêtement unie et dure d'une matière résistant à l'abrasion pour des patins de calibre, les matières qui sont suggérées comme étant appropriées comprenant une matière de matrice (WC =

Carbure de Tungstène) ou une couche de diamant « polycristallin » appliquée par CVD (CVD = Chemical Vapour Deposition ou dépôt chimique en phase vapeur). Le US-A-4 054 426 de White suggère de traiter les surfaces des cônes d'un trépan à galets par un processus de plaquage ionique à niveau de particules élevé, pour former un mince
5 film dense, dur et uni. Le US-A-4 173 457 de Smith décrit un revêtement dur d'outils de mine et de forage, avec des particules frittées de carbure de tungstène et cobalt et avec des particules frittées ou cémentées de carbure de chrome. Bien sûr, l'utilisation de carbure de tungstène en tant que couche de revêtement dur sur des trépan est connue depuis des décades puisque décrites dans les US-A-2 660 405 de Scott et al. ,
10 US-A-2 883 638 de Owen et US-A-3 301 339 de Pennebaker. Un revêtement dur structuré sur des cônes de trépan à galets a été suggéré dans le US-A-5 291 807 de Vanderford et al. , du « carbure » étant suggéré comme étant une matière appropriée. Finalement, le US-A-5 279 374 de Sievers et al. enseigne le recouvrement continu ou ininterrompu de galets coniques, qui portent des éléments insérés, avec une matière
15 réfractaire telle que du carbure de tungstène.

Aucune des approches ci-dessus de la conception de trépan et couteaux n'a cependant abordé spécialement la nécessité de réduire des forces de frottement engendrées par des copeaux qui adhèrent au corps de trépan ou à des composants de trépan autres que des éléments coupants. De manière particulière,
20 l'état antérieur de la technique n'a pas abordé les effets du frottement résultant de l'accumulation de matière de formation à l'endroit ou à proximité de fentes, d'interstices ou d'autres discontinuités produites à des interfaces entre les couteaux et la face de coupe, les ajutages et la face du trépan, les surfaces de galets coniques et des éléments insérés, ou en d'autres points où des parties du trépan sont jointes l'une
25 à l'autre ou bien où des surfaces extérieures du trépan se joignent suivant des angles aigus. En conséquence, il serait avantageux de procurer un trépan qui réduise ou élimine une adhérence de copeaux de formation audit trépan. Il serait également avantageux de procurer un procédé de traitement, d'au moins des parties sélectionnées de surfaces exposées d'un trépan, qui pourrait être mis en œuvre sur
30 n'importe quel trépan, sans tenir compte d'une forme, d'une dimension ou d'un genre.

Bref résumé de l'invention

La présente invention procure un trépan, en particulier de type tournant pour forer des formations souterraines et un procédé pour réaliser celui-ci. Le trépan suivant

l'invention comprend un traitement de surface qui présente une adhérence relativement faible pour des matières de formation et qui s'étend sur au moins une partie d'une surface de trépan exposée à du fluide de forage. Des avantages d'un traitement de surface de faible adhérence de ce genre, de l'invention, comprennent
5 une réduction d'une agglomération sur le trépan, des forces de frottement réduites pendant le processus de forage et une érosion réduite de la surface exposée du trépan. (Par traitement, il faut comprendre présentement, suivant le cas, l'opération aussi bien que le résultat).

Suivant un aspect plus particulier de l'invention, un traitement de
10 surface non mouillable à l'eau, comprenant au moins en partie une matière, telle qu'un élastomère, du plastique ou du métal précieux ou une matière très abrasive, est appliquée sur au moins une partie de la surface de trépan exposée, pour empêcher une agglomération sur le trépan résultant de liaisons chimiques des surfaces du trépan se formant entre des ions d'hydrogène présents dans des couches unitaires argileuses
15 de schiste ainsi que dans d'autres formations énumérées précédemment. Un traitement de ce genre empêche l'accumulation de copeaux et une agglomération en conséquence sur le trépan, en particulier dans des zones sur la face du trépan avec de faibles vitesses de fluide de forage en ces endroits. Des surfaces non mouillable à l'eau ne possèdent pas d'atomes d'hydrogène à partager avec la matière de la
20 formation.

Egalement suivant l'invention, une matière de traitement appliquée à la surface de trépan exposée peut être polie, rectifiée, rodée ou traitée autrement par des procédés connus dans le métier, afin de produire une surface unie à faible adhérence et qui est également non mouillable à l'eau.

25 De plus, suivant l'invention, un traitement de surface peut comprendre non seulement un traitement directement sur une surface d'un composant du trépan mais également un traitement de surface sur une surface d'un élément inséré préformé, configuré pour procurer un tel traitement de surface à un trépan auquel cet élément inséré est fixé, ou d'un élément inséré préformé comprenant essentiellement
30 ou même entièrement une matière de traitement de surface, l'élément inséré étant fixé au composant du trépan.

Des avantages procurés par une surface de trépan à rugosité réduite comprennent un taux accru de pénétration en raison des forces de frottement par glissement réduites entre le trépan et la formation en cours de forage ainsi que par

une érosion réduite du trépan et des éléments coupants (et en particulier des substrats et autres structures porteuses et des poches ou ouvertures voisines de la matière du trépan et dans lesquelles ils sont insérés). De plus, des traitements de surface suivant l'invention sont aisément appliqués à n'importe quelle forme, dimension ou genre de trépan.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront des revendications secondaires et de la description des dessins qui sont annexés au présent mémoire et qui illustrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation particulières du trépan suivant l'invention.

10

Brève description des dessins

La figure 1 est une vue latérale schématique en élévation d'un trépan raclant tournant suivant la présente invention.

15

La figure 2 est une vue en perspective d'un élément coupant fixé à un trépan raclant tournant, avec une vue en coupe de la face du trépan suivant la présente invention.

La figure 3 est une vue en coupe latérale de la forme de réalisation montrée à la figure 2.

20

La figure 4 est une vue latérale schématique en élévation d'un trépan à galets coniques suivant la présente invention.

La figure 5 est une vue en coupe latérale d'un cône d'un trépan à galets coniques et d'une partie du corps de trépan associée, comprenant un arbre porteur de roulement en porte-à-faux, suivant la présente invention.

25

La figure 5A comprend une vue en coupe latérale, semblable à celle de la figure 5, d'un cône et d'une partie de corps de trépan associée, comprenant un arbre porteur en porte-à-faux, illustrant des traitements de surfaces de l'intérieur du trépan suivant la présente invention.

30

La figure 5B est un agrandissement d'une partie de la figure 5A représentant des endroits de traitements de surface dans une configuration du trépan utilisant une bague d'appui.

La figure 5C est un agrandissement de la figure 5A représentant des endroits de traitements de surface dans une configuration du trépan sans une bague d'appui.

La figure 5D est une vue latérale en élévation d'une partie de corps de trépan

comportant un arbre porteur qui s'étend à partir de là.

La figure 5E est une vue frontale en élévation de l'arbre porteur et d'une section du corps de trépan à partir d'une perspective le long de l'axe longitudinal de l'arbre porteur, montrant la zone de la partie de corps de trépan à traiter.

5 La figure 5F comprend une vue en coupe latérale semblable à celles des figures 5 et 5A, d'un cône et d'une partie de corps de trépan associée d'une trépan à galets coniques rendu étanche par bague torique et comprenant un arbre porteur en porte-à-faux.

10 La figure 5G est un agrandissement d'une partie de la figure 5F représentant des endroits de traitements de surface au voisinage de la bague torique.

La figure 6A est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan qui a été moulé et sablé suivant la présente invention.

15 La figure 6B est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan qui a été moulé suivant la présente invention.

La figure 6C est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan qui a été rectifié suivant la présente invention.

20 La figure 6D est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan qui a été recouvert ou plaqué suivant la présente invention.

25 La figure 6E est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan qui a été polie suivant la présente invention.

La figure 6F est un rendu à titre d'exemple d'une vue en élévation, en coupe latérale, illustrant la topographie de la surface d'un trépan de l'état antérieur de la technique.

30 La figure 7 est une vue latérale en élévation d'un élément coupant et d'une face de trépan voisine de l'état antérieur de la technique, lorsqu'ils entrent en prise avec, et coupent, une formation souterraine, représentant la manière suivant laquelle des éclats coupés de la formation peuvent s'accumuler sur la face du trépan et gêner le processus de coupe et le retrait d'éclats du trépan.

La figure 8 est une vue latérale en élévation d'un élément coupant et de face de trépan voisine, suivant la présente invention, comportant une finition de surface relativement unie, représentant la manière continue et uniforme suivant laquelle un éclat de formation est coupé et retiré de la formation sans accumulation sur la face du trépan.

Dans les différentes figures, les mêmes notations de référence désignent des éléments identiques ou analogues.

Description détaillée de formes de réalisation préférées

Différentes matières connues dans le métier peuvent être utilisées pour procurer une surface exposée à adhérence relativement faible ou unie, sur un trépan suivant l'invention. Par exemple, des uréthanes ou d'autres polymères ou d'autres matières dures non métalliques peuvent être utilisées, en particulier là où un contact direct avec la formation en cours de forage n'est pas un souci. Des uréthanes sont particulièrement appropriés puisqu'ils sont résistants à de l'abrasion et à de l'érosion, ils peuvent être produits dans une variété de duromètres et ils « se donnent » ou cèdent de manière élastique pour absorber de l'énergie. Des uréthanes aussi bien que des époxy présentent de bonnes caractéristiques d'adhérence aux métaux dans lesquels des trépan sont usuellement façonnés. Dans des zones à faible débit, où un décapage produit par du fluide chargé d'abrasifs apparaît moins vraisemblablement, des recouvrements en matières plastiques ou autres polymères peuvent être utilisés. Ces recouvrements peuvent être fixés à un trépan de type à matrice de carbure de tungstène en lessivant le cobalt entre les grains de carbure de tungstène et en remplissant ces espaces vides avec une matière de recouvrement. Des époxy chargés d'une matière résistant à l'érosion, comme du carbure de tungstène (jusqu'à approximativement 60 % par volume) peuvent être fixés à la surface du trépan. Des recouvrements de métal poreux, de cermet ou de céramique, chargés de matière plastique ou autres polymères ou époxy peuvent également être utilisés. Le trépan peut également être plaqué sans courant électrique, plaqué par électrochimie, plaqué par ions, revêtu au pistolet à flamme ou traité, par des procédés connus dans le métier, avec une matière comme du nickel, du chrome, du cuivre, du magnésium, du cobalt, des alliages de ceux-ci, des métaux nobles ou d'autres matières de plaquage ou des combinaisons de ceux-ci connues dans le métier, y compris des recouvrements en nitrure de silicium et cermet. Des métaux précieux tels que de l'or ou de l'argent et

des alliages de ceux-ci peuvent également être utilisés mais une mise en place de ceux-ci devrait être sélectionnée avec soin en raison de la résistance limitée à l'usure. Un placage ionique est particulièrement approprié pour une application de métaux précieux, de nickel, de chrome et de leurs alliages.

5 Pour empêcher ou réduire la tendance que des particules d'argile ou d'assez grandes masses agglomérées de celles-ci collent au corps ou à d'autres particularités d'un trépan, le trépan ou des parties sélectionnées de celui-ci peuvent être traités par recouvrement avec une couche co-déposée de nickel et de polytétrafluoréthylène (offert sous la marque déposée Téflon ®) sans courant
10 électrique. Des matières de ce genre sont commercialement disponibles auprès de différents vendeurs et sous une variété d'appellations commerciales, y compris NYETEF, Enlon, Niflor, Niklon et autres. Des matières de ce genre ont été utilisées commercialement pour recouvrir des matrices, des vis et des intérieurs de moules (en éliminant le besoin d'une pulvérisation de démoulage), mais n'ont pas été utilisées
15 comme proposé présentement, à la connaissance des inventeurs. En combinaison avec un polissage électrique local ou d'autres techniques d'adoucissement mécanique des surfaces soumises, avant ou après un placage avec les matières, une surface extrêmement unie et lisse, présentant un coefficient de frottement par glissement de moins de 0,1 peut être produite. Dans ce type de recouvrement, des particules de
20 tailles de l'ordre de microns de polytétrafluoréthylène sont incorporées et dispersées (par exemple entre 22 et 25 % par volume) dans le recouvrement de nickel dur. A mesure qu'a lieu une usure ou érosion du nickel, plus de polytétrafluoréthylène est mis à nu. Une épaisseur de recouvrement peut être, à titre d'exemple seulement, d'environ 7 micromètres à approximativement 0,127 millimètre (0,005 pouce).

25 Il est proposé en outre, pour résister au collage de schiste à des trépan et à des particularités de ceux-ci, de traiter des parties du trépan avec des recouvrements de différentes matières comprenant du polytétrafluoréthylène. Bien qu'il soit compris que des recouvrements de plusieurs de ces matières peuvent être très rapidement usés par abrasion sur des éléments coupants, sur les bases de lames et
30 de surfaces orientées radialement de patins de calibre, on s'attend à ce que des recouvrements de ce genre restent pendant une période de temps longue dans d'autres zones comme des trajets de fluide sur la face du trépan et des encoches à débris. Puisqu'il a été démontré qu'une agglomération sur le trépan dans des schistes commence par un encrassement des encoches à débris, on croit que les

recouvrements réduiront des tendances de ce genre. Plusieurs recouvrements offerts par SW Impregion de Houston, Texas peuvent être appropriés : Impregion 964, un Téflon ® renforcé par céramique et d'une très grande onctuosité (état lisse) présentant des résistance et adhérence moyennes sur le corps du trépan, Impregion 872-R, du
5 Téflon ® renforcé par résine de PPS (sulfure de poly-phénylène) présentant une onctuosité moyennement élevée et des ténacité et adhérence moyennement élevées sur le corps de trépan, et CeRam-Kote 54, une céramique flexible d'onctuosité moyenne à faible et de ténacité et adhérence extrêmement élevées sur le corps de trépan. Cependant, on croit qu'une combinaison optimale d'onctuosité en combinaison
10 avec de la longévité sur le trépan peut être obtenue par d'avantage d'expérimentation. Dans cette veine, on croit également, qu'une application ou un façonnage d'un recouvrement de base poreux sur le trépan ou des zones sélectionnées de celui-ci, suivi d'une imprégnation ultérieure des pores du recouvrement de base avec du Téflon ® peut réaliser la combinaison souhaitée d'onctuosité et de longévité, et une
15 technique de ce genre est considérée être comprise dans la portée de la présente invention.

De plus, des matières très abrasives comme du diamant, du diamant polycristallin, du carbone semblable à du diamant (DLC = Diamond-Like-Carbon) du carbone nano-cristallin, du carbone amorphe et des recouvrements apparentés à base
20 de carbone et déposés en phase vapeur (par exemple un dépôt en phase vapeur de plasma ou un dépôt chimique en phase vapeur) comme du nitrure de carbone et du nitrure de bore peuvent être appliqués sur de grandes zones de surface à des températures (aussi basses que 149°C soit 300°F) en dessous de celles qui affecteraient l'intégrité métallurgique de la matière de trépan à recouvrir. Les
25 recouvrements déposés en phase vapeur, à base de carbone, donnent de préférence une dureté d'au moins 3000 Vickers, procurent un coefficient de frottement glissant de 0,2 ou moins et présentent une surface non mouillable par de l'eau. Des matières céramiques, comme indiqué ci-dessus, peuvent également procurer une surface de faible adhérence effective à appliquer sur la surface du trépan. Un autre avantage des
30 matières très abrasives et céramiques qui viennent d'être citées est une grande résistance à l'érosion qui peut être utilisée de manière bénéfique pour retarder une érosion de coque des galets coniques.

Les propriétés inhérentes à ces matières de recouvrement ou de plaquage utilisées pour traiter la surface du trépan procurent un recouvrement de

faible adhérence et/ou résistant à l'abrasion tant à des trépan raclants et tournants qu'à des trépan à galets coniques. Cependant, les caractéristiques de faible adhérence peuvent être accrues davantage en traitant chimiquement, polissant, rectifiant, rodant ou traitant autrement la surface de la matière appliquée sur le trépan, ou la surface du corps du trépan lui-même, par des procédés connus dans le métier pour produire une surface encore plus unie et de faible adhérence. De plus, la surface du trépan sélectionnée pour un traitement par application d'une matière différente sur celle-ci peut être d'abord sélectivement abrasée, attaquée ou autrement rendue rugueuse pour produire des anomalies dans la surface en vue d'une pénétration par de la matière différente afin d'obtenir avec celle-ci une meilleure liaison. Si des moules sont utilisés pour déterminer la surface externe d'un recouvrement d'une matière différente de ce genre, les parois de la cavité du moule peuvent être finement finies pour procurer sur le trépan une surface de recouvrement exposée extrêmement unie.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, la finition de surface couvre au moins une partie de la face d'un trépan raclant tournant, c'est-à-dire la partie ou les parties du trépan adjacentes des éléments coupants. Produire une surface de faible rugosité en cet endroit permet que les copeaux de formation produits par les couteaux s'écoulent aisément dans les encoches à débris du trépan. De plus, les encoches à débris elles-mêmes peuvent également être revêtues d'une finition de surface unie, de façon à ce que les copeaux glissent à travers les encoches à débris et dans le trou foré. Cette structure peut être obtenue en façonnant au préalable la matière de revêtement en un film libre qui est ensuite fixé au corps du trépan par un époxy ou d'autres procédés et/ou matières connus dans le métier. Les mêmes techniques peuvent être utilisées aussi bien sur des trépan à galets coniques. Par exemple, chaque galet conique, les éléments insérés ou des parties de ceux-ci aussi bien que des parties du corps de trépan, comme la zone d'entrée entre les bras qui portent les galets coniques peuvent être traités de manière à ce que la finition de surface du galet conique produise une surface lisse ou s'opposant à de l'agglomération.

Selon un autre aspect plus particulier de l'invention, la matière de recouvrement ou plaquage est appliquée à travers les différentes interfaces entre les composants du trépan pour adoucir tout interstice, fente ou autre discontinuité entre eux. Par exemple, lorsque les couteaux sont fixés à la face du trépan ou que des éléments insérés sont fixés dans des douilles de galets coniques par des procédés

connus dans le métier, des fentes, des interstices ou des discontinuités peuvent se trouver entre le corps de trépan ou le cône et les couteaux ou éléments insérés. En rendant unies ces discontinuités avec une matière de remplissage résistant à l'abrasion, par exemple un uréthane, il est formé une transition plus uniforme, unie de manière hydrodynamique, qui réduit la possibilité de la perte d'un couteau ou élément inséré produite par abrasion ou érosion et qui permet que des copeaux produits pendant du forage s'écoulent aisément, à partir des couteaux, sur la face du trépan. Un remplissage complet des discontinuités peut ne pas être nécessaire. Il en résulte que des surfaces topographiques extérieures du trépan, par exemple des couteaux, de la face du trépan, des galets coniques, des éléments insérés et des encoches à débris restent dans un meilleur état lorsque du forage a lieu et restent libres de débris produits pendant le processus de forage. De plus, si cela est souhaité, les zones extérieures des galets coniques, entre les rangées d'éléments insérés, ou essentiellement toutes les surfaces extérieures des cônes peuvent être traitées par recouvrement ou plaquage suivant la présente invention.

Dans l'ensemble, un état de surface à faible frottement et non mouillable à l'eau, sur un trépan, aide au transport des copeaux depuis la face du trépan, dans les encoches à débris et dans l'annulaire du trou entre le train de tiges de forage et la paroi. La réduction importante d'adhérence donne lieu à un meilleur transport de copeaux et à moins d'engorgement des copeaux sur la face du trépan et cela donne lieu à une action de coupe plus efficace. De plus, la tension de cisaillement ou la résistance au mouvement du trépan par la formation en contact est également sensiblement réduite, et cela contribue à un taux supérieur de pénétration du corps de trépan dans la formation. De plus, pour des profondeurs de coupe et taux de pénétration donnés, le couple nécessaire pour faire tourner le trépan peut être sensiblement réduit.

La présente invention surmonte des désavantages trouvés dans le métier associés à du forage de formation qui s'éboulent plastiquement ou qui se comportent d'une manière malléable. En prévoyant un état de surface uni le long d'une surface exposée du trépan, des copeaux tendent à s'écrouler sur le trépan sans adhérer à cette surface. De plus, la liaison chimique potentielle des copeaux de formation sur cette surface du trépan est réduite de manière importante par une sélection de matières appropriées.

A la figure 1 des dessins, il est montré un trépan 10 de type raclant et

tournant, suivant la présente invention. Le trépan 10 comporte une face 12 comprenant des passages d'eau 13 à une extrémité distale 14 et une connexion 16 à une extrémité proximale 18. Une pluralité d'éléments coupants 20 sont fixés à la face 12, orientée pour couper une formation souterraine pendant une rotation du trépan 10.

5 Le trépan 10 comporte également une pluralité d'encoches à débris 22 sur la face de trépan 12, de sorte que du fluide de forage et des copeaux de formation peuvent s'écouler à travers les encoches à débris 22 et dans l'annulaire du trou foré au-dessus du trépan (non montré). Dans l'ensemble, des encoches à débris 22 sont déterminées par une partie évidée 23 et une partie en saillie ou patin de calibre 25 qui peut contenir

10 en variante un ou plusieurs éléments coupants 20.

On se réfère à présent à la figure 2, une vue en perspective d'un élément coupant 20 et une vue en coupe de la face de trépan 12 de la forme de réalisation montrée à la figure 1. L'élément coupant 20 comporte une face de coupe 21 comprenant dans l'ensemble une table diamantée 24 fixée à et supportée par un

15 substrat 26. L'élément coupant 20 est alors fixé à la face de trépan 12 par des procédés connus dans le métier (par exemple par brasure) de sorte qu'approximativement une moitié de la face de coupe 21 est à nu au-dessus de la face de trépan 12. Typiquement, les éléments coupants sont situés à proximité d'un passage d'eau 13, sur la face de trépan, ou d'une encoche à débris 22, de sorte que

20 des éclats de formation produits pendant le processus de forage peuvent s'écouler à travers la partie évidée 23 et dans le trou de forage (non représenté).

Comme on peut le voir aux figures 2 et 3, une matière de recouvrement ou de plaquage 28 couvre au moins une partie de la face 12 pour y procurer une surface sensiblement sans interstice et sans cavité. De multiples couches de la même

25 ou de différentes matières peuvent être utilisées. De plus, de la matière de recouvrement ou plaquage 28 peut couvrir une partie de l'élément coupant 20 pour produire une transition continue ou sans joint entre l'élément coupant 20 et la face 12. Plus particulièrement, comme cela est montré à la figure 3, la matière de recouvrement ou plaquage 28 peut également couvrir ou produire une transition plus

30 uniforme à l'endroit des interfaces 30 et 32 ou en n'importe quelle autre endroit où il peut y avoir un interstice ou une fente. Il n'est pas exigé que la matière de recouvrement ou plaquage remplisse complètement les interstices ou fentes mais seulement qu'elle produise une surface continue là au travers.

En se référant à présent à la figure 4, il y est montré une vue latérale en

élévation d'un trépan à galets coniques 40 suivant la présente invention. Le trépan 40 comporte une partie filetée 42 à l'extrémité proximale 44, en vue d'une connexion à un train de tiges de forage (non montré). A une extrémité distale 46 du trépan 40, deux des galets coniques 48 et 50 sont montrés. Les galets coniques 48 et 50 sont disposés
5 chacun de manière à pouvoir tourner, sur un arbre porteur 47, et y sont fixés par des roulements à billes 70 disposés dans un évidement annulaire 71 qui s'étend autour de l'arbre porteur 47 (voir la figure 5). Les galets coniques 48 et 50 comportent une pluralité de dents ou éléments insérés 52 qui s'étendent à partir des surfaces externes 56. Un espace interne s'étend, depuis l'extrémité proximale 44, dans le trépan à galets
10 coniques 40, jusqu'à un canal qui s'étend jusqu'à un orifice d'ajutage dans lequel un ajutage 45 est fixé. Du fluide de forage est mis en circulation, depuis le train de tiges de forage (non représenté), dans l'espace, à travers le canal et sort à travers l'ajutage 45 fixé dans l'ouverture d'ajutage. Le fluide de forage est ainsi dirigé vers les dents 52 des galets coniques 48 et 50. Les dents 52 et les surfaces externes 56 des galets
15 coniques 48 et 50 sont recouverts d'une matière de recouvrement ou plaquage 28. La matière de recouvrement ou plaquage 28 procure une surface unie et continue sur les dents 52 et sur les surfaces externes 56 respectives. De plus, la matière de recouvrement ou plaquage 28 produit une surface de transition plus uniforme à travers de quelconques interstices, fentes ou autres irrégularités ou discontinuités qu'il peut y
20 avoir sur la surface du galet conique 48 ou entre les dents 52 et la surface externe 56. Comme mentionné précédemment, la matière de recouvrement ou plaquage 28 ne doit pas remplir complètement des fentes ou interstices à l'endroit des interfaces entre des composants. De plus, la matière de recouvrement ou plaquage 28 peut être utilisée pour procurer des tolérances plus serrées à l'endroit des écarts 64 entre le
25 corps de trépan 62 et les galets coniques 48 et 50. La surface 60 du corps de trépan 62 peut également présenter la matière de recouvrement ou plaquage 28 qui en couvre au moins une partie. Il en résulte que des copeaux de formation produits pendant le processus de forage ont moins de probabilité d'adhérer aux surfaces externes 56 des cônes 48 et 50, ou aux dents 52 ou à la surface 60 ou au corps de
30 trépan 62.

La figure 5 représente en coupe transversale un unique galet conique 48 monté sur un arbre porteur 47 en porte-à-faux, sensiblement cylindrique, s'étendant dans l'ensemble radialement et orienté vers le bas (en supposant que le trépan est en cours de forage verticalement vers le bas) à partir d'un bras 63 du corps de trépan 62.

Il est montré un bouchon de bille 68 qui retient une pluralité de billes de roulement 70 disposées dans un évidement annulaire 71 qui s'étend autour de l'arbre porteur 47, les billes de roulement 70 fixant de manière à pouvoir tourner le galet conique 48 sur l'arbre porteur 47. Il est montré que les galets coniques 48 comportent une pluralité
5 d'éléments coupants, des éléments insérés ou des dents 52 insérées dans des ouvertures qui s'étendent depuis la surface externe 56 jusque dans le galet conique 48, bien que des éléments coupants ou dents 52 de ce genre puissent être façonnés d'une pièce avec le galet conique 48 (c'est-à-dire un trépan à dents de broyage) comme cela est connu dans le métier. La matière de plaquage ou recouvrement 28 est
10 montrée recouvrant au moins une partie de la surface externe 56 du galet conique 48. Plus particulièrement, la matière de plaquage ou recouvrement 28 s'étend sur sensiblement toute la surface externe 56 du galet conique 48 et remplit au moins partiellement tout interstice, fente ou évidement entre des dents 52 et la surface externe 56. Il doit également être noté qu'un recouvrement non collant, dans la zone
15 67 où le galet conique 48 rencontre le bras 63 peut être avantageux pour empêcher un collage de n'importe quel composant argileux de la boue de forage dans cette zone, puisque l'argile amène d'autres particules à adhérer. Un tassement mécanique de particules est également amoindri par un recouvrement à faible adhérence dans cette zone, en évitant dans des espaces relativement confinés entre le galet conique et le
20 corps de trépan une accumulation de particules qui pourrait provoquer autrement une interférence mécanique entre les surfaces de trépan et de la matière de formation tassée. Tel qu'utilisé ici, le terme « faible adhérence » englobe une tendance réduite pour des substances (telles que par exemple de la matière de formation) en contact avec un recouvrement ou autre traitement de surface sur un composant de trépan
25 d'adhérer à celui-ci.

Un élément contribuant de manière importante à une défektivité prématurée de joints d'appui d'un trépan à roche (trépan à trois cônes) est une adhérence et une accumulation de matières solides, en suspension dans le fluide de forage, sur des surfaces de composants à proximité du joint. Il a été montré qu'une
30 agglomération de matières solides de forage augmente le taux d'usure des joints à face métallique et augmente le fait d'une rotation ou patinage du moyen de sollicitation de la bague torique élastique pour le joint à face métallique. Dans des trépan rendus étanches par bagues toriques, une accumulation de matières solides de forage en dessous du joint donne lieu à une usure accélérée de la surface du joint torique au-

dessus de la protubérance du joint de tête. Donc, il peut être également avantageux de traiter des surfaces près d'un joint d'appui, qui sont en contact avec du fluide de forage. Les zones traitées ne seront pas « mouillées » par le fluide de forage et ainsi toute accumulation de matières solides du fluide de forage autour du joint sera retardée. Un traitement de surface préféré peut être une matière telle que, à tire
5 d'exemple seulement, du polytétrafluoréthylène (PTFE), du propylène-éthylène-fluoré (FEP = fluorinated ethylene propylene) ou un perfluoroalkoxy (PFA) dans une matrice dure, poreuse, métallique ou céramique. Une matière de ce genre ne serait pas mouillable à l'eau, aurait une faible énergie libre de surface et présenterait une faible
10 adhérence de la matière de formation. Bien sûr, des dimensions et tolérances de composants adjacents peuvent être modifiées pour recevoir les traitements de surface et encore procurer un fonctionnement correct du trépan.

Il devrait être noté qu'un traitement de surface suivant la présente invention peut être appliqué directement, par exemple, à une surface d'un composant
15 du trépan tel qu'un galet roulant ou un bras du corps de trépan. En variante, et de préférence dans certains cas, le traitement de surface peut être prévu sur la surface d'un élément inséré discret complémentaire ou lui-même comprend un élément inséré qui est ensuite fixé au composant de trépan par des techniques bien connues dans le métier et comprenant par exemple un montage à chaud, un montage à la presse, une
20 brasure, une liaison par adhésif, etc. ..., la technique préférée étant fonction de la forme et de la matière de l'élément inséré et de l'endroit de mise en place sur le composant de trépan.

Les figures 5A à 5E procurent une information plus particulière en ce qui concerne ces zones du corps de trépan qui peuvent bénéficier d'un traitement suivant
25 la présente invention, dans le contexte d'une protection d'un joint d'appui utilisant un joint à face métallique. Des trépan rendus étanches par bagues toriques, comme cela est illustré aux figures 5F et 5G, peuvent bien sûr bénéficier d'un traitement similaire pour amoindrir une accumulation de matières solides et une usure de joints conséquente.

30 Des particularités des figures 5A à 5E, déjà identifiées par des numéros de référence de la figure 5 sont désignées par les mêmes numéros de référence pour la clarté. La figure 5A représente en coupe transversale un galet conique 48 unique, monté sur un arbre porteur 47 en porte-à-faux supporté par un bras 63 du corps de trépan 62. Le galet conique 48 comporte une pluralité d'éléments coupants, éléments

insérés ou dents 52 insérés dans des ouvertures qui s'étendent depuis la surface externe 56 jusque dans le galet conique 48. Il est montré un bouchon de billes 68 qui retient une pluralité de billes de roulement 70 disposées dans un évidement annulaire 71 autour de l'arbre porteur 47, le roulement 70 fixant de manière à pouvoir tourner le

5 galet conique 48 sur l'arbre porteur 47. Une bague d'étanchéité d'arbre rigide 72 est disposée autour de l'arbre porteur 47, à l'intérieur (vers le bras 63) d'un élément inséré de douille tubulaire 73 qui est monté avec ajustement serré dans le galet conique 48, et la bague de sollicitation élastique 74 est comprimée entre la bague d'étanchéité d'arbre 72 et la surface radialement interne de la rainure d'étanchéité d'arbre 76. Une

10 bague d'appui 78 peut être utilisée en variante à l'extrémité proximale (bras) de la rainure d'étanchéité d'arbre 76 comme représenté à la figure 5B. Une étanchéité à face métal contre métal, activée élastiquement, est ainsi fournie en 75 entre la surface s'étendant radialement de la bague d'étanchéité d'arbre 72 et la surface s'étendant radialement de l'élément inséré de douille 73. De la matière de plaquage ou

15 recouvrement 28, comprenant un traitement de surface suivant la présent invention, est montrée couvrant au moins une partie de la surface externe du bras 63 à proximité de la base de l'arbre porteur 47. Plus particulièrement, si aucune bague d'appui 78 n'est utilisée (voir la figure 5C), la matière de plaquage ou recouvrement 28 s'étend sensiblement autour de la base l'arbre porteur 47 et vers le haut sur le bras 63 comme

20 cela est montré aux figures 5D et 5E. Si une bague d'appui 78 est utilisée, la zone de contact 80 à l'extrémité proximale de la rainure d'étanchéité d'arbre 76 comprenant une rainure de bague d'appui qui s'étend dans le bras 63 reste non traitée mais la zone de bras radialement extérieure de la bague d'appui 78 et une zone prolongée là au-dessus est alors traitée de préférence. De plus, la matière de plaquage ou

25 recouvrement 28 peut être appliquée à la surface radialement externe 82 de la bague d'étanchéité d'arbre 72 et à la surface radialement interne 84 du galet conique 48 entourant la bague d'étanchéité d'arbre 72. Comme cela est montré aux figures 5A à 5E, des traitements de surface de faible adhérence (et de préférence à faible énergie libre de surface, non mouillables à l'eau) suivant l'invention procurent un

30 environnement qui retarde une accumulation de matières solides de forage dans ces zones confinées et qui évite également par cela une accumulation de celles-ci, suffisamment pour éviter un tassement mécanique de particules dans l'espace confiné déterminant la zone d'étanchéité d'appui à la base de l'arbre porteur 47. Comme noté ci-dessus, des traitements de surface suivant l'invention peuvent non seulement être

prévus directement sur les surfaces de par exemple un bras 63 ou un arbre porteur 47 mais également sur d'autres composants comme par exemple la bague d'étanchéité d'arbre 72 (voir les figures 5B et 5C). De plus, des traitements de surface suivant l'invention peuvent être mis en oeuvre eux-mêmes sous la forme d'éléments insérés
5 qui sont fixés à d'autres composants. Voir par exemple la figure 5C dans laquelle des endroits I_1 et I_2 d'éléments insérés à titre d'exemple sont représentés en lignes interrompues.

En se reportant aux figures 5F et 5G, des parties d'un trépan 40 à galets coniques rendus étanches par bagues toriques à titre d'exemple y sont
10 représentées. Des numéros de référence utilisés pour déterminer des particularités semblables par rapport à celles des figures 4 et 5 à 5E sont les mêmes à la figure 5F. Des zones potentiellement avantageuses de matière de recouvrement ou plaquage 28 non mouillable par du fluide de forage utilisé à proximité d'un joint en élastomère, sous la forme d'une bague torique 90, pour retarder une accumulation de matières solides
15 du fluide de forage et une usure en conséquence de la surface du joint torique sont encadrées par des lignes interrompues à la figure 5G qui comprend un agrandissement de la zone d'étanchéité par bague torique entre l'arbre porteur 47 et le galet conique 48 montré à la figure 5F. Bien sûr, des traitements de surface de ce genre peuvent, comme indiqué précédemment, comprendre des traitements de
20 surface d'éléments insérés positionnés de manière stratégique ou comprendre des éléments insérés eux-mêmes.

Bien que les traitements de surface de la présente invention, dans le contexte de trépan à galets coniques, ont été exposés et illustrés par rapport à des trépan à palier de tourillons, il sera bien sûr compris et apprécié par ceux qui sont
25 normalement expérimenté dans le métier que des traitements de surface de ce genre sont également applicables à des trépan portant des galets, qui comprennent typiquement des trépan de plus grand diamètre présentant des vitesses relativement supérieures de rotation de cônes. A l'opposé, des trépan à palier de tourillon sont typiquement des trépan à diamètre petit qui présentent des charge unitaires
30 relativement plus grandes par les galets coniques sur les arbres porteurs.

En se référant aux figures 6A à 6F des dessins, la différence de topographie de surface entre les surfaces 108 d'un trépan 10 comprenant un traitement de surface suivant la présente invention et la surface 108' d'un trépan 10' de l'état antérieur de la technique sera aisément appréciée. Chaque figure représente

un rendu à titre d'exemple d'une finition de surface résultante obtenue par différents processus utilisés pendant la fabrication, et non des tracés de vraies photomicrographies. Comme on peut le voir aux figures 6A à 6F, il est montré que les surfaces contiennent des « sommets » 110 et des « vallées » 112 microscopiques dans la surface 108. Des variations minuscules de ce genre dans la surface 108 peuvent toujours être présentes. Cependant, en réduisant la hauteur hors tout des sommets 110 par rapport aux vallées 112, on peut obtenir une rugosité de finition de surface relativement faible. Une différence marquée peut être vue entre les finitions de surface représentées aux figures 6A à 6E et la finition de surface de l'état antérieur de la technique montrée à la figure 6F. Une ligne interrompue 114 donne une ligne de base de référence dans chaque figure pour voir les représentation de surface relatives de la surface 108. En se référant à la figure 6A, il est montré une représentation d'une surface de trépan 108 qui a été moulée, recouverte ou autrement façonnée suivant la présente invention et ensuite usinée mécaniquement pour réduire la rugosité de finition de surface (RMS) jusqu'à $813 \mu\text{m}$ ($= 32 \mu\text{-pouces}$) ou moins. En utilisant différentes techniques mentionnées jusqu'ici et connues dans le métier, une surface unie présentant une rugosité de surface relativement faible peut être obtenue. La figure 6B montre une représentation d'une surface de trépan 108 qui a été initialement façonnée à une finition de surface relativement unie et la figure 6C est une représentation d'une surface de trépan 108 qui a été façonnée et ensuite rectifiée jusqu'à une faible rugosité de finition de surface. La figure 6D est une représentation d'une surface de trépan 108 qui a été plaquée ou recouverte et la figure 6E est une représentation d'une surface de trépan 108 qui a été polie. En commandant des tolérances de fabrication souhaitées, en sélectionnant des matières de traitement appropriées ainsi que des processus pour leur application et finition, les surfaces 108 décrites ici peuvent être réalisées de manière efficace en coût.

En se référant à présent à la figure 7 des dessins, il est montré un élément coupant 20' monté sur la face 12' d'un trépan 10' raclant et tournant de l'état antérieur de la technique et orienté pour du forage dans une formation souterraine 120. La formation 120 qui peut être à titre d'exemple un schiste mentionné ci-dessus, est en prise avec l'élément coupant 20' qui peut comprendre un élément coupant très abrasif comportant une face de coupe polie suivant les enseignements des brevets US-A-5 447 208 et US-A-5 653 300 de Lund et al. donnés en référence précédemment. Le bord coupant 122' entre en prise avec la partie 124 primitive ou

complètement non coupée de la formation 120. A mesure que l'éclat de formation 126' se déplace à travers la face de coupe 21' et entre en contact avec la face 12', une grande accumulation de copeaux de formation 130 se forme à l'interface 30' entre l'élément coupant 20' et la face 12'. Finalement, l'accumulation de copeaux de formation 130 s'appuie sur et s'étend sur la face de coupe 21', sous le bord de coupe 122' et entrave l'efficacité de coupe de l'élément coupant 20'. L'éclat de formation irrégulier 132 est vraiment plus ou moins extrudé de l'accumulation massive d'éclats de formation qui monte contre la face 21' de l'élément coupant 20' et n'est pas coupé directement de la formation 120. Il en résulte qu'un défaut de la formation 120 surviendra éventuellement en avant de l'élément coupant 20' et non à l'endroit du bord de coupe de celui-ci. Il apparaît ainsi aisément que cette accumulation non souhaitable de matière de formation en avant de l'élément coupant 20' affaiblit l'action de coupe de l'élément coupant 20'. Dès qu'une accumulation de copeaux de formation 130 survient, la force normale, ou en termes réels la charge sur le trépan, qu'il faut appliquer sur le trépan pour obtenir une profondeur souhaitée de coupe et de taux de pénétration à travers la formation 120 doit être rendue forte de manière non souhaitable et, dans certains cas, de manière non raisonnable. D'une même manière, les forces tangentielles ou le couple nécessaire pour faire tourner le trépan au fond du trou foré dans une situation de ce genre sont à nouveau accrus de manière non souhaitable lorsque l'élément coupant 20' déplace purement l'éclat de formation 126' hors du chemin par une force brutale, en n'étant pas aidé par le bord de coupe 122' relativement tranchant de l'élément coupant 20'. Présenté d'une autre manière, les forces normales et tangentielles nécessaires sont toutes deux accrues en raison de la grande zone d'appui fournie par l'accumulation de copeaux de formation 130 à l'endroit du bord de coupe 122' de l'élément coupant 20'. Le résultat net consiste en un mode de retrait de copeaux de roche extrêmement inefficace, qui peut vraiment causer un arrêt du forage dans certaines circonstances et dans certaines formations.

En se référant à présent à la figure 8 des dessins, il est représenté un élément coupant 20 semblable à l'élément coupant 20' et monté sur la face 12 du trépan 10 suivant l'invention, dans le processus d'entrer en prise avec et de couper la même formation souterraine 120. La différence importante entre les deux éléments coupants consiste en ce que la face de trépan 12 a été physiquement modifiée que ce soit par recouvrement, plaquage et/ou polissage ou par d'autres moyens connus dans le métier, jusqu'à une finition de surface relativement unie, à faible frottement et à

faible adhérence, à proximité d'une finition à faible frottement de la face de coupe 21 très abrasive, comme cela est enseigné par Lund et al.. Comme représenté, il sera aisément vu que le bord de coupe 122 de l'élément coupant 20 est complètement en prise avec la partie 124 primitive ou précédemment non coupée et non perturbée de la formation souterraine 120. Donc, le bord de coupe 122 est à même de couper ou
5 cisailer de la formation 120, d'une manière non gênée, un éclat de formation 126. Comme montré, l'éclat de formation 126 d'une épaisseur sensiblement uniforme se déplace relativement librement depuis le point de contact ou la ligne de contact, à partir du bord de coupe 122 de la face de coupe 21, vers le haut le long de la face de
10 coupe 21, sur la face de trépan 12, à travers un trajet de fluide conduisant à une encoche à débris 22 (voir la figure 1). La finition de surface relativement unie prévue sur la face 12, qui continue celle de la face de coupe 21, diminue les tensions totales appliquées sur la roche dans la zone de coupe et permet que l'éclat 126 s'écarte sans à-coups de l'élément coupant 20 en raison du frottement de glissement réduit, d'une
15 manière non gênée à travers la face 12.

En plus de modifications précédentes dans les finitions de surface des composants de trépan, il est également considéré que les finitions de surface de couteaux de trépan raclant et d'éléments insérés de trépan à galets coniques peuvent être accrues (adoucies) de manière importante par une variété d'autres techniques.
20 Par exemple, un mince recouvrement de nitrure de silicium peut être appliqué sur une face de coupe en diamant ou nitrure de bore cubique et être ensuite polie. Des comprimés de carbure (éléments insérés) utilisés pour du forage de roche sur des trépan à galets coniques peuvent être finis par EDM (EDM = Electro-Discharge-Machining = usinage par décharge électrique) avec usinage en image inverse de la
25 forme afin de réduire des micro-anomalies dans la finition de surface, provoquées par l'opération de pressage et de frittage utilisée pour façonner les éléments insérés. Si nécessaire, la surface pourrait être polie avec une pâte diamantée. Subséquemment, un mince film de diamant pourrait être déposé par des techniques de dépôt chimique en phase vapeur pour se lier à la surface du comprimé de carbure. Au lieu d'un dépôt
30 de film de diamant, le comprimé usiné par décharges électriques pourrait être rodé au diamant ou fini avec une pierre diamantée de superfinition. Un carbure de tungstène cémenté à double particularité ou une autre matière de carbure avec une faible teneur en poids de cobalt (3 % à 16 %) peut être bien appropriée pour des applications de ce genre. Un carbure à double particularité est une matière de carbure à multiples

couches qui peut présenter de multiples particularités physiques ou métallurgiques dans sa forme achevée. Par exemple, la teneur en cobalt peut varier entre les région externe (surface) et région interne de la structure de carbure. Si la région externe a une assez faible teneur en cobalt, elle présentera de plus fortes résistance à l'usure et

5 résistance à la fatigue thermique que la région interne. Des carbures à deux degrés de ce genre peuvent être façonnés en comprimant un carbure à insuffisance de carbone, avec un pourcentage initial en poids de départ de par exemple 6 % de cobalt, en une forme souhaitée. Ensuite, pendant le frittage dans une atmosphère de gaz de méthane commandée, les régions externes de la structure perdent plusieurs pour-cent en poids

10 de cobalt en faveur de la région interne de la phase ϵ (phase à déficience en carbone du carbure fritté). Ainsi la partie externe de la structure peut retenir aussi peu que trois pour-cent en poids de cobalt alors que la région interne peut présenter jusqu'à neuf pour-cent en poids de cobalt avec une phase ϵ . En variante, une structure de ce genre pourrait être formée en recouvrant un substrat d'un degré

15 sélectionné avec une boue de carbure d'un degré différent, avant de les fritter ensemble comme un seul. De plus, une structure de ce genre pourrait être réalisée en pressant ensemble deux carbures différents, en utilisant le processus ROCTEC proposé par Dow Chemical Company.

Bien que la présente invention a été décrite en termes de certaines

20 formes de réalisation préférées, elle n'est pas limitée à cela et ceux qui sont normalement expérimentés dans le métier reconnaîtront et apprécieront aisément que plusieurs additions, suppressions et modifications aux formes de réalisation décrites ici peuvent être faites sans s'écarter de la portée de l'invention telle que revendiquée ci-après.

REVENDEICATIONS

1. Trépan pour le forage de formations souterraines, comprenant :

- 5 – un montage de corps comprenant sur celui-ci une surface exposée pour être disposée à proximité d'une formation souterraine, et
- au moins un traitement de surface sur au moins une partie de la surface exposée, procurant à ladite partie de la surface exposée des caractéristiques d'adhérences réduites pour de la matière de formation
- 10 souterraine.

2. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface présente une rugosité de finition de surface d'approximativement $0,81 \mu\text{m}$ ($32 \mu\text{-inches}$) ou moins en RMS.

3. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit

15 traitement de surface présente un coefficient de frottement de glissement d'approximativement 0,2 ou moins.

4. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface comprend un recouvrement à base de carbone et déposé en phase vapeur et ayant une dureté d'au moins

20 approximativement 3000 Vickers.

5. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface présente une finition non mouillable à l'eau.

6. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface présente une surface avec une énergie libre de

25 surface moindre et une mouillabilité réduite par au moins un fluide en comparaison d'une partie non traitée de la surface exposée.

7. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface présente une finition non mouillable ou de mouillabilité faible dans des fluides aqueux.

8. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface comporte au moins en partie une matière non métallique.

5 9. Trépan suivant la revendication 8, dans lequel la matière non métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant des polymères, du PTFE, du FEP, du PFA, des céramiques et des matières plastiques.

10 10. Trépan suivant la revendication 9, dans lequel la matière non métallique est au moins partiellement chargée d'une matière métallique.

11. Trépan suivant la revendication 9, dans lequel la matière non métallique remplit au moins partiellement une matière poreuse sélectionnée dans le groupe comprenant des métaux, des alliages, des cermets et des céramiques.

15 12. Trépan suivant la revendication 8, dans lequel la matière non métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant des polymères, du PTFE, du FEP, du PFA et des matières plastiques.

20 13. Trépan suivant la revendication 12 dans lequel la matière non métallique est au moins partiellement chargée d'une matière métallique.

14. Trépan suivant la revendication 13 dans lequel la matière non métallique remplit au moins partiellement une matière poreuse sélectionnée dans le groupe comprenant des métaux, des alliages, des cermets et des céramiques.

25 15. Trépan suivant la revendication 1 dans lequel ledit traitement de surface comprend au moins une couche d'une matière de revêtement dure, non métallique.

30 16. Trépan suivant la revendication 15 dans lequel la couche de matière de revêtement dure, non métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant un film de diamant, du diamant mono-cristallin, du diamant polycristallin, du carbone semblable à du diamant, du carbone

nano-cristallin, du carbone amorphe ou du carbone apparenté déposé en phase vapeur, du nitrure de bore cubique et du nitrure de silicium.

5 17. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel ledit traitement de surface comprend au moins une couche de matière métallique.

10 18. Trépan suivant la revendication 17, dans lequel ladite matière métallique est sélectionnée dans le groupe comportant du nickel, du chrome, du cuivre, du magnésium, du cobalt, des métaux précieux, des métaux nobles et des combinaisons et alliages de chacun de ceux-ci.

15 19. Trépan suivant la revendication 1, lequel peut être un trépan raclant tournant comportant une extrémité distale comportant une face et au moins un élément coupant fixé à la face, l'élément coupant déterminant une face de coupe.

20 20. Trépan suivant la revendication 19, dans lequel ledit traitement de surface s'étend jusqu'au moins une partie d'une périphérie de la face de coupe.

25 21. Trépan suivant la revendication 19, dans lequel ledit traitement de surface s'étend sur au moins une partie de l'élément coupant précité.

30 22. Trépan suivant la revendication 19, lequel comprend en outre une interface entre la face et au moins une partie de l'élément coupant précité, et dans lequel ledit traitement de surface fait un pont sur au moins une partie de l'interface pour adoucir une transition entre la face et ladite partie de l'élément coupant précité.

35 23. Trépan suivant la revendication 1, dans lequel le montage du corps comprend au moins un bras portant un galet conique qui y est fixé de manière à pouvoir tourner et au moins une structure de coupe portée par le galet conique.

40 24. Trépan suivant la revendication 23, dans lequel ledit traitement de surface s'étend sur au moins une partie d'une surface

extérieure du galet conique et entre en contact avec au moins une partie de ladite structure coupante.

25. Trépan suivant la revendication 23, dans lequel ledit traitement de surface s'étend sur au moins une partie dudit bras.

5 26. Trépan suivant la revendication 23, dans lequel ledit traitement de surface procure une transition sensiblement sans joint entre ladite structure de coupe et une partie voisine du galet conique.

10 27. Trépan suivant la revendication 23, dans lequel ledit traitement de surface s'étend de manière sensiblement continue, d'une manière sensiblement ininterrompue, sur une surface extérieure du galet conique.

15 28. Trépan suivant la revendication 23, dans lequel ledit traitement de surface est situé sur au moins une surface dudit bras voisine du galet conique et sur au moins une partie du galet conique à proximité dudit bras.

29. Trépan tournant pour le forage de formations souterraines, comprenant :

- un corps comprenant au moins un bras,
- 20 – un arbre porteur en porte-à-faux qui détermine un axe longitudinal et qui comporte une base fixée audit bras et une surface sensiblement cylindrique qui s'étend à partir de la base le long de l'axe longitudinal,
- un galet conique disposé autour de l'arbre porteur pour une rotation autour de l'axe longitudinal, le galet conique comprenant une première extrémité s'étendant au-delà de l'arbre porteur et une seconde
- 25 extrémité située à proximité dudit bras,
- au moins un élément d'étanchéité sensiblement annulaire, disposé autour de l'arbre porteur à proximité de la base de celui-ci, et
- au moins un traitement de surface présentant des caractéristiques d'adhérence réduite pour de la matière de formation souterraine, ledit
- 30 traitement de surface étant disposé à proximité de la base de l'arbre

porteur, en association avec au moins l'une d'au moins une partie dudit bras et d'au moins une partie du galet conique.

5 30. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface est configuré comme étant au moins une zone annulaire sur le bras, entourant sensiblement la base de l'arbre porteur.

10 31. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface s'étend en outre vers le haut sur ledit bras, lorsque le trépan est orienté pour forer, à l'écart de l'arbre porteur sur une distance supérieure au diamètre du galet conique, à la seconde extrémité de celui-ci.

15 32. Trépan tournant suivant la revendication 29, lequel comprend en outre une rainure d'étanchéité d'arbre annulaire façonnée autour de la base de l'arbre porteur et dans laquelle ledit traitement de surface est disposé au moins partiellement au voisinage de la rainure d'étanchéité d'arbre.

20 33. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface est porté par le galet conique et disposé à proximité de la seconde extrémité de celui-ci.

20 34. Trépan tournant suivant la revendication 33, dans lequel ledit traitement de surface à proximité de la seconde extrémité du galet conique comprend une surface sensiblement annulaire faisant face à l'arbre porteur.

25 35. Trépan tournant suivant la revendication 29, lequel comprend en outre une rainure d'étanchéité d'arbre annulaire façonnée autour de la base de l'arbre porteur, une bague élastique de sollicitation au moins partiellement logée dans la rainure d'étanchéité d'arbre et une bague d'étanchéité d'arbre disposée autour de la bague élastique de sollicitation, la bague d'étanchéité d'arbre comprenant une surface
30 circonférentielle externe qui fait face au galet conique et qui porte ledit traitement de surface.

36. Trépan tournant suivant la revendication 29, lequel comprend en outre une rainure de bague d'appui annulaire façonnée dans ledit bras à proximité de la base de l'arbre porteur et une bague d'appui au moins partiellement logée dans la rainure de bague d'appui annulaire, ledit
5 traitement de surface étant effectué sur le bras susdit radialement vers l'extérieur de la bague d'appui.

37. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface présente une rugosité de finition de surface d'approximativement $0,81 \mu\text{m}$ ($32 \mu\text{-inches}$) ou moins en RMS.

10 38. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface présente un coefficient de frottement de glissement d'approximativement 0,2 ou moins.

39. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface comprend un recouvrement à base de carbone et déposé en phase vapeur et ayant une dureté d'au moins
15 approximativement 3000 Vickers.

40. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface présente une finition non mouillable à l'eau.

20 41. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface présente une surface avec une énergie libre de surface moindre et une mouillabilité réduite par au moins un fluide en comparaison d'une surface non traitée.

42. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans
25 lequel ledit traitement de surface présente une finition non mouillable ou de mouillabilité faible dans des fluides aqueux.

43. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel qu'au moins une partie dudit traitement de surface comprend une matière non métallique.

30 44. Trépan tournant suivant la revendication 43, dans lequel la matière non métallique est sélectionnée dans un groupe

comprenant des polymères, y compris des résines époxy, du PTFE, du FEP, du PFA, des céramiques et des matières plastiques.

5 45. Trépan tournant suivant la revendication 43, dans lequel au moins une partie de la matière non métallique est chargée d'une matière métallique.

46. Trépan tournant suivant la revendication 43, dans lequel la matière non métallique remplit au moins partiellement une matière poreuse sélectionnée dans le groupe comprenant des métaux, des alliages, des cermets et des céramiques.

10 47. Trépan tournant suivant la revendication 43, dans lequel la matière non métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant des polymères, du PTFE, du FEP, du PFA et des matières plastiques.

15 48. Trépan tournant suivant la revendication 47, dans lequel au moins une partie de la matière non métallique est chargée d'une matière métallique.

20 49. Trépan tournant suivant la revendication 47, dans lequel la matière non métallique remplit au moins partiellement une matière poreuse sélectionnée dans le groupe comprenant des métaux, des alliages, des cermets et des céramiques.

50. Trépan tournant suivant la revendication 29 dans lequel ledit traitement de surface comprend au moins une couche d'une matière de revêtement dure, non métallique.

25 51. Trépan tournant suivant la revendication 29 dans lequel ladite couche de matière de revêtement dure, non métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant du film de diamant, du diamant mono-cristallin, du diamant polycristallin, du carbone semblable à du diamant, du carbone nano-cristallin, du carbone amorphe ou du carbone apparenté déposé en phase vapeur, du nitrure de bore cubique et du
30 nitrure de silicium.

52. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface comprend au moins une couche de matière métallique.

53. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel la couche de matière métallique est sélectionnée dans le groupe comprenant du nickel, du chrome, du cuivre, du magnésium, du cobalt, des métaux précieux, des métaux nobles, et des combinaisons et alliages de chacun de ceux-ci.

54. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface effectué sur une surface d'au moins un élément inséré porté par au moins l'un dudit bras et du galet conique.

55. Trépan tournant suivant la revendication 29, dans lequel ledit traitement de surface est configuré comme étant au moins un élément inséré porté par au moins l'un dudit bras et du galet conique.

- 39 -

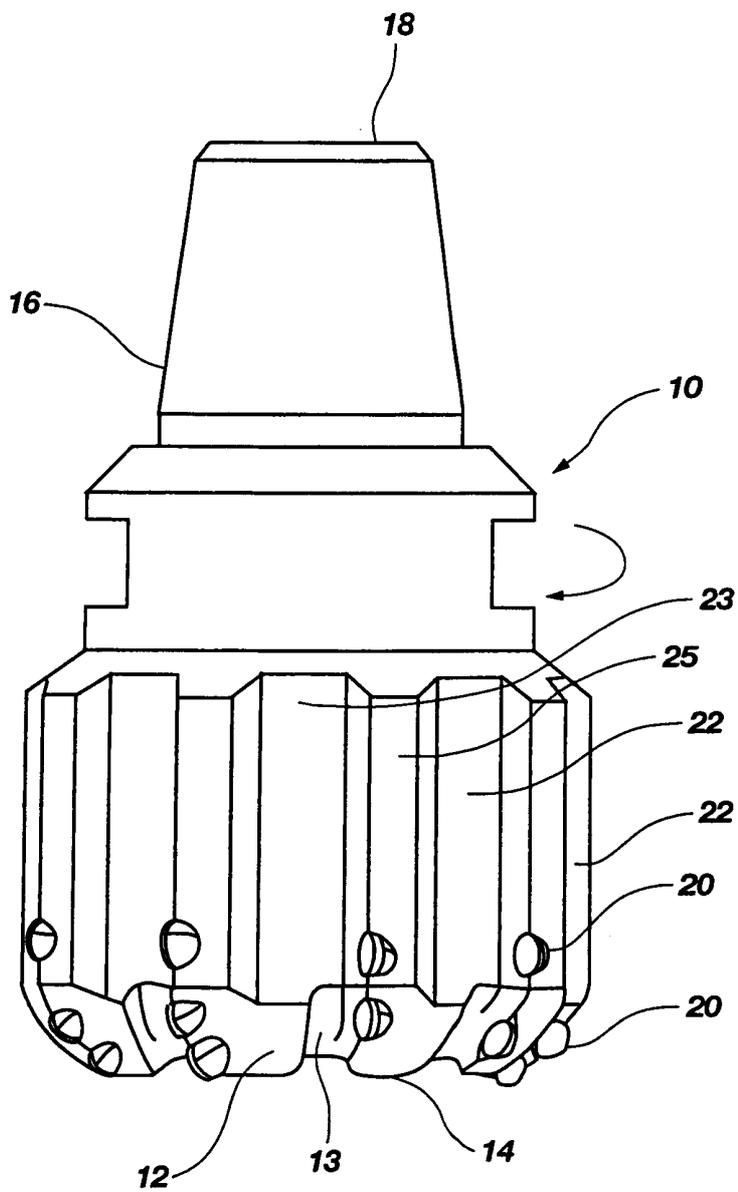


Fig. 1

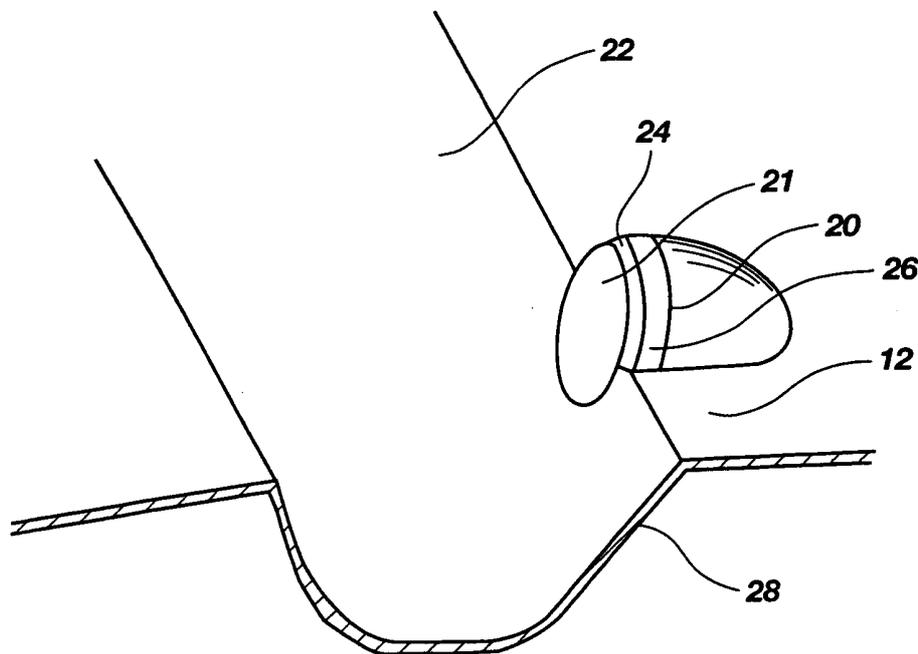


Fig. 2

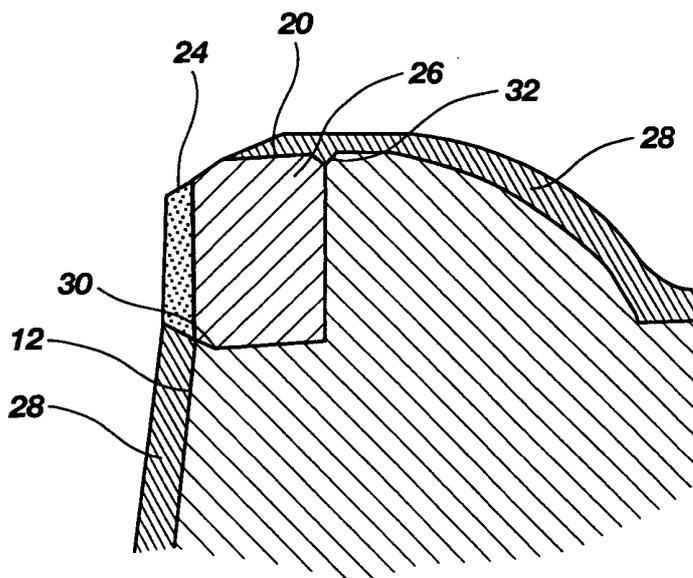


Fig. 3

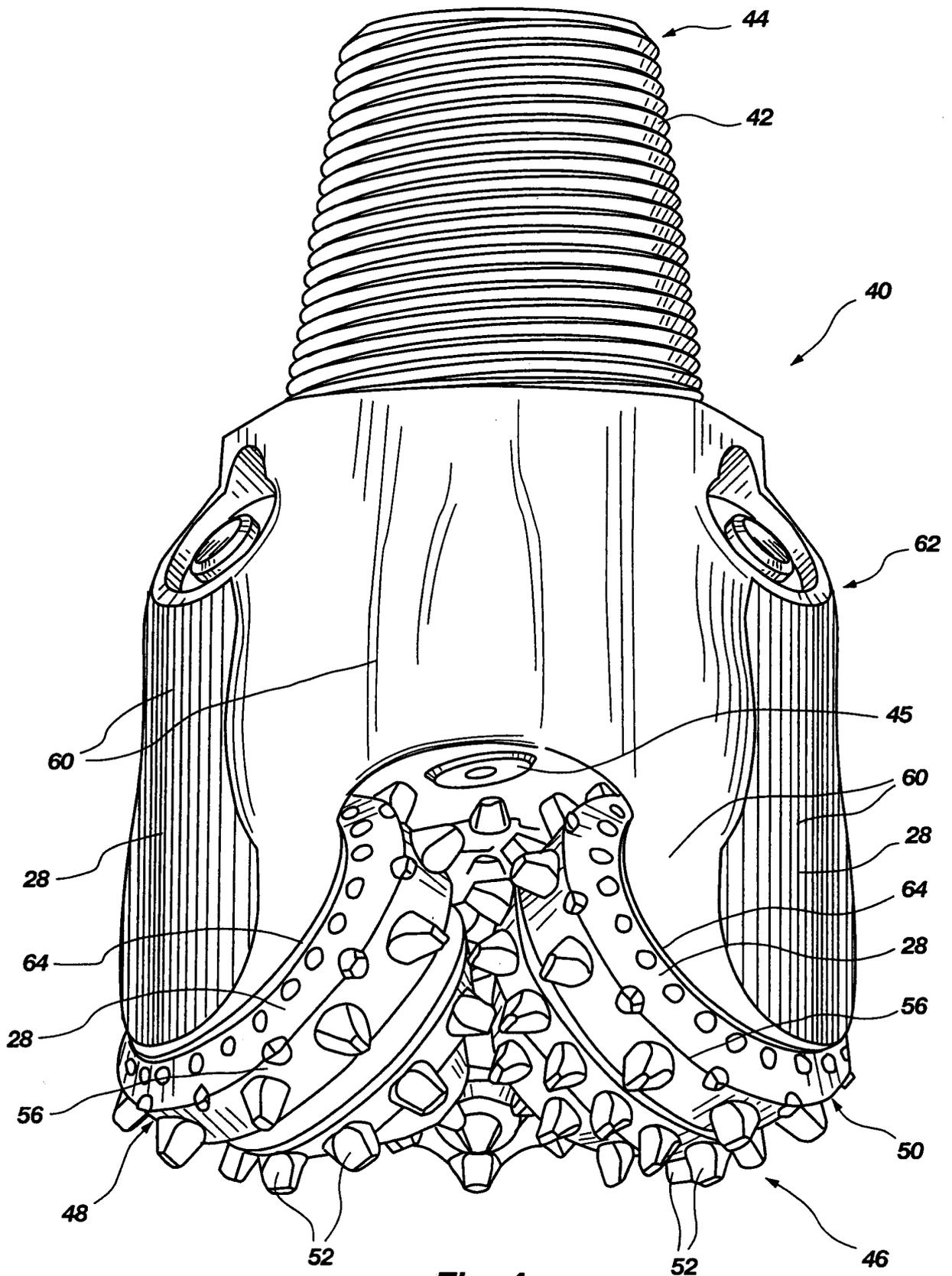


Fig. 4

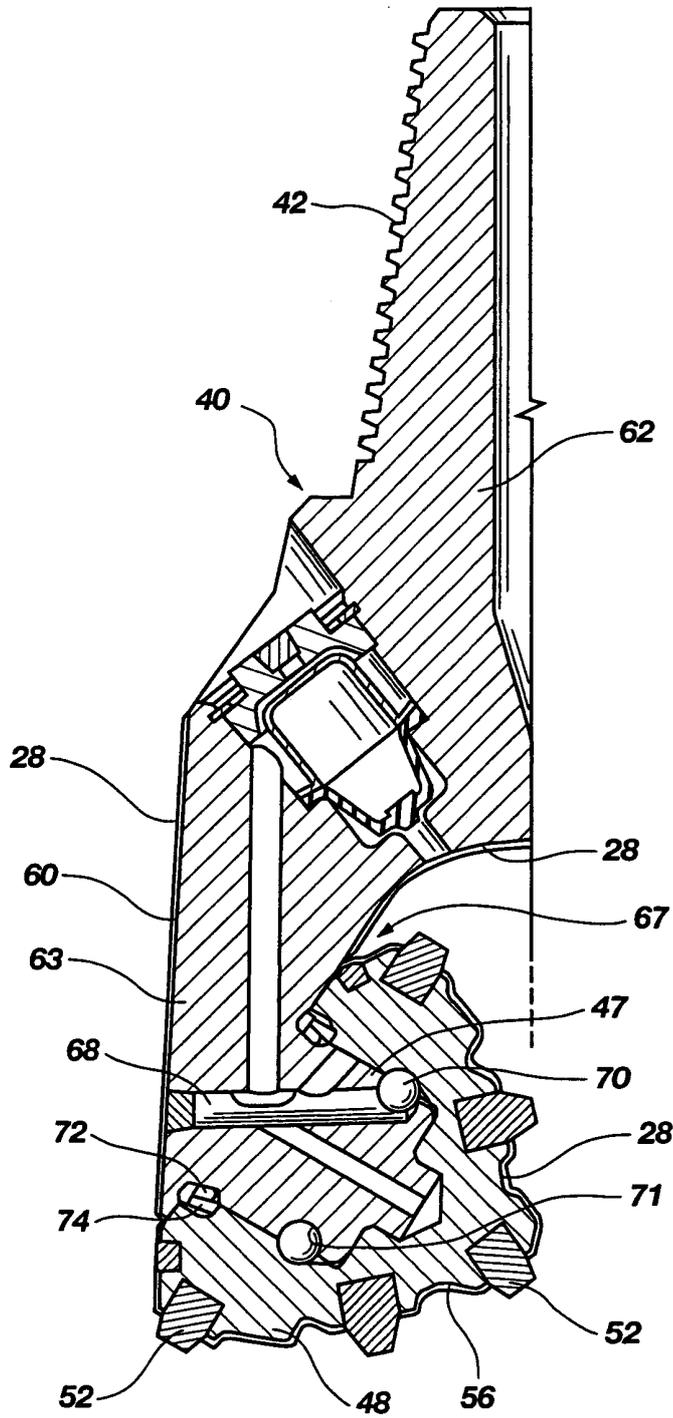


Fig. 5

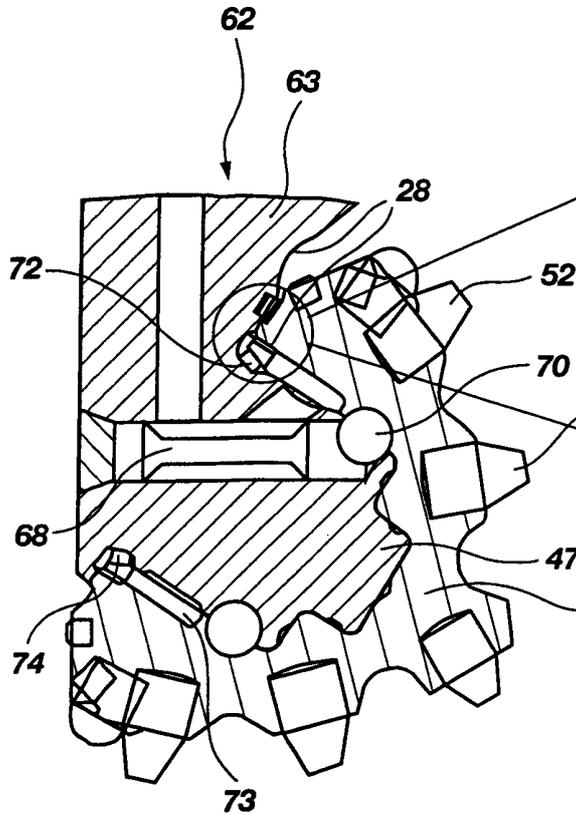


Fig. 5A

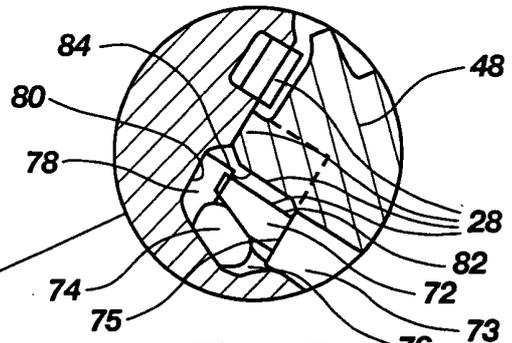


Fig. 5B

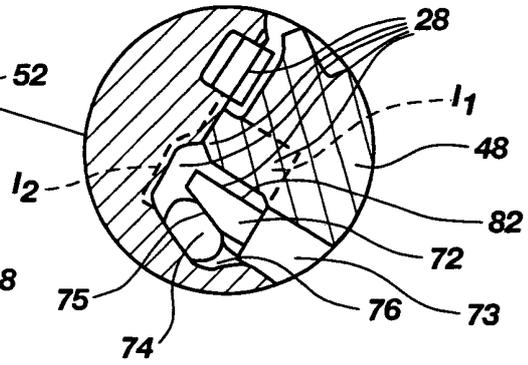


Fig. 5C

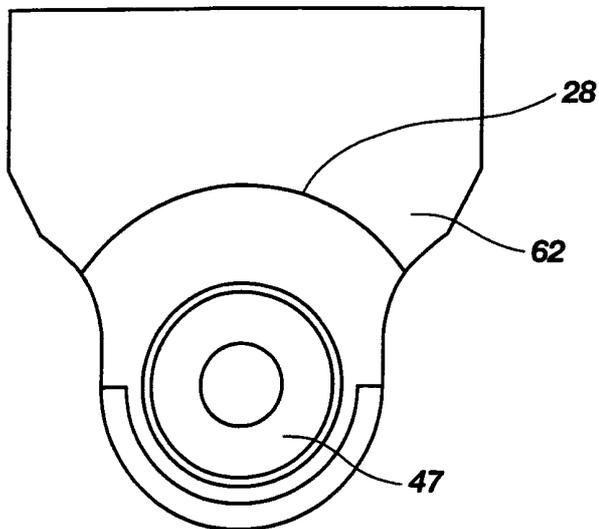


Fig. 5E

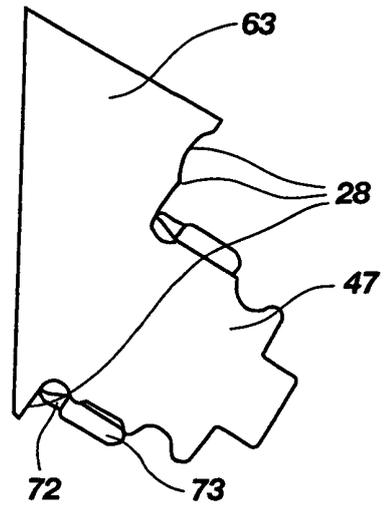


Fig. 5D

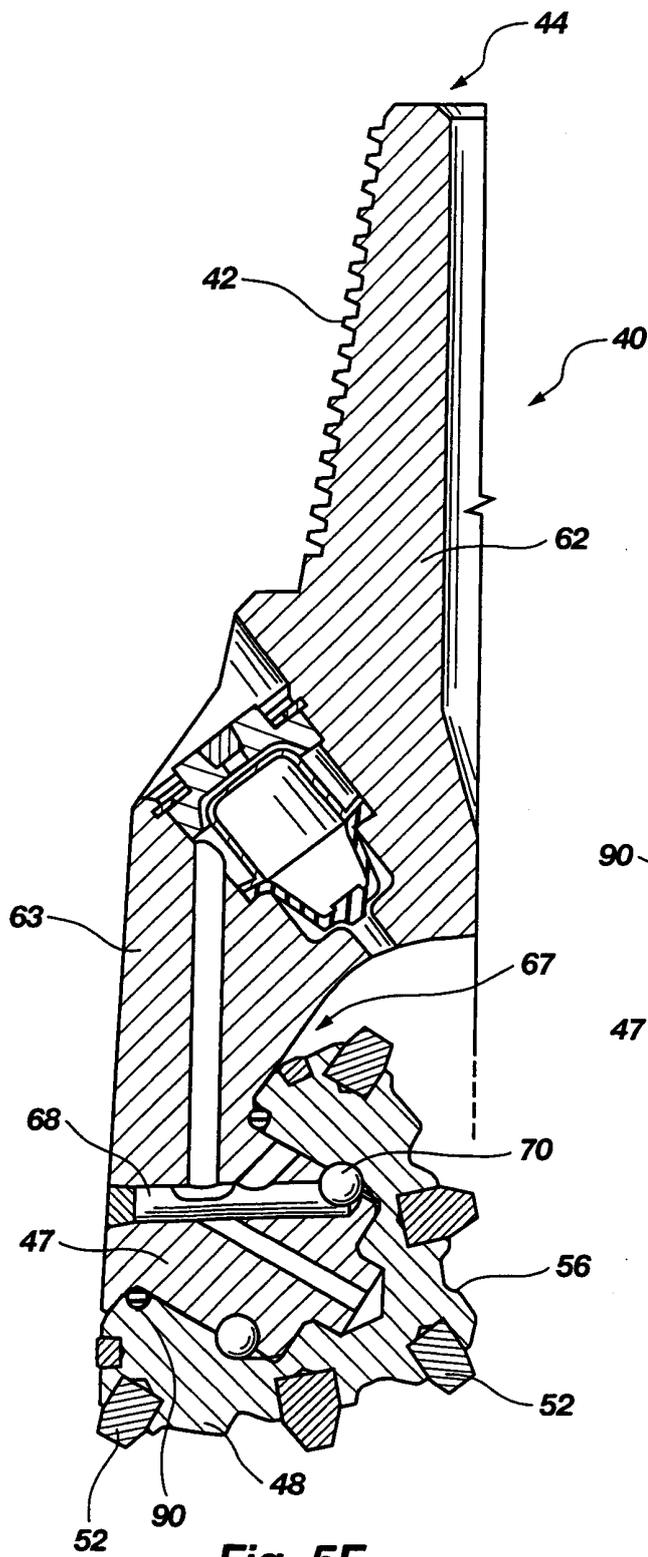


Fig. 5F

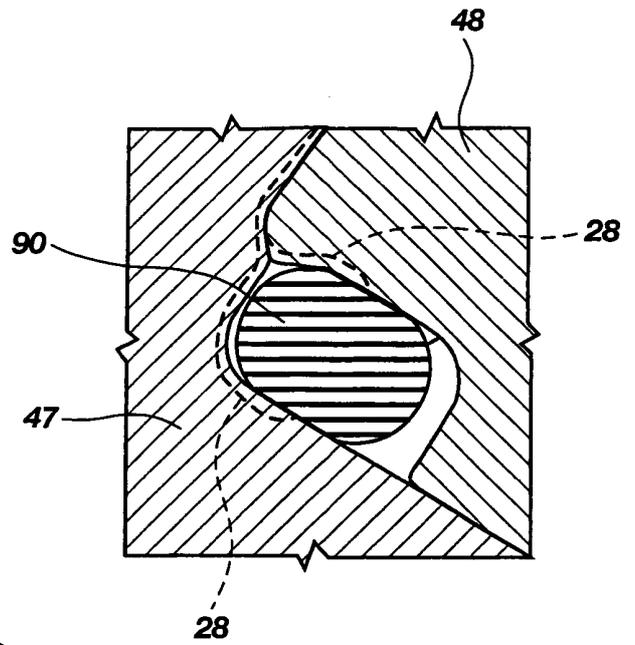


Fig. 5G

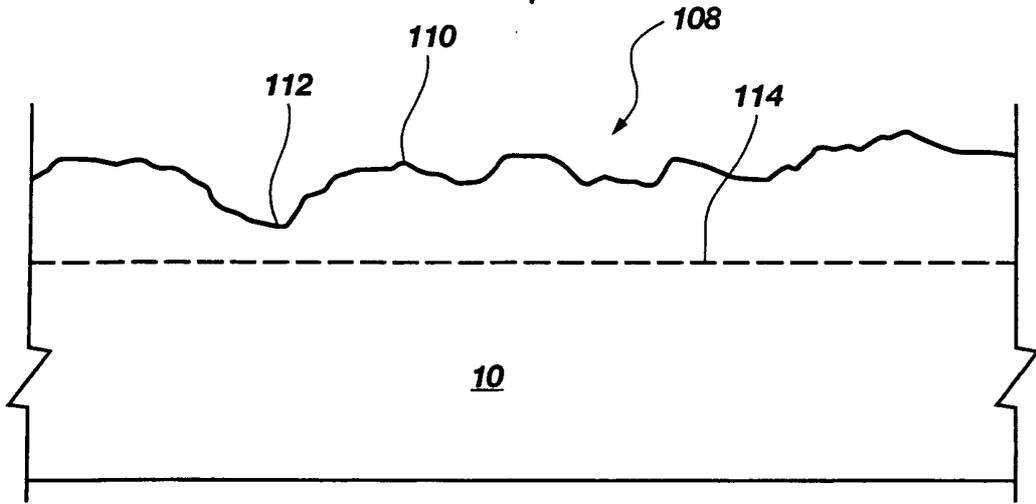


Fig. 6A

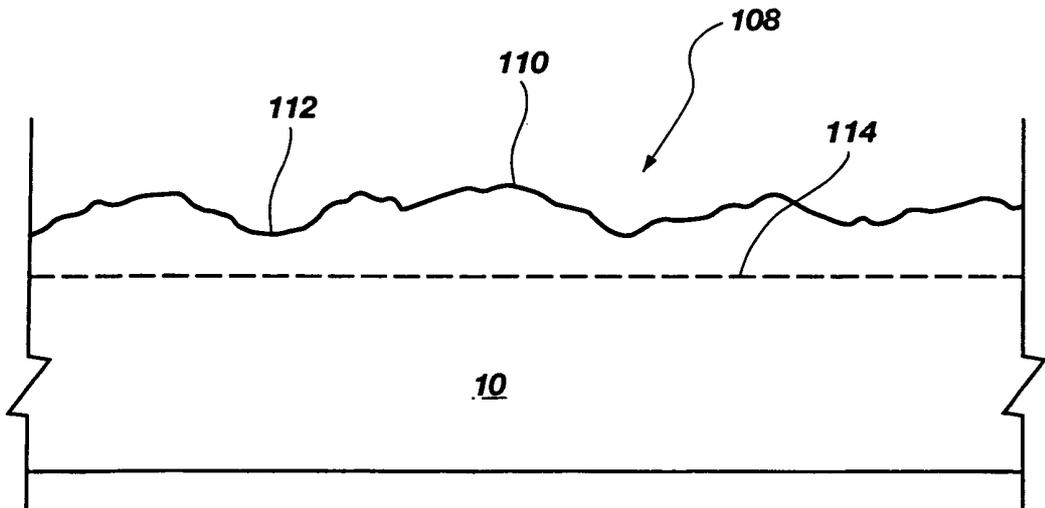


Fig. 6B

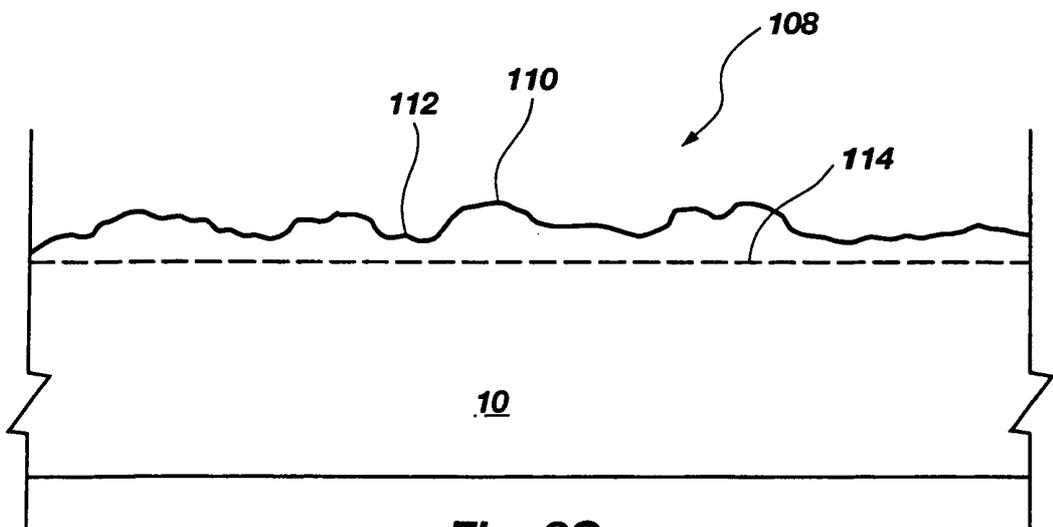


Fig. 6C

- 38 -

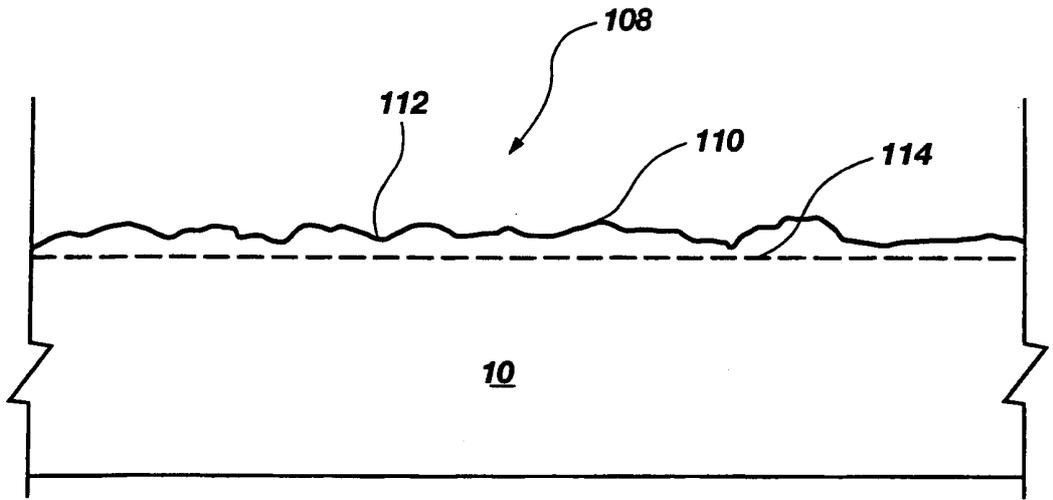


Fig. 6D

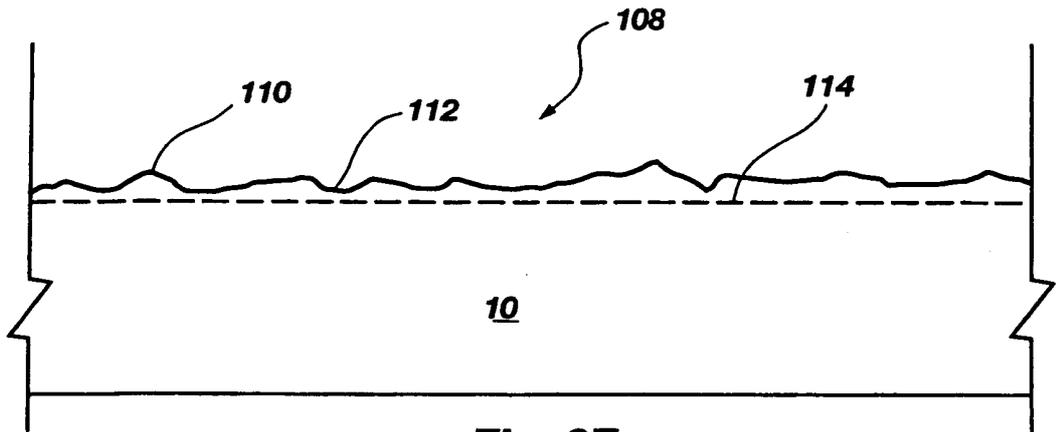


Fig. 6E

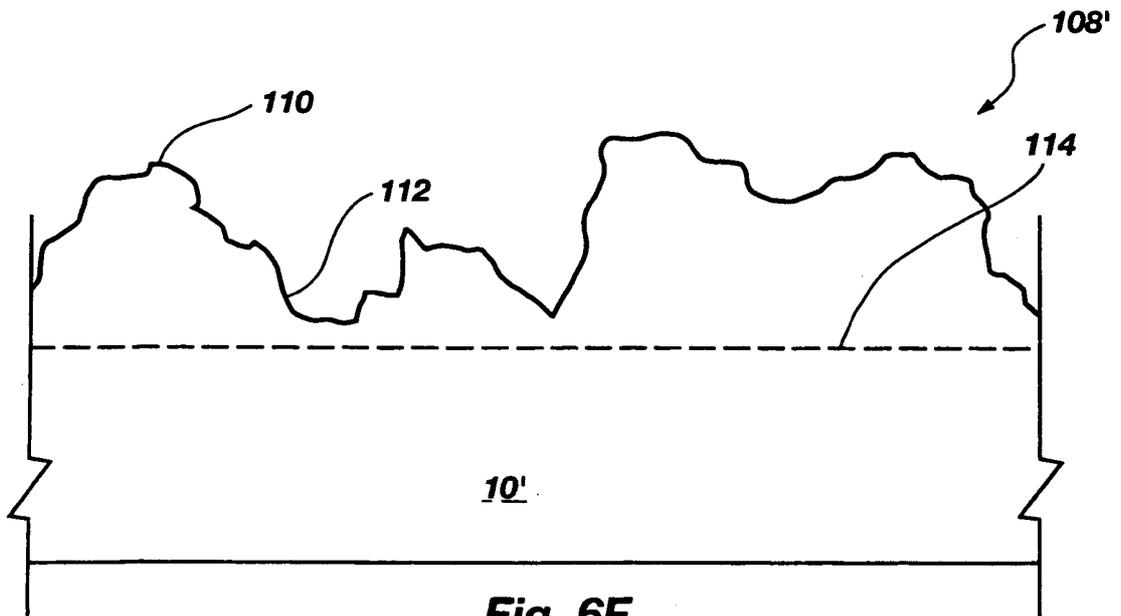


Fig. 6F
(ART ANTERIEUR)

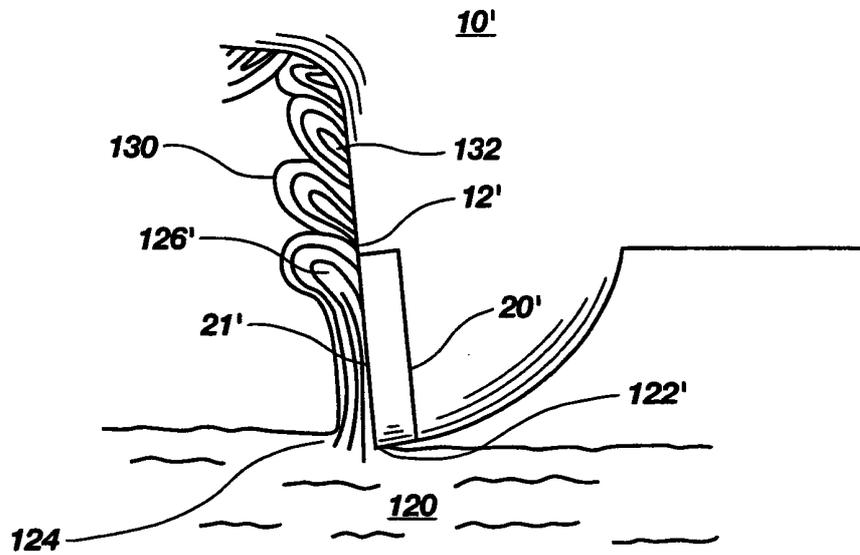


Fig. 7
(ART ANTERIEUR)

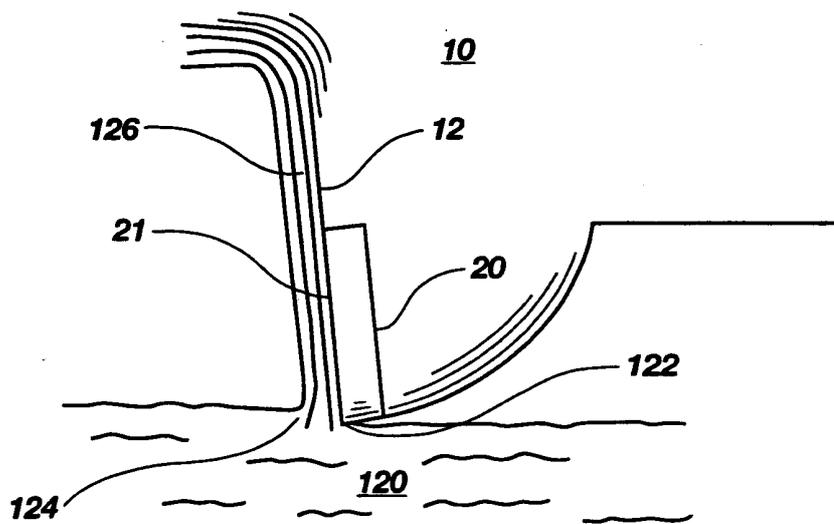


Fig. 8

ABREGE

"Trépan tournant et son procédé de réalisation"

Trépan de type tournant pour forer des formations souterraines, présentant des zones ou composants comportant des surfaces présentant une surface à adhérence
5 relativement faible, de préférence non mouillable à l'eau, sur au moins une de ses parties, et traitement de surface du trépan, dans lequel au moins une partie d'une surface exposée du corps de trépan ou d'un autre composant de trépan est plaquée, recouverte ou traitée autrement pour procurer une surface à adhérence relativement faible, de préférence non mouillable à l'eau, et procédé de réalisation dudit trépan.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 8315
BE 200100497

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	EP 0 248 615 A (HOLDEN JOHN ; ROE JOHN RICHARD NEVILLE (GB)) 9 décembre 1987 (1987-12-09) * colonne 2, ligne 37 - ligne 46 *	1-4, 9, 10	E21B10/52
Y	---	13-16, 18, 19, 22-24, 29-31	
Y	US 4 054 426 A (WHITE GERALD W) 18 octobre 1977 (1977-10-18) * colonne 4, ligne 41 - ligne 45 *	13-16, 18, 19, 22-24, 29, 31	
Y	---		
Y	US 4 679 640 A (CRAWFORD MICHEAL B) 14 juillet 1987 (1987-07-14) * abrégé *	30	
X	---		
X	DD 123 550 A (NOACK I) 5 janvier 1977 (1977-01-05) * page 5, alinéa 3 - page 6, alinéa 1 *	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
D,A	---		
D,A	US 5 279 374 A (BAMOLA RAJAN K ET AL) 18 janvier 1994 (1994-01-18) * figure 1 *	1-31	E21B C23C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 décembre 2003		Garrido Garcia, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 03 82 (F04C4B)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8315
BE 200100497

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-12-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0248615	A	09-12-1987	EP 0248615 A2	09-12-1987
US 4054426	A	18-10-1977	AUCUN	
US 4679640	A	14-07-1987	AUCUN	
DD 123550	A	05-01-1977	DD 123550 A1	05-01-1977
US 5279374	A	18-01-1994	US 5348770 A	20-09-1994