



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1014014A5

NUMERO DE DEPOT : 2000/0760

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 04 Février 2003

Le Ministre des Affaires Economiques,

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 29 Novembre 2000 à 24H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : BAKER HUGHES INCORPORATED
3900 Essex lane, suite 1200, PO Box 4740 , HOUSTON, TEXAS 77210-4740(ETATS-UNIS
D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Joëlle, OFFICE VAN MALDEREN, Place Reine
Fabiola 6/1 - B 1083 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : TREPAN IMPREGNE COMPORTANT DES ELEMENTS DE COUPE PDC DANS LA ZONE
DE CONE.

INVENTEUR(S) : Volker Richert, Am Brunnen 30, D-29229 Celle/Gross-Hehlen (DE); Van
Brackin Jordan, 23215 Cimber Lane, Spring, Texas 77373 (US); Matthew R. Isbell, 10506
Londonderry, Houston, Texas 77043 (US); Douglas J. Bobrosky, 23 Gladebank Place, The
Woodlands, Texas 77382 (US)

PRIORITE(S) 29.11.99 US USA60167781

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

L. WUYTS
CONSEILLER

Bruxelles, le 04 Février 2003
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

TRÉPAN IMPRÉGNÉ COMPORTANT DES ÉLÉMENTS DE COUPE PDC DANS LA ZONE DE CÔNE

DOMAINE TECHNIQUE

5 DOMAINE DE L'INVENTION. La présente invention concerne des trépan du type comportant des éléments de coupe fixes ou des lames pour le forage de formations souterraines. La présente invention concerne plus spécifiquement des trépan à lames pour le forage de formations de roches dures et/ou abrasives, en particulier pour le forage de formations comportant des couches molles et non abrasives interstratifiées.

10 TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Les trépan à lames dits "imprégnés" sont normalement utilisés pour le forage de formations rocheuses dures et/ou abrasives, par exemple des formations de grès. Ces trépan de forage imprégnés utilisent typiquement une face de coupe composée d'éléments de coupe superdurs, par exemple de particules de diamant naturel ou
15 synthétique, dispersées dans une matrice de matériau résistant à l'usure. Au cours du forage avec un tel trépan, la matrice et les diamants sont usés, les éléments de coupe usés étant perdus et de nouveaux éléments de coupe étant exposés. Ces éléments de diamant peuvent ou bien être naturels ou bien synthétiques, et peuvent être coulés en une seule pièce avec le corps du trépan, par exemple par infiltration basse pression, ou peuvent être
20 préformés séparément, par exemple par infiltration à compression isostatique à chaud, et fixés audit trépan par brasage ou fixés au trépan par traitement au four au cours de la fabrication.

Les trépan imprégnés conventionnels présentent en général des propriétés hydrauliques peu satisfaisantes, utilisant une clé en patte d'oie pour distribuer le fluide de
25 forage à travers la face du trépan et n'établissant qu'une surface d'écoulement minimale. Les trépan imprégnés conventionnels n'assurent en outre pas de forage efficace lorsque le trépan rencontre des couches de roche plus molles et moins abrasives, par exemple des couches de schiste. Lors du forage à travers des couches de schiste, ou d'autres formations molles, par l'intermédiaire d'un trépan à lames imprégné conventionnel, la
30 structure de coupe présente une tendance à un engorgement rapide ou à une "agglutination" par le matériau de la formation, rendant le trépan de forage inefficace. Les formations plus molles risquent aussi d'obstruer les cours de fluide formés dans le trépan de forage, entraînant une accumulation de chaleur et une usure prématurée du trépan. Pour le forage de formations du type schiste, il faudrait donc disposer d'un trépan
35 plus agressif pour assurer un taux de pénétration accru (ROP - « rate of penetration »). Il en résulte que la sélection d'un trépan destiné à être utilisé dans une opération de forage particulière est plus compliquée lorsqu'il est probable que des formations de plus d'un type seront rencontrées lors de l'opération de forage.

Il serait ainsi avantageux de concevoir un trépan de forage présentant des performances plus agressives dans des formations plus molles et moins abrasives, tout en assurant un ROP approprié dans des formations plus dures et plus abrasives, sans exiger l'application d'un WOB accru au cours du procédé de forage.

5 DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention concerne un trépan rotatif à lames utilisant des éléments de coupe imprégnés sous forme de structures de coupe séparées en forme de tiges, séparées les unes des autres, débordant vers le haut à partir de lames à extension radiale sur la face du trépan, les lames définissant des passages de fluide entre elles, s'étendant vers des fentes à rebuts sur la région de front de taille du trépan. La partie de cône ou la partie centrale de la face du trépan a une configuration relativement étroite (peu profonde) et comporte des éléments de coupe superabrasifs sous forme de diamants polycristallins compacts (PDC) comportant des faces de coupe orientées en général dans la direction de la rotation du trépan. Les éléments de coupe PDC présentent des performances supérieures dans des formations interstratifiées et de schiste. Les propriétés hydrauliques du trépan sont améliorées par les passages de fluide ci-dessus, alimentés en fluide de forage par plusieurs buses agencées dans des orifices répartis au-dessus de la face du trépan pour assurer un volume et une répartition améliorés de l'écoulement du fluide de forage.

Dans une forme de réalisation, les lames s'étendent en général radialement vers l'extérieur de manière linéaire à partir d'emplacements dans le cône au niveau de la ligne médiane du trépan (dans le cas de lames supportant des éléments de coupe PDC dans le cône), à l'intérieur du cône, mais non au niveau de la ligne médiane, ou au niveau de l'arête du cône, vers la région de front de taille du trépan, où des plaquettes de front de taille contiguës s'étendent longitudinalement et définissent des fentes à rebuts entre elles. Dans une autre forme de réalisation, les lames sont courbées et s'étendent en général radialement vers l'extérieur, en spirale, de la ligne médiane (de nouveau dans le cas de lames supportant des éléments de coupe PDC), à l'intérieur du cône, ou au niveau de l'arête du cône, vers la région de front de taille du trépan et de manière contiguë avec des plaquettes de front de taille à extension longitudinale définissant des fentes à rebuts entre elles. La nature allongée des lames en spirale établit une longueur additionnelle pour supporter les structures de coupe distinctes, de sorte à améliorer la redondance correspondante en présence d'un quelconque rayon donné.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 est une vue en perspective inversée d'une première forme de réalisation d'un trépan selon la présente invention;

la figure 2A est une vue en élévation schématique de parties de plusieurs lames du trépan de la figure 1, supportant une structure de coupe distincte, la figure 2B est une vue en élévation en coupe latérale prise à travers la ligne B-B de la figure 2A;

la figure 3 est une vue en perspective inversée agrandie d'une partie de la partie de cône de la face du trépan de la figure 1, montrant l'usure des structures de coupe distinctes, imprégnées de particules de diamant et des éléments de coupe PDC;

la figure 4 est une vue en élévation d'en haut du trépan de la figure 1 après l'exécution de tests, montrant l'usure des structures de coupe distinctes et des éléments de coupe PDC;

la figure 5 est une vue en élévation d'en haut d'une deuxième forme de réalisation du trépan selon la présente invention; et

la figure 6 est une vue en perspective inversée du trépan de la figure 5.

10 MEILLEUR(S) MODE(S) D'EXÉCUTION DE L'INVENTION

Les figures 1 à 3 des dessins montrent une première forme de réalisation 10 du trépan selon la présente invention, dans une vue en perspective, le trépan 10 étant inversé par rapport à son orientation de fonctionnement normale, la face agencée en bas, pour plus de clarté. A titre d'exemple, le trépan 10 a un diamètre de 8 1/2" et englobe un corps de trépan du type à matrice 12 comportant une queue 14 en vue de la connexion à un train de tiges (non représenté) s'étendant à partir de celui-ci de manière opposée à la face du trépan 16. Plusieurs lames 18 (douze (12) dans cette forme de réalisation) s'étendent en général radialement vers l'extérieur, de façon linéaire, vers les plaquettes de front de taille 20 définissant des fentes à rebuts 22 entre elles.

20 Contrairement aux structures de coupe des trépan imprégnés conventionnels, les structures imprégnées distinctes 24 comprennent des tiges s'étendant vers le haut (comme représenté dans la figure 1) sur les lames 18 à partir de la face du trépan 16. Les structures de coupe font partie intégrante des lames du type matrice 16 débordant d'un corps de trépan du type matrice 12 par un matériau de matrice imprégné de particules de diamant empilées manuellement dans des cavités de moule sur l'intérieur du moule du trépan, définissant les emplacements des structures de coupe 24 et des lames 18. Il faut noter que les structures de coupe 24 pourraient être agencées directement sur la face du trépan 16, sans les lames. Comme décrit plus en détail ci-dessous, il est toutefois préférable de prévoir des structures de coupe 24 agencées sur les lames 18. Il faut noter aussi que les structures de coupe 24 sont certes décrites comme étant formées d'une seule pièce avec le trépan 10, mais elles peuvent aussi être formées sous forme de segments individuels distincts, par exemple par pression isostatique à chaud, fixés ensuite sur le trépan 10 par brasage ou traitement au four.

35 Les structures de coupe distinctes 24 sont espacées les unes des autres pour faciliter l'écoulement de fluide de forage autour d'elles en vue d'un refroidissement et d'un dégagement amélioré du matériau de la formation éliminé par les particules de diamant. Comme représenté dans la figure 1, les structures de coupe distinctes 24 ont en général une section transversale ronde ou circulaire au niveau de leurs extrémités plates les plus externes 26, mais ont une forme plus ovale en fonction de la réduction de la distance de la

face des lames 16, établissant ainsi des bases 28 plus larges ou plus allongées (dans la direction de la rotation du trépan)(voir figures 2A et 2B) pour assurer une résistance et une durabilité accrues. Lors de l'usure des structures de coupe distinctes 24 (voir figure 3), la section transversale exposée des tiges est accrue, établissant progressivement une surface de contact accrue entre les particules de diamant et le matériau de la formation. Lors de l'usure des structures de coupe, le trépan 10 prend la configuration d'un trépan plus lourd, mieux adapté à la pénétration de formations plus dures et plus abrasives. Même en cas d'usure complète des structures de coupe distinctes 24, les lames imprégnées de diamant 18 assurent une certaine action de coupe, réduisant un quelconque risque d'interruption exigeant la remontée du trépan 10.

Les structures de coupe 24 sont certes illustrées comme comportant des tiges avec des extrémités externes circulaires et des bases de forme ovale, mais d'autres formes géométriques peuvent aussi être envisagées. Ceci n'est certes pas représenté dans les dessins, mais les extrémités les plus externes 26 des structures de coupe peuvent par exemple être configurés sous une forme ovale, ayant un grand diamètre et un petit diamètre. La partie de base adjacente à la lame 18 pourrait aussi être ovale, avec un grand diamètre et un petit diamètre, la base ayant un petit diamètre supérieur à celui de l'extrémité la plus externe 26 de la structure de coupe 24. Lorsque la structure de coupe 24 est usée en direction de la lame 18, le petit diamètre est accru, entraînant une aire de surface plus grande. Les extrémités des structures de coupe 24 ne doivent en outre pas forcément être plates, mais peuvent avoir des formes inclinées. En d'autres termes, les structures de coupe 24 peuvent avoir des sections transversales différentes au niveau d'intervalles multiples, la forme de la pointe pouvant être séparée de la section transversale générale de la structure de coupe. D'autres formes géométriques peuvent être configurées de manière similaire. Il faut noter aussi que l'espacement entre les structures de coupe individuelles 24, ainsi que l'importance de l'effilement à partir des extrémités les plus externes 26 vers les lames 18, peuvent être variés pour changer l'agressivité globale du trépan 10 ou pour changer la vitesse de transformation du trépan, d'un trépan léger vers un trépan lourd au cours du fonctionnement. Une ou plusieurs structures de coupe de ce type 24 peuvent en outre être formées de sorte à avoir des sections transversales pratiquement constantes, en fonction des besoins et en fonction de l'application prévue du trépan 10.

Les structures de coupe distinctes 24 peuvent comprendre des particules de diamant synthétique; par exemple des particules de diamant synthétique DSN-47, commercialisées par la DeBeers de Shannon, Irlande, qui présentent une ténacité supérieure à celles des particules de diamant naturel. Le matériau de la matrice en carbure de tungstène avec lequel sont mélangées les particules de diamant pour former des structures de coupe distinctes 24 et supporter les lames 18, est de préférence un carbure à grains fins, par exemple de la poudre DM2001, commercialisée par la Kennametal Inc. de Latrobe, Pennsylvanie. Une telle poudre de carbure assure après

l'infiltration une exposition accrue des particules de diamant par rapport aux matériaux de matrice conventionnels, par suite de sa nature relativement douce et se prêtant à l'abrasion. La base 30 de chaque lame est de préférence composée d'un matériau de matrice plus durable 121, commercialisé par la Firth MPD de Houston, Texas.

5 L'utilisation d'un matériau plus durable dans cette région permet d'empêcher une interruption, même lorsque toutes les structures de coupe distinctes 24 et la majeure partie de chaque lame 18 sont usées.

Il faut noter toutefois que d'autres matériaux particuliers abrasifs peuvent remplacer ceux décrits ci-dessus. Les structures de coupe distinctes 24 peuvent par

10 exemple englober des particules de diamant naturel ou une combinaison de particules de diamant synthétique et naturel. Les structures de coupe peuvent aussi englober des tiges de diamant synthétique.

Comme représenté dans la figure 4, les extrémités radialement les plus internes des deux lames 18 s'étendent vers la ligne médiane du trépan 10 et supportent des

15 éléments de coupe PDC 32, agencés dans des orientations conventionnelles, avec des faces de coupe orientées en général de sorte à faire face à la direction de la rotation du trépan. Les éléments de coupe PDC 32 sont agencés dans la partie de cône 34 de la face du trépan 16. Le cône 34, représenté le mieux dans la figure 1, est constitué par la partie de la face du trépan 16 dans laquelle le profil est défini comme une section ayant en

20 général une forme en cône autour de la ligne médiane de la rotation prévue du trépan de forage 10.

Les éléments de coupe PDC peuvent comprendre des éléments de coupe comportant une chemise ou une gaine en PDC, s'étendant de manière contiguë à la face de coupe PDC et vers l'arrière de celle-ci, ainsi qu'au-dessus du substrat de support. Un

25 élément de coupe de ce type est par exemple offert par la Hughes Christensen Company, une filiale appartenant entièrement au cessionnaire de la présente invention, sous la désignation d'éléments de coupe Niagara™. De tels éléments de coupe ont en outre été décrits dans la demande de brevet US, no. de série 09/205138, intitulée "Élément de coupe ayant une forme géométrique superabrasive complexe et trépons de forage équipés de celui-ci". Cette conception des éléments de coupe assure une résistance accrue à

30 l'abrasion dans les formations dures et/ou abrasives, forées typiquement par des trépons imprégnés, en combinaison avec des performances améliorées (ROP) dans des couches de plus molles, non abrasives de la formation, interstratifiées dans de telles formations dures. Il faut toutefois noter que d'autres conceptions des éléments de coupe PDC peuvent aussi

35 être envisagées. Les éléments de coupe PDC 32 peuvent avoir différentes formes, différentes tailles et être composés de matériaux différents, ceci étant bien connu par les hommes de métier.

Comme représenté aussi dans la figure 4 des dessins, le trépan 10 utilise plusieurs orifices 36 (huit (8) dans ce cas) au-dessus de la face du trépan 16 pour améliorer la

40 vitesse d'écoulement du fluide de forage et mieux répartir l'écoulement sur la face du

trépan 16 et entre les passages de fluide 38 entre les lames 18, jusqu'aux fentes à rebuts 22. Cette vitesse d'écoulement accrue du fluide et sa répartition améliorée permettent d'empêcher une agglutination du trépan, par exemple dans des formations de schiste, ce phénomène étant connu pour réduire notablement le ROP. En combinaison avec
 5 l'exposition améliorée du diamant du trépan 10, les propriétés hydrauliques améliorées accroissent notablement l'efficacité du forage à travers des formations de grès.

La figure 4 représente aussi un exemple d'utilisation selon la présente invention d'une région de front de taille d'un trépan imprégné de conception conventionnelle. A titre d'illustration, les plaquettes de front de taille de la forme de réalisation illustrée
 10 peuvent avoir une longueur de l'ordre de 76 mm (3 pouces), comprenant chacune environ 38 mm (1,5 pouces) de produit de diamant thermiquement stable (TSP) et une matrice imprégnée de particules de diamant, et environ 38 mm (1,5 pouces) de briques de carbure et de diamants naturels de type K. Un tel agencement peut de même être appliqué à des trépans de diamètres différents.

En service, le trépan 10 selon la présente invention serait descendu dans un puits et serait "mis en rodage" ou "aiguisé" par suite du forage d'une formation abrasive en présence d'un WOB (« weight on bit ») sélectionné, lors de la rotation du trépan. Au cours des premiers mètres (pieds) de pénétration, les particules de diamant sur les extrémités des tiges formant les structures de coupe distinctes 24 sont plus exposées, étant
 20 donné qu'un volume de diamant insignifiant est normalement exposé sur un trépan imprégné à l'état de fabrication. Après que le trépan a été "aiguisé" pour exposer les particules de diamant au niveau des extrémités externes 26 des structures de coupe distinctes 24, le ROP est stabilisé. Des tests effectués sur un simulateur de forage de laboratoire de grandeur nature ont démontré que le trépan selon l'invention peut présenter
 25 un ROP accru par rapport aux trépans imprégnés conventionnels. Il a en outre été démontré que le trépan selon l'invention peut présenter un ROP pratiquement similaire à celui d'un trépan imprégné conventionnel, mais avec un WOB réduit.

Les figures 5 et 6 des dessins montrent une autre forme de réalisation 100 du trépan selon l'invention. Les caractéristiques décrites ci-dessus en référence au trépan 10 sont désignées par les mêmes numéros de référence sur le trépan 100. Il faut noter qu'il y
 30 a un plus grand nombre de lames 18 sur le trépan 100 que sur le trépan 10, les lames 18 s'étendant en spirale vers l'extérieur à partir du cône 34 du trépan 100 en direction de la région de front de taille. L'utilisation de lames courbées en spirale 18 établit une longueur accrue des lames et donc une redondance de couverture accrue des structures de coupe
 35 distinctes 24 en présence de chaque rayon. Il faut noter aussi qu'il y a un plus grand nombre d'orifices 36 sur la face du trépan 16 pour assurer la distribution du fluide, typiquement à travers des buses (non représentées) agencées dans les orifices 36. Les orifices 36 à l'intérieur du cône 34 ont de préférence un diamètre supérieur à celui de ceux agencés à l'extérieur du cône 34. Les lames 16 peuvent aussi avoir d'autres formes ou
 40 configurations. Les lames peuvent par exemple être formées de sorte à s'étendre vers

l'extérieur à partir du cône 34, en serpentín, chaque lame ayant une forme en S lorsqu'elle traverse la face du trépan 16 en direction de la région de front de taille 20.

Le trépan selon la présente invention a certes été décrit en référence à certaines formes de réalisation préférées, mais les hommes de métier comprendront qu'il n'y est pas
5 limité. Des additions, des suppressions et des modifications des formes de réalisation illustrées et décrites peuvent être effectuées sans se départir de l'objectif de l'invention, comme défini par les revendications annexées. Les caractéristiques d'une forme de réalisation peuvent de même être combinées avec celles d'une autre forme de réalisation.

REVENDECATIONS

1. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:
un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane
5 vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;
plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;
plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant
10 un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et
plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, la quantité des structures de coupe distinctes séparées les unes des autres étant supérieure à celle des éléments de coupe PDC.
2. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les structures de coupe
15 distinctes et les lames sont formées d'une seule pièce.
3. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel le matériau particulaire comprend des grains de diamant synthétique.
4. Trépan de forage rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel le matériau particulaire comprend des grains de diamant naturel.
- 20 5. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les structures de coupe distinctes sont configurées sous forme de tiges.
6. Trépan rotatif à lames selon la revendication 5, dans lequel les tiges englobent des bases ayant une aire de section transversale accrue au niveau des extrémités les plus externes.
- 25 7. Trépan rotatif à lames selon la revendication 6, dans lequel les tiges sont effilées à partir des extrémités les plus externes pratiquement circulaires vers les bases pratiquement ovales.
8. Trépan de forage rotatif à lames selon la revendication 5, dans lequel les tiges ont une aire de section transversale constante.
- 30 9. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel au moins une des plusieurs structures de coupe discrètes est formée sous forme d'un segment par pression isostatique à chaud.
10. Trépan rotatif à lames selon la revendication 9, dans lequel au moins une structure de coupe distincte est fixée par brasage sur la lame.
- 35 11. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, englobant en outre plusieurs orifices ouverts sur la face du trépan et en communication avec plusieurs passages de fluide agencés respectivement entre les lames.

12. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel au moins une des lames s'étend vers un emplacement proche de la ligne médiane, les éléments de coupe PDC étant supportés par la au moins une lame.
13. Trépan rotatif à lames selon la revendication 12, dans lequel deux lames
5 s'étendent vers des emplacements proches de la ligne médiane, au moins un élément de coupe PDC étant supporté sur chacune des lames étendues.
14. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel le corps du trépan comprend un corps de trépan à matrice, les lames faisant partie intégrante du corps du trépan.
- 10 15. Trépan rotatif à lames selon la revendication 14, dans lequel les structures de coupe distinctes font partie intégrante des lames et du corps du trépan.
16. Trépan rotatif à lames selon la revendication 15, dans lequel les structures de coupe distinctes sont composées d'un matériau de matrice métallique comportant les grains de diamant, au moins certaines des lames étant composées d'un matériau de
15 matrice métallique plus mou et se prêtant mieux à l'abrasion que le matériau de matrice métallique présent dans les bases des lames.
17. Trépan rotatif à lames selon la revendication 14 dans lequel les structures de coupe distinctes sont fixées par brasage sur les lames.
18. Trépan de forage rotatif selon la revendication 14, dans lequel les structures de
20 coupe distinctes sont fixées aux lames par traitement au four.
19. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les éléments de coupe PDC englobent des faces de coupe orientées de sorte à faire pratiquement face à une direction de la rotation prévue du trépan.
20. Trépan rotatif à lames selon la revendication 19, dans lequel les éléments de coupe
25 PDC englobent des gaines en PDC contiguës aux faces de coupe et s'étendant vers l'arrière de celles-ci, vues dans la direction de la rotation prévue du trépan, s'étendant au-dessus des substrats des éléments de coupe PDC.
21. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur au-dessus de la face du trépan, de manière pratiquement
30 linéaire.
22. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur en spirale.
23. Trépan rotatif à lames selon la revendication 1, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur en serpent.
- 35 24. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:
un corps de trépan comportant une face s'étendant d'une ligne médiane vers une région de front de taille;

plusieurs tiges distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau abrasif particulière débordant vers le haut à partir de la face, les plusieurs tiges englobant des bases ayant une aire de section transversale supérieure à celle des extrémités les plus externes, la base d'au moins une des plusieurs tiges ayant une aire de section transversale non circulaire.

25. Trépan rotatif à lames selon la revendication 24, dans lequel les tiges sont formées d'une seule pièce avec la face du trépan.

26. Trépan rotatif à lames selon la revendication 25, dans lequel le corps du trépan comprend un corps de trépan à matrice.

10 27. Trépan rotatif à lames selon la revendication 24, comprenant en outre plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille, chaque lame comportant au moins une des plusieurs tiges qui y est positionnée.

15 28. Trépan rotatif à lames selon la revendication 27, dans lequel les tiges sont formées d'une seule pièce avec les lames.

29. Trépan de forage rotatif selon la revendication 28, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur au-dessus de la face du trépan de manière généralement linéaire.

20 30. Trépan de forage rotatif à lames selon la revendication 28, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur en spirale.

31. Trépan de forage rotatif selon la revendication 28, dans lequel les lames s'étendent radialement vers l'extérieur en serpent.

25 32. Trépan de forage rotatif selon la revendication 24, comprenant en outre une partie de cône formée sur la face et entourant la ligne médiane et plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône.

33. Trépan de forage rotatif à lames selon la revendication 32, dans lequel les plusieurs éléments de coupe PDC englobent des faces de coupe orientées de sorte à faire pratiquement face à la direction de rotation prévue du trépan.

30 34. Procédé de formation d'un trépan rotatif à lames pour le forage d'une formation souterraine, comprenant les étapes ci-dessous:

formation d'un corps comportant une ligne médiane et une face s'étendant d'une ligne médiane vers une région de front de taille;

35 formation de plusieurs structures de coupe distinctes séparées les unes des autres, imprégnées d'un matériau particulière abrasif et débordant vers le haut à partir de la face, chaque structure de coupe comportant une base ayant une aire de section transversale supérieure à celle des extrémités les plus externes; et

formation de la base d'au moins une des plusieurs structures de coupe distinctes séparées les unes des autres pour établir une aire de section transversale non circulaire.

35. Procédé selon la revendication 34, comprenant en outre l'étape de configuration de plusieurs lames sur la face de sorte qu'elles s'étendent en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille, les plusieurs structures de coupe étant agencées sur les plusieurs lames.
36. Procédé selon la revendication 35, comprenant en outre l'étape de formation du corps du trépan avec un matériau de matrice métallique.
37. Procédé selon la revendication 36, comprenant en outre l'étape de formation d'une seule pièce des plusieurs structures de coupe distinctes séparées les unes des autres avec les lames.
38. Procédé selon la revendication 37, comprenant en outre les étapes ci-dessous :
formation d'une partie de cône dans la face du corps, entourant la ligne médiane;
et
agencement de plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) sur la face dans la partie de cône.
39. Procédé selon la revendication 35, comprenant en outre l'étape de configuration des plusieurs lames de sorte à établir au moins un passage de fluide entre elles.
40. Procédé selon la revendication 39, comprenant en outre l'étape d'agencement de plusieurs orifices dans la face du trépan de forage, chaque orifice étant en communication de fluide avec au moins un desdits plusieurs passages de fluide.
41. Procédé selon la revendication 34, comprenant en outre les étapes ci-dessous :
formation d'une partie de cône dans la face du corps, entourant la ligne médiane;
et
agencement de plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) sur la face dans la partie de cône.
42. Procédé selon la revendication 34, comprenant en outre l'étape de formation du corps du trépan sous forme d'un corps de trépan à matrice.
43. Procédé selon la revendication 42, comprenant en outre l'étape de formation des structures de coupe sous forme de tiges.
44. Procédé selon la revendication 43, comprenant en outre l'étape de formation des tiges d'une seule pièce avec la face.
45. Procédé selon la revendication 34, comprenant en outre l'étape de configuration de chaque structure de coupe de sorte à comporter une surface pratiquement plane au niveau de l'extrémité la plus externe, chaque surface pratiquement plane étant pratiquement parallèle à la face du trépan de laquelle débordé la structure de coupe.

46. Procédé de forage d'une formation souterraine avec un trépan de forage rotatif comportant un corps de matrice imprégné de diamant, comprenant les étapes ci-dessous :

fourniture de plusieurs structures distinctes en forme de tige, séparées les unes des autres sur chacune de plusieurs lames sur une face du trépan de forage rotatif, les
5 plusieurs structures distinctes en forme de tige contenant des grains de diamant;

rotation du trépan de forage rotatif contre au moins une première formation souterraine, un poids étant appliqué au trépan, et engagement des plusieurs structures distinctes en forme de tige dans la au moins une première formation souterraine;

usure d'une partie de la au moins une des plusieurs structures distinctes en forme
10 de tige lors de son engagement dans la au moins une première formation souterraine, de sorte à exposer les grains de diamant contenus dans la au moins une structure distincte en forme de tige; et

agrandissement d'une aire de surface de la au moins une structure distincte en forme de tige lors de son usure contre la au moins une première formation, de sorte à
15 exposer une aire de surface accrue englobant des grains de diamant.

47. Procédé selon la revendication 46, comprenant en outre l'étape de l'usure de plusieurs structures distinctes en forme de tige jusqu'aux lames et de poursuite de l'engagement de grains de diamant supportés dans les lames dans la au moins une première formation.

20 48. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:

un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;

plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en
25 direction de la région de front de taille;

plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau particulière abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et

plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, les structures de coupe distinctes étant configurées sous
30 forme de tige, les tiges englobant des bases ayant une aire de section transversale supérieure à celle des extrémités les plus externes correspondantes, les tiges étant effilées des extrémités pratiquement circulaires les plus externes vers les bases pratiquement ovales.

49. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:

35 un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;

plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;

plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et

- 5 plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, au moins une des plusieurs structures de coupe distinctes étant formée sous forme d'un segment par pression isostatique à chaud.

50. Trépan de forage rotatif selon la revendication 49, dans lequel la au moins une structure de coupe distincte est fixée par brasage sur la lame.

- 10 51. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:

un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;

- 15 plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;

plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et

- plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, le corps du trépan comprenant un corps de trépan à matrice, les lames faisant partie intégrante du corps du trépan, les structures de coupe distinctes faisant partie intégrante des lames et du corps du trépan, les structures de coupe distinctes étant composées d'un matériau de matrice métallique contenant des grains de diamant, au moins une partie des lames étant composée d'un matériau de matrice métallique plus mou et se prêtant mieux à l'abrasion que le matériau de matrice métallique présent dans les bases des lames.
- 20
- 25

52. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:

un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;

- 30 plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;

plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et

- plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, le corps du trépan comprenant un corps de trépan à matrice, les lames faisant partie intégrante du corps du trépan, les structures de coupe distinctes étant fixées par brasage sur les lames.
- 35

53. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:
- un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;
- 5 plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;
- plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et
- plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur
- 10 la face dans la partie de cône, le corps du trépan comprenant un corps de trépan à matrice, les lames faisant partie intégrante du corps du trépan, les structures de coupe distinctes étant fixées sur les lames par traitement au four.
54. Trépan rotatif à lames pour le forage de formations souterraines, comprenant:
- un corps de trépan comportant une face s'étendant à partir d'une ligne médiane
- 15 vers une région de front de taille, la face englobant une partie de cône entourant la ligne médiane;
- plusieurs lames sur la face s'étendant en général radialement vers l'extérieur en direction de la région de front de taille;
- plusieurs structures de coupe distinctes, séparées les unes des autres, comprenant
- 20 un matériau particulaire abrasif débordant vers le haut à partir de chacune des lames; et
- plusieurs éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC) agencés sur la face dans la partie de cône, les éléments de coupe PDC englobant des faces de coupe orientées de sorte à faire pratiquement face à une direction de rotation prévue du trépan, les éléments de coupe PDC englobant des gaines en PDC contiguës aux faces de coupe et
- 25 s'étendant vers l'arrière de celles-ci, vues dans la direction de la rotation prévue du trépan, s'étendant au-dessus des substrats des éléments de coupe PDC.

TREPAN IMPREGNE COMPORTANT DES ELEMENTS DE COUPE PDC DANS
LA ZONE DE CONE

ABRÉGÉ

- L'invention fournit un trépan de forage englobant plusieurs structures de coupe distinctes en forme de tiges imprégnées de particules de diamant, s'étendant vers le haut à partir de lames imprégnées d'un matériau particulaire abrasif, définissant plusieurs passages de fluide entre elles sur la face du trépan. Des éléments de coupe PDC comportant des faces orientées dans la direction générale de la rotation du trépan sont agencés dans le cône du trépan, qui est relativement étroit (peu profond), pour assurer une efficacité de forage améliorée à travers des formations plus molles, non abrasives.
- Plusieurs orifices, configurés de sorte à recevoir des buses, sont utilisés pour assurer un écoulement et une distribution améliorés de l'écoulement du fluide. Les lames peuvent s'étendre radialement de manière linéaire, ou peuvent être courbées et s'étendre en spirale vers l'extérieur, vers la région de front de taille, pour établir une longueur accrue des lames et une meilleure redondance de la structure de coupe.

15

(FIG. 6)

-15-

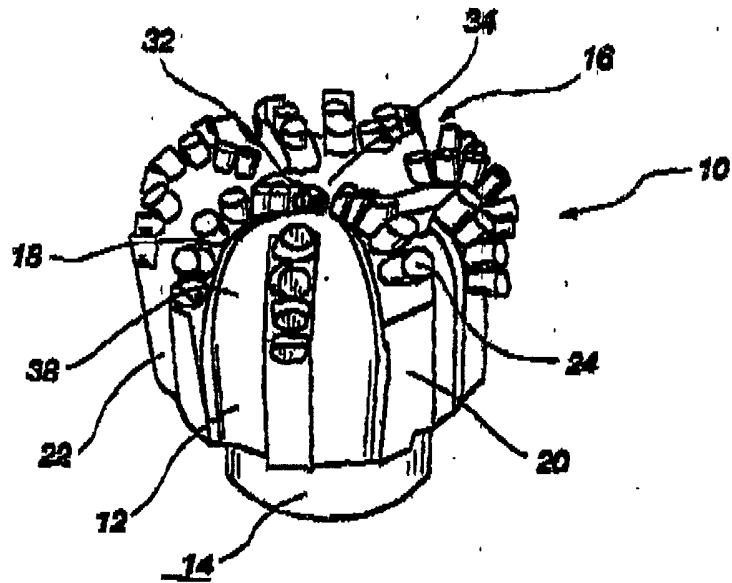


Fig. 1

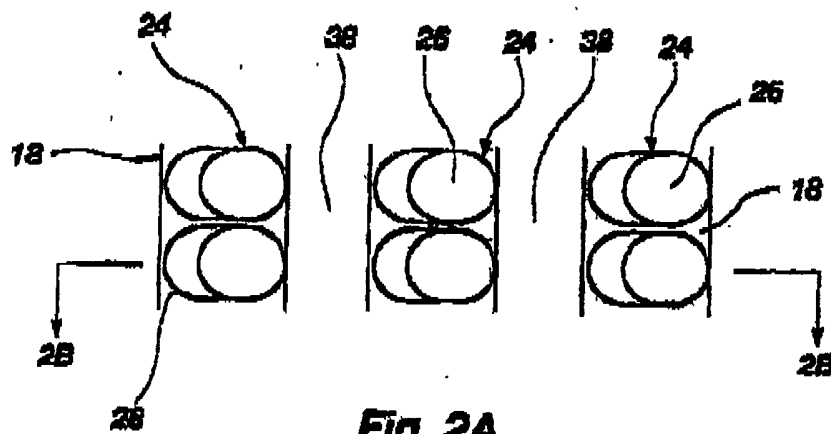


Fig. 2A

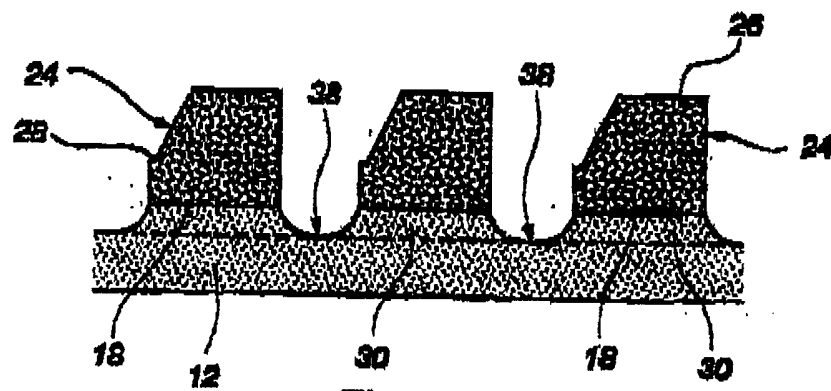
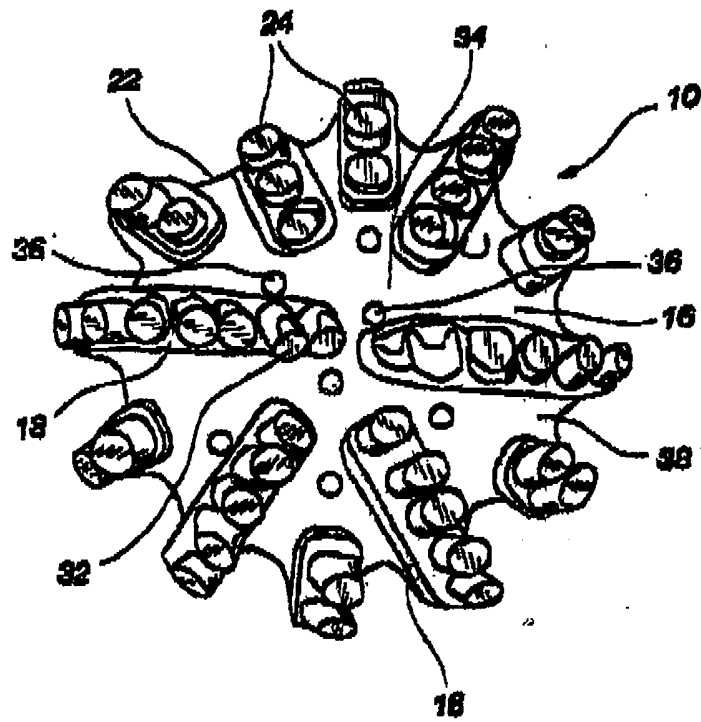
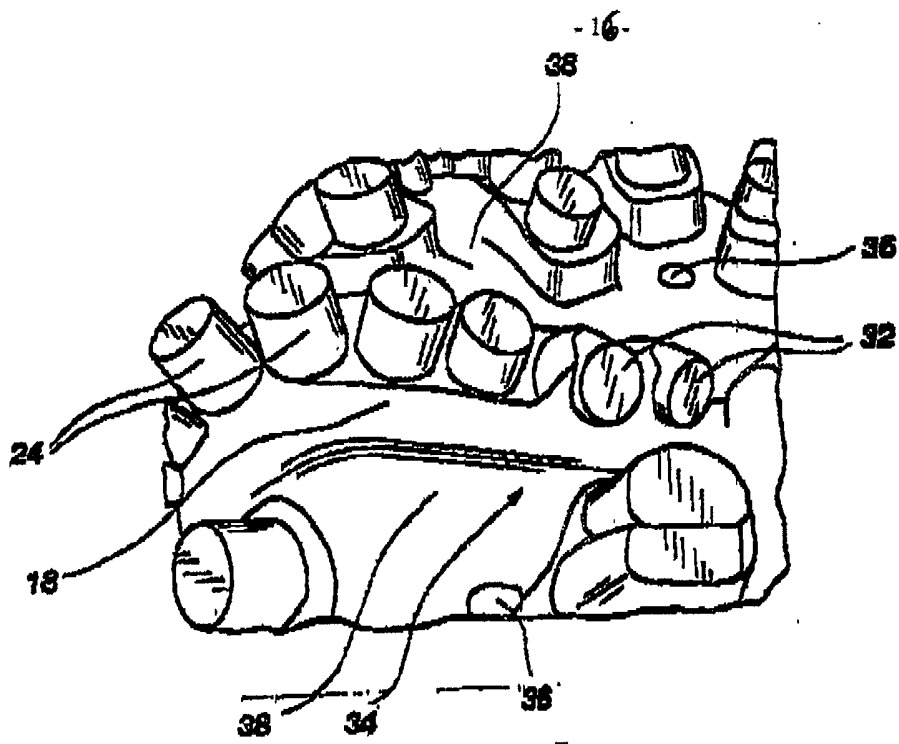


Fig. 2B



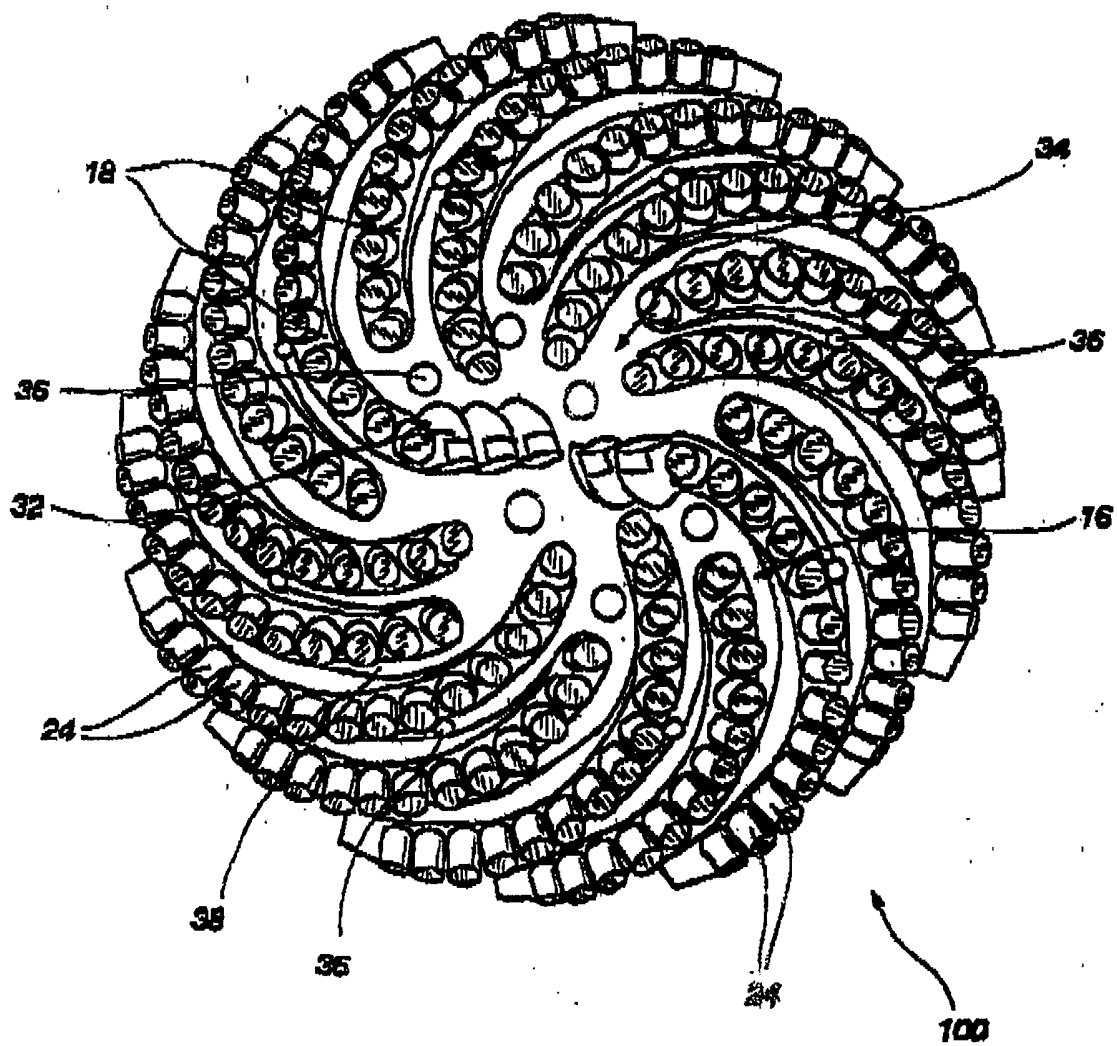
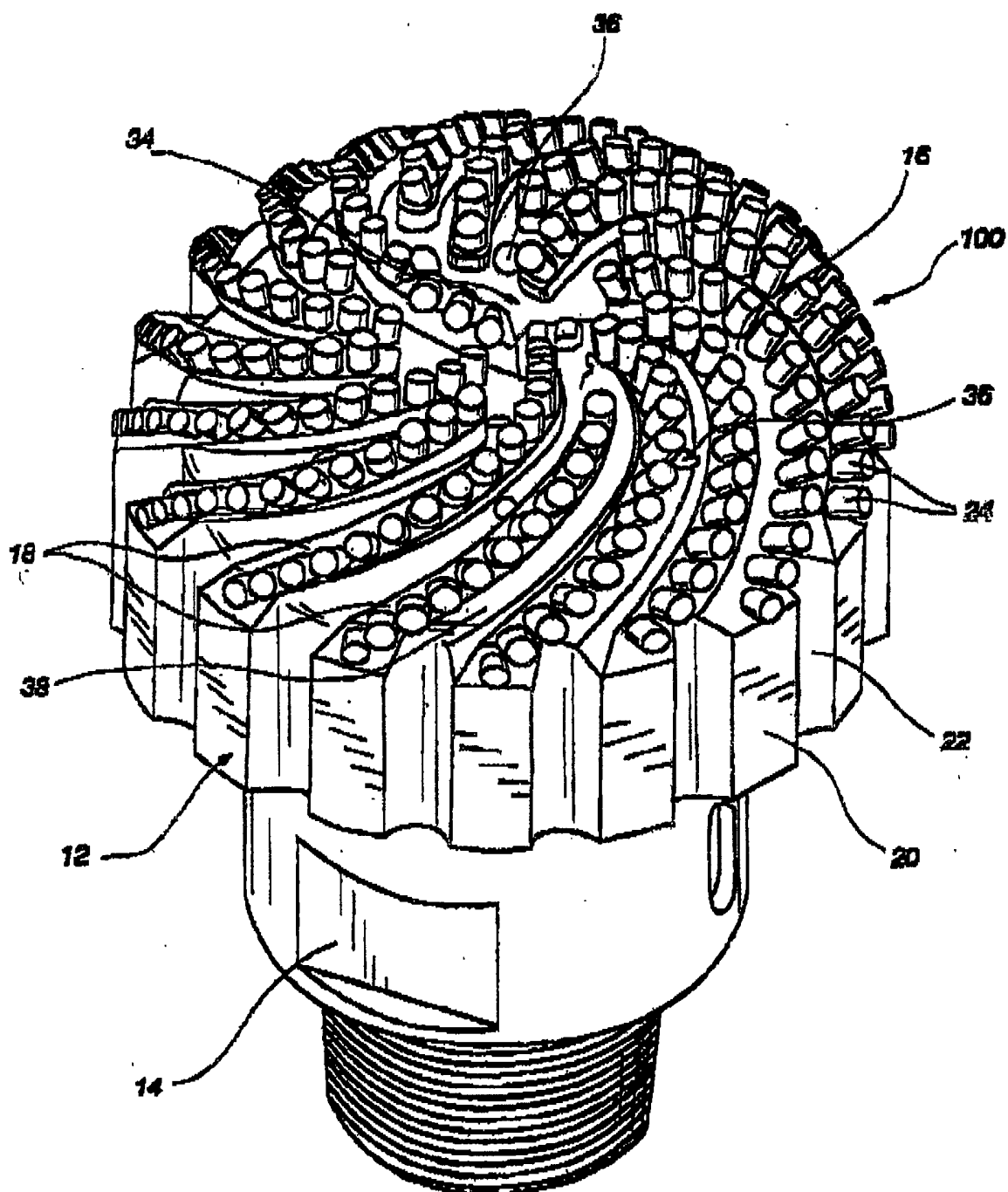


Fig. 5

**Fig. 6**



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 8072
BE 20000760

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	US 4 991 670 A (FULLER JOHN ET AL) 12 février 1991 (1991-02-12) * colonne 2, ligne 15 - colonne 3, ligne 6; figures 7,8 *	1-5, 8-15, 17-19	E21B10/42 E21B10/46 E21B10/54
Y	---	6	
Y	WO 97 48877 A (SMITH INTERNATIONAL) 24 décembre 1997 (1997-12-24) * revendications 5,6; figures 3-5 *	6	
X	WO 98 27311 A (JOSSE CECILE ;LAMINE ETIENNE (BE); DESMETTE SEBASTIAN (BE); DRESSE) 25 juin 1998 (1998-06-25) See abstract * page 4, ligne 22 - page 5, ligne 16; figure 1 * * page 7, ligne 26 - page 8, ligne 8 * * page 10, ligne 23 - page 11, ligne 30 *	1-4, 8-12,14, 15,17	
X	US 5 732 784 A (NELSON JACK R) 31 mars 1998 (1998-03-31) * revendications 1,3,4; figure 2 *	1-4, 8-12,14, 15,17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) E21B
X	EP 0 418 706 A (EASTMAN CHRISTENSEN CO) 27 mars 1991 (1991-03-27) * colonne 23, ligne 15 - ligne 16 * * colonne 23, ligne 43 - ligne 46; figures 15,6-8 * * colonne 7, ligne 4 - ligne 10 * * colonne 7, ligne 19 - ligne 28 *	1-3, 8-12,17	
A	FR 2 375 428 A (CREUSOT LOIRE) 21 juillet 1978 (1978-07-21) * page 1, ligne 27 - ligne 37; figures 2,7,8 * * page 2, ligne 30 - page 3, ligne 14 *	1,18,19	

	-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 juin 2002		Dantinne, P	
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 C3.92 (P04C48)



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 8072
BE 20000760

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
E	GB 2 353 053 A (SMITH INTERNAT INC) 14 février 2001 (2001-02-14) * page 12, ligne 8 - ligne 13; figures 1F, 2 *	18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 juin 2002		Dantinne, P	
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 (P04C4B)

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

BO 8072
BE 20000760

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.

26-06-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4991670	A	12-02-1991	US 4889017 A	26-12-1989
			AU 587386 B2	17-08-1989
			AU 4500885 A	23-01-1986
			CA 1246050 A1	06-12-1988
			DE 3573009 D1	19-10-1989
			DE 3587156 D1	08-04-1993
			DE 3587156 T2	09-09-1993
			EP 0169683 A2	29-01-1986
			EP 0314953 A2	10-05-1989
			GB 2161849 A ,B	22-01-1986
			GB 2198169 A ,B	08-06-1988
			IE 56772 B1	04-12-1991
			JP 61040989 A	27-02-1986
			NO 852852 A	20-01-1986
			US 4823892 A	25-04-1989
			US 4919220 A	24-04-1990
			US 4718505 A	12-01-1988
WO 9748877	A	24-12-1997	US 5813485 A	29-09-1998
			AU 3405397 A	07-01-1998
			AU 3497597 A	07-01-1998
			AU 3574197 A	07-01-1998
			CA 2257885 A1	24-12-1997
			CA 2257932 A1	24-12-1997
			CA 2257934 A1	24-12-1997
			GB 2347957 A ,B	20-09-2000
			GB 2330851 A ,B	05-05-1999
			GB 2330852 A ,B	05-05-1999
			GB 2330605 A ,B	28-04-1999
			WO 9748877 A1	24-12-1997
			WO 9748873 A2	24-12-1997
			WO 9748874 A2	24-12-1997
			US 6241034 B1	05-06-2001
			US 5915486 A	29-06-1999
WO 9827311	A	25-06-1998	BE 1010801 A3	02-02-1999
			WO 9827311 A1	25-06-1998
			EP 0944765 A1	29-09-1999
			NO 992905 A	12-08-1999
			US 6283233 B1	04-09-2001
US 5732784	A	31-03-1998	AUCUN	
EP 0418706	A	27-03-1991	US 4673044 A	16-06-1987
			DE 3786166 D1	15-07-1993
			DE 3786166 T2	20-01-1994

EPO FORM P0463

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

BO 8072
BE 20000760

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.

26-06-2002

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0418706 A		EP 0418706 A1	27-03-1991
		EP 0285678 A1	12-10-1988
FR 2375428 A	21-07-1978	FR 2375428 A1	21-07-1978
		BE 854807 A1	18-11-1977
GB 2353053 A	14-02-2001	US 2001047891 A1	06-12-2001
		CA 2311020 A1	30-12-2000
		DE 10031833 A1	11-01-2001