ROYAUME DE BELGIQUE

SPF ECONOMIE, P.M.E.,

CLASSES MOYENNES & ENERGIE

BREVET D'INVENTION

NUMERO DE PUBLICATION : 1014238A5

NUMERO DE DEPOT : 2000/0400

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 01 Juillet 2003

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 22 Juin 2000 à 15H30 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 : 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 : ELEMENTS DE COUPE SUPERABRASIFS ET TREPAN DE FORAGE EQUIPE DE TELS ELEMENTS.

INVENTEUR(S) : Radford Steven R., 187 N. Millport Circle, The Woodlands, Texas 77382 (US)

PRIORITE(S) 01.07.99 US USA09346359

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 01 Juillet 2003
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

ELÉMENTS DE COUPE SUPERABRASIFS ET TRÉPAN DE FORAGE ÉQUIPÉ DE TELS ÉLÉMENTS

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne en général des éléments de coupe superabrasifs et plus spécifiquement des éléments de coupe à diamant polycristallin compact comprenant une table en diamant polycristallin formée et liée à un substrat de support ou à un renfort au cours de la formation de l'élément de coupe, et des trépans de forage pour le forage souterrain équipés de tels éléments de coupe.

ARRIÈRE-FOND

Les éléments superabrasifs sont souvent utilisés pour le forage, la coupe, le broyage et d'autres opérations destinées à enlever des parties de matériaux durs. Un élément superabrasif utile dans le forage souterrain peut en général englober une table formée de particules de diamant polycristallin ou, dans les cas moins typiques, de particules de nitrure de bore cubique frittées en présence d'une pression et d'une température élevées en une masse agglomérée cohérente, appelée un "compact". Pour supporter la table dure, mais relativement fragile, celle-ci est typiquement liée au cours du frittage à un substrat, composé par exemple de carbure cimenté. Plusieurs de ces éléments de coupe sont typiquement montés sur un trépan de forage rotatif pour le forage des formations souterraines.

De tels éléments de coupe sont typiquement formés en plaçant une préforme d'un substrat en carbure de tungstène cimenté dans une presse et en plaçant par exemple des grains de diamant, optionnellement avec un liant catalyseur, en haut de la préforme du substrat. En présence d'une pression et d'une température élevées, comme indiqué ci-dessus, les grains de diamant sont liés les uns aux autres et au substrat au cours du procédé de frittage, formant une table diamantée.

Les éléments de coupe à diamant polycristallin compact, appelés en général PDC, sont disponibles dans le commerce depuis plus de 20 ans et ont été fréquemment utilisés, en particulier sur des trépans destinés au forage souterrain. Dans une variation du PDC, du métal résiduel et un catalyseur sont extraits par lixiviation de la table diamantée pour former un produit thermiquement stable (TSP) ou un TSP à liaison à silicium, le silicium ayant un coefficient de dilatation thermique (CTE) similaire à celui du diamant.

L'utilisation d'éléments de coupe PDC et TSP dans les trépans de forage rotatifs à lames pour le forage de terre a entraîné des taux de pénétration largement accrus et des réductions globales des frais de forage pour un intervalle général de types de roches de la formation.

L'utilisation des éléments de coupe PDC et TSP a toutefois entraîné plusieurs problèmes. Des contraintes résiduelles élevées entraînées par les conditions de fabrication

à pression et à température élevées ci-dessus peuvent exister dans de tels éléments de coupe, en particulier près de l'interface table-substrat, et peuvent mener à une cassure de la table superabrasive, à une séparation du substrat et à une défaillance de l'élément. De telles contraintes proviennent en grande partie des différences du coefficient de dilatation thermique entre le diamant et le carbure; le refroidissement de l'élément de coupe après la fabrication entraîne un retrait plus important du substrat que du matériau du diamant polycristallin.

Il peut en outre y avoir un effritement, une cassure et une séparation du matériau de la table du substrat au cours de la fixation de l'élément de coupe à un outil, ou au cours des opérations de forage normales, par suite des forces de flexion élevées appliquées au cours de la fixation ou par suite du contact avec la formation souterraine même lors de l'application du poids au trépan (WOB) et de l'application d'un couple pour faire tourner le trépan en vue de l'engagement dans la formation. Le diamant présente une vitesse de contrainte à la défaillance extrêmement lente et ne peut pas tolérer la flexion résultant de l'application de forces importantes. La cassure ou le détachement mènent après leur initialisation à une défaillance de l'élément de coupe. Un quelconque moyen permettant de réduire la fréquence de la défaillance du trépan aura un effet économique très bénéfique dans le cadre des opérations de forage.

Différents essais ont été faits pour réduite l'apparition de défaillances de l'élément de coupe près de l'interface table/substrat.

Dans le brevet US 4629373 de Hall, le substrat est éliminé, la table de coupe étant par exemple fixée directement à un trépan de forage métallique. La surface de fixation comporte des irrégularités de surface englobant des rainures parallèles, des rainures quadrillées, des rainures de treillis métallique, etc.

La description de Griffin dans le brevet US 5469927 propose l'addition d'une couche de transition entre la table de coupe et le substrat, la couche de transition ayant au moins une propriété intermédiaire entre les propriétés de la table de coupe et du substrat. Dans le brevet US 5011515 de Frushour, une couche de transition présente des propriétés variant progressivement de la table de coupe vers le substrat.

L'interface substrat-table peut comporter une série de surfaces inclinées autour d'un axe central, comme décrit dans les brevets US 5484330 et 5486137 de Flood et al.

Dans le brevet US 5709279 de Dennis, l'interface table-substrat a une forme d'onde sinusoïdale ondulatoire, l'amplitude de l'onde sinusoïdale variant dans une direction parallèle à l'axe central.

Comme indiqué dans le brevet US 5605199 de Newton, la table de coupe peut avoir une épaisseur accrue autour de sa périphérie. Il décrit en outre une série de rainures et de nervures droites, parallèles et adjacentes dans l'interface.

Dans les brevets US 5564511 de Frushour et 5622233 de Griffin, l'interface table/substrat comporte plusieurs protubérances distinctes, débordant perpendiculairement

par rapport au plan général de l'interface. Les protubérances peuvent avoir une forme en bulbe ou en cône, l'interface ressemblant à une boîte à œufs ou à de la mousse acoustique.

Les brevets US 5007207 de Phaal et 5355969 de Hardy et al. décrivent des nervures et des rainures concentriques, circulaires ou semi-circulaires autour d'un axe central de l'interface.

Le brevet US 5351772 de Smith décrit une grande variété de configurations de l'interface, avec des rainures et des nervures emboîtées, à orientation radiale.

Le brevet US 5590728 de Matthias et al. décrit des interfaces table-substrat comportant des rainures et des nervures à direction généralement radiale, ayant des configurations droites, angulaires, bulbeuses ou quelque peu tordues.

Le brevet US 5611649 de Matthias décrit une configuration en forme d'étoile de rainures et de nervures de l'interface. Les deux brevets US 5611649 de Matthias et 5617928 de Matthias et al. proposent l'utilisation de rainures et de nervures semi-circulaires concentriques avec un axe central en-dehors ou presque en-dehors de la périphérie circonférentielle de la table et du substrat.

Malgré toutes les améliorations proposées ci-dessus concernant la conception de l'interface, les éléments de coupe sont toujours soumis à des défaillances, par suite des charges importantes et des contraintes résultantes au cours des opérations de forage. La réparation et le remplacement du trépan de forage, ainsi que la perte du temps de forage constituent des dépenses majeures dans l'industrie de forage. D'autres améliorations sont ainsi nécessaires dans la technique pour améliorer la résistance de liaison de la table de coupe et du substrat, pour améliorer les performances du trépan de forage, pour réduire les temps d'arrêt et supprimer la nécessité de remplacer l'élément de coupe et de remplacer et de réparer le trépan de forage.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'élément de coupe selon la présente invention comprend une table pratiquement plane ayant une section transversale circulaire, polygonale ou une autre section transversale appropriée, composée de matériau superabrasif, avec un côté inférieur relié le long d'une interface tridimensionnelle à un substrat de support. Au niveau de l'interface, une configuration comprenant une ou plusieurs rainures et nervures correspondantes est formée de sorte que le matériau de la table déborde dans le substrat, et/ou vice-versa. La configuration particulière à rainures et nervures de l'interface selon la présente invention englobe au moins une rainure allongée étroite formant une configuration à plusieurs lobes s'étendant vers l'extérieur. La configuration, pouvant aussi être caractérisée de configuration d'onde, se situe complètement dans la périphérie circonférentielle de l'élément de coupe, formant une série d'arcs orientés généralement radialement vers l'intérieur et vers l'extérieur, allégeant et distribuant la contrainte due à la température dans la région de l'interface lors du refroidissement de l'élément de coupe, et permettant à l'élément de coupe de mieux résister à des contraintes dues à la charge normale et aux

impacts tangentiels survenant au cours du forage. Le nombre des lobes ou des arcs dans la configuration de l'interface correspond de préférence à un nombre entier compris entre 2 et environ 30, de préférence à un nombre entier compris entre environ 3 et environ 24, la limite supérieure préférée pouvant toutefois varier en fonction de la taille (diamètre) de l'élément de coupe.

Une nervure de la configuration peut comprendre une extension ou une saillie de la table superabrasive, remplissant une rainure complémentaire dans le substrat, ou peut aussi comprendre une extension du matériau du substrat remplissant une rainure complémentaire dans la table de coupe.

La configuration d'onde peut comprendre en tant qu'ensemble une fonction continue, généralement sinusoïdale, agencée dans le cadre d'un intervalle de rayons autour de l'axe central de l'élément de coupe. Deux ou plusieurs configurations d'onde peuvent être utilisées, chacune étant située dans le cadre d'un intervalle de rayons différents, c.à.d. dans une configuration généralement concentrique. Il peut y avoir un chevauchement de l'intervalle de rayons des configurations d'onde adjacentes.. Les périodes tout comme les amplitudes des configurations d'onde peuvent différer. Une configuration d'onde interne peut ainsi avoir un nombre inférieur, le même nombre ou un nombre supérieur de lobes ou d'arcs dirigés vers l'extérieur qu'une configuration d'onde relativement plus externe.

La période et l'amplitude d'une configuration d'onde peuvent normalement être uniformes, c.à.d. non variables. La période et l'amplitude dans le cadre d'une configuration d'onde donnée peuvent toutefois être configurées de sorte à être non uniformes. Une configuration avec des tailles et/ou des espacements différents des lobes est ainsi formée.

La configuration d'onde continue autour d'un axe longitudinal, par exemple l'axe central de l'élément de coupe, peut comprendre une fonction sinusoïdale simple ou complexe. La configuration d'onde peut aussi être constituée par une série de demi-cercles, de demi-ellipses, etc., dont les extrémités sont reliées et agencées dans une configuration circonférentielle continue autour de l'axe central, les faces convexes des lobes arqués étant dirigées vers l'extérieur.

La surface de fixation, c.à.d. le côté inférieur de la table, est formée sur le substrat et liée à celle-ci par un quelconque procédé établissant les caractéristiques de résistance de liaison et de dureté voulues. La table est typiquement formée intégralement avec le substrat et liée à celui-ci au cours du frittage en présence d'une température et d'une pression élevées, ceci étant bien connu dans la technique.

L'élément de coupe est configuré typiquement pour être monté sur un trépan de forage pour le forage de formations souterraines.

La présente invention s'applique en particulier aux éléments de coupe PDC, TSP et à compact de nitrure de bore cubique, sans y être limitée.

La présente invention utilise avantageusement le pouvoir d'une structure arquée à absorber et distribuer des charges importantes ayant été appliquées. Les arcs multiples de la configuration d'onde, orientés dans la direction d'apparition des contraintes de forage normales, distribuent de telles charges de forage en vue d'empêcher une cassure, un effritement et un détachement de la table superabrasive. La configuration d'onde arquée des nervures et des rainures accroît aussi la résistance à un détachement de la table du substrat au niveau de l'interface au cours de la fabrication de l'élément de coupe et au cours de sa fixation à un trépan de forage.

Il est certes actuellement envisagé que les structures de rainures et de nervures correspondantes peuvent être physiquement continues, dans le sens qu'elles ne sont pas interrompues ou segmentées, mais le terme "configuration d'onde continue" utilisé indique que la configuration globale est pratiquement continue, sans exclure la formation de configurations utilisant des nervures intermittentes ou segmentées et des rainures adaptées, de sorte qu'une configuration donnée peut ressembler à une ligne pointillée ou à une ligne discontinue comprenant des segments de rainure et des segments de nervures adaptés, ou être définie par celle-ci, au lieu de prévoir une structure physique à extension continue. Les segments de nervures et de rainures ne doivent en outre pas forcément avoir une longueur égale à travers une configuration donnée.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Les dessins ci-dessous illustrent différentes formes de réalisation exemplaires de l'invention, non forcément à l'échelle, et dans ces dessins:

la figure 1 est une vue en perspective d'un trépan de forage exemplaire comprenant des éléments de coupe selon la présente invention;

la figure 2 est une vue en perspective agrandie d'un élément de coupe exemplaire selon l'invention;

la figure 3 est une vue en perspective explosée d'un élément de coupe exemplaire selon l'invention;

la figure 4 est une vue en coupe réduite d'un élément de coupe exemplaire selon l'invention, prise le long de la ligne 4-4 de la figure 2;

la figure 4A est une vue en coupe réduite d'un autre élément de coupe exemplaire selon l'invention, prise le long de la ligne 4-4 de la figure 2;

la figure 5 est une vue en perspective explosée d'une autre forme de réalisation exemplaire d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 6 est une vue en coupe réduite d'une autre forme de réalisation exemplaire d'un élément de coupe selon l'invention, prise le long de la ligne 6-6 de la figure 5;

la figure 7 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une configuration d'interface exemplaire à deux lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 8 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une configuration d'interface exemplaire à trois lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 9 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une configuration d'interface exemplaire à quatre lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 10 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une configuration d'interface exemplaire à quatre lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 10A est une vue en coupe réduite d'une interface substrat-table exemplaire à quatre lobes d'un élément de coupe selon l'invention, prise le long de la ligne 10A-10A de la figure 10;

la figure 10B est une vue en coupe réduite d'une autre interface substrat-table exemplaire à quatre lobes d'un élément de coupe selon l'invention, prise le long de la ligne 10A-10A de la figure 10;

la figure 11 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une triple configuration d'interface exemplaire à cinq lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 12 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une double configuration d'interface exemplaire à six lobes d'un élément de coupe selon l'invention;

la figure 13 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat table ayant une configuration d'interface exemplaire externe à huit lobes, combinée avec une configuration interne à quatre lobes d'un élément de coupe selon l'invention; et

la figure 14 est une vue en plan agrandie d'une interface substrat-table ayant une configuration d'interface exemplaire à seize lobes d'un élément de coupe selon l'invention.

MEILLEURS MODES D'EXÉCUTION DE L'INVENTION

Selon la présente invention, les éléments de coupe superabrasifs pour des trépans de forage de terre sont formés d'une manière permettant de réduire l'incidence de la cassure et de la séparation de la table de coupe du substrat sous-jacent le long de l'interface table-substrat.

La figure 1 montre un trépan de forage exemplaire, mais non limitatif, 10, comportant des éléments de coupe 20 selon l'invention. Le trépan de forage 10 est connu dans la technique comme un trépan de forage rotatif à éléments de coupe fixes, ou un trépan à "lames", servant au forage de formations souterraines, par exemple de formations au-dessus de formations pétrolifères ou gazéifères, ainsi que de ces dernières. Les éléments de coupe 20 selon la présente invention peuvent être utilisés avantageusement dans une vaste variété de configurations de trépans de forage, utilisant des éléments de coupe superabrasifs. Le trépan de forage 10 englobe une queue de trépan 12 comportant

une extrémité à cheville 14 destinée à être connectée par filetage à un train de tiges, non représenté, et englobe aussi un corps 16 avec une face 18 sur laquelle les éléments de coupe 20 peuvent être fixés. Le trépan 10 englobe typiquement une série de buses 22 pour diriger la boue de forage vers la face du corps du trépan 18 en vue de l'élimination des déblais de la formation vers la région de front de taille du trépan 24 et de leur passage à travers les fentes à rebuts 26, le long de la queue du trépan 12 et du train de tiges vers la surface de la terre. Les éléments de coupe améliorés 20 selon la présente invention comportent une ou plusieurs configurations à arcs ou lobes multiples, généralement concentriques, dans l'interface table-substrat (voir figure 2), réduisant ainsi l'apparition d'un effritement, d'une cassure ou d'un détachement de la table du substrat, un quelconque de ces phénomènes pouvant entraîner une défaillance catastrophique de l'élément de coupe.

L'élément de coupe 20 selon la présente invention englobe une table superabrasive 30 ayant une section transversale circulaire, rectangulaire, polygonale, ovale, en tronc de cône circulaire, ou une autre section transversale appropriée, une section transversale circulaire étant toutefois préférée. L'élément de coupe 20 comporte une face de coupe 34 constituant un côté de la table 30 composée de matériau superabrasif, par exemple de diamant polycristallin, la table 30 ayant une face inférieure (de fixation) 32 reliée à un substrat de support 40 composé d'un matériau dur, par exemple de tungstène cimenté ou d'un autre carbure. Le substrat peut être formé d'avance pour lui conférer une forme voulue, de sorte qu'un matériau de diamant cristallin peut être moulé dans la table en diamant polycristallin 30, avec une liaison ferme simultanée au substrat dans des conditions de frittage. La table 30 formée est complémentaire du substrat 40, de sorte à former un élément de coupe solide, d'une seule pièce 20, pratiquement exempt de vides au niveau de l'interface table-substrat 36.

Le débordement de la configuration des rainures 44 dans le substrat 40 ou la table 30 est pour l'essentiel identique à celui de la configuration de nervures 54 dans l'élément opposé, la nervure 50 remplissant ainsi la rainure 60. La configuration combinée à nervures et rainures sera désignée dans la présente description par le numéro de référence 38 (appelée aussi "configuration d'onde 38"). Une telle configuration 38 englobe une nervure 50 et une rainure 60 définissant ensemble une configuration d'onde dans l'interface 36 entre la table 30 et le substrat 40.

Comme représenté dans les figures 2, 3 et 4, un élément de coupe 20 selon l'invention comprend une table 30 avec une face de coupe 34 et une face de fixation 32, et un substrat 40 avec une face de fixation adaptée 42. L'interface, englobant les deux faces de fixation 32, 42, la configuration à nervure 54 et la configuration à rainure 44, est désignée ici par le numéro de référence 36.

L'élément de coupe 20 est représenté comme comportant un axe central 28 et une section transversale généralement circulaire autour de l'axe. L'élément de coupe 20 peut aussi comporter des côtés ou des surfaces multiples autour de l'axe 28. L'élément de

coupe 20 peut ainsi par exemple avoir une section transversale hexagonale, rectangulaire ou ovale.

La figure 3 montre une nervure 50 avec une configuration de nervure 54, comprenant une extension ou une saillie continue, étroite, allongée du matériau de la table 30, débordant de la face de fixation de la table 32. Une rainure 60, avec une configuration de rainure adaptée 44 est représentée dans la face de fixation 42 du substrat 40. Lorsque la table 30 est reliée au substrat 40 (et typiquement formée sur celui-ci), la nervure 50 remplit la rainure 60.

Dans l'exemple des figures 3 et 4, la configuration à rainure et nervure 38 est représentée sous forme d'une configuration sinusoïdale continue, généralement angulaire de la nervure 50 et de la rainure 60 autour du rayon 70. L'amplitude correspond à la déviation maximale par rapport au rayon 70 et peut être positive ou négative. Dans le système appliqué ici, une amplitude positive 72 est indiquée lorsque le rayon 76 par rapport à l'axe central 28 dépasse le rayon 70. Une amplitude négative 74 est indiquée lorsque le rayon 78 par rapport à l'axe central 28 est inférieur au rayon 70.

Comme représenté dans les figures 3 et 4, la configuration à rainure et nervure 38 a une période P représentant un quart d'une rotation complète autour de l'axe central 28. Le nombre de lobes ou d'arcs 56 s'étendant vers l'extérieur sur les faces de fixation 32, 42 correspond ainsi à quatre.

Dans la figure 4, la nervure 50 (et la rainure adaptée 60) est représentée comme ayant une forme de section transversale généralement semi-circulaire. Il s'agit là de la forme préférée du point de vue de la résistance à la cassure, mas d'autres formes peuvent être utilisées, englobant une forme quadrilatérale, comme représenté dans la figure 4A. La profondeur de la rainure 62 peut représenter typiquement environ 0,2 à 1,5 fois la largeur de la rainure 66. On estime en général que la largeur de la rainure 66 peut de préférence varier entre environ 0,2 et environ 1,5 mm, la profondeur de la rainure 62 pouvant varier entre environ 0,04 et environ 2,2 mm. La largeur et la profondeur de la nervure adaptée 50 sera évidemment comprise dans le même intervalle.

Dans le cadre de la présente description, une configuration d'onde située la plus à l'extérieur 38 peut être caractérisée comme une configuration d'onde "primaire", dans la mesure où des configurations d'onde additionnelles 38A peuvent être formées concentriquement dans la configuration d'onde primaire 38.

Les figures 5 et 6 montrent la table 30 et le substrat 40 d'un élément de coupe 20. Par rapport à la forme de réalisation de la figure 3, la configuration de rainure 44 et la configuration de nervure 54 sont inversées, de sorte que la nervure 50 déborde du substrat 40 dans une rainure 60 dans la table 30 composée de matériau superabrasif. Dans chacune des différentes configurations 38 pouvant être utilisées, la nervure 50 peut déborder de la table 30 ou du substrat 40. Comme indiqué ci-dessous, en cas d'utilisation de

configurations multiples, en général concentriques 38, la nervure 50 de chaque configuration peut déborder de la table 30 ou du substrat 40.

La configuration particulière à rainure et nervure de l'interface 38 selon la présente invention englobe une rainure allongée étroite 60 (et une nervure adaptée 50), formant une configuration d'onde 38, avec plusieurs lobes ou arcs s'étendant vers l'extérieur 56. La configuration 38 est complètement contenue dans la périphérie circonférentielle 46 de l'interface 36, formant une série de lobes ou d'arcs 56, allégeant et/ou distribuant la contrainte due à la température lors du refroidissement de l'élément de coupe après la fabrication ainsi que les contraintes normales et tangentielles par impact appliquées au cours du forage. Le nombre de lobes ou d'arcs 56 correspond de préférence à un nombre entier compris entre 2 et environ 30, dans les cas plus préférés entre 3 et environ 24, la limite supérieure préférée dépendant toutefois dans une certaine mesure du diamètre de l'élément de coupe en question.

La forme d'onde 38 peut être une fonction continue, généralement sinusoïdale autour d'un rayon de base 70 de l'axe central 28. Deux ou plusieurs formes d'onde 38 peuvent être utilisées, chacune constituant une fonction d'un rayon de base différent 70, c.à.d. dans une configuration généralement concentrique. Le nombre de formes d'onde 38 peut s'élever à 6 ou plus. Les périodes P ainsi que les amplitudes 72, 74 des formes d'onde 38 peuvent différer, les amplitudes ayant toutefois la même valeur absolue dans le cadre d'une forme sinusoïdale pure. La période P et les amplitudes 72, 74 des formes d'onde 38 peuvent normalement être uniformes, c.à.d. non variables. La période P et les amplitudes 72, 74 dans le cadre d'une forme d'onde donnée 38 peuvent toutefois être configurées de sorte à être non uniformes. Une forme 38 avec des tailles et/ou un espacement différent des lobes ou arcs 56 peut ainsi être formée.

La configuration d'onde 38 peut comprendre une fonction sinusoïdale:

$Y = F\ b \sin(n\alpha + z)$

où:

Y = la distance radiale à partir du rayon de base 70 de la fonction;

F = une fonction d'un genre quelconque changeant la forme de la courbe sinusoïdale. Pour une configuration simple, F = 1;

n = le nombre de lobes ou d'arcs s'étendant vers l'extérieur 56 dans une configuration continue à rainure et nervure 38;

α = la distance que traverse la fonction d'onde, sous forme d'un angle par rapport à un point central (p.ex. l'axe central28) du rayon de base 70;

b = l'amplitude de la fonction sinusoïdale; et

z = une fonction déplaçant l'ensemble de la configuration sinusoïdale autour d'un point central correspondant normalement à l'axe central 28. La valeur de z est normalement réglée à zéro.

La variable α est une fonction angulaire comparable à une variable linéaire X d'une fonction sinusoïdale linéaire Y = sin X. La fonction Y peut être positive ou négative par rapport au rayon de base 70. Dans cette application, la fonction Y est considérée comme positive lorsque la distance radiale 76 par rapport à l'axe central 28 dépasse le rayon de base 70 et comme négative lorsque la distance radiale 78 par rapport à l'axe central 28 est inférieure au rayon de base 70.

Les figures 7 à 12 sont des vues en plan agrandies de l'interface 36 de différentes formes de réalisation exemplaires de l'invention, non destinées à limiter celle-ci. Les fonctions d'onde sont représentées comme prises le long du bord externe 48 de la nervure 50 ou de la rainure 60. Dans la figure 7, une configuration d'onde 38 de la nervure 50 et de la rainure 60 est représentée avec deux lobes ou arcs 56 s'étendant vers l'extérieur. La position radiale Y est une fonction des amplitudes positive et négative 72, 74, de l'angle α et de la valeur du rayon 70. La période P de la fonction est de 180 degrés et la fréquence F est de 360/P, c.à.d. qu'elle correspond à 2,0.

La figure 8 montre une configuration d'onde 38 avec trois lobes. Les amplitudes positive et négative maximales 72, 74 de la position radiale Y sont illustrées. La période P de la fonction d'onde est de 120 degrés, la fréquence F correspondant à 360/P, c.à.d. à 3,0.

La figure 9 montre une configuration d'onde 38 avec quatre lobes 56, avec une période P de 90 degrés et une fréquence de 4,0. Les amplitudes positive et négative maximales 72, 74 sont représentées.

La figure 10 illustre une autre interface exemplaire d'un élément de coupe 36 avec une configuration d'onde à quatre lobes 38. Dans cette forme de réalisation, les amplitudes 72, 74 de la configuration d'onde 38 sont fortement réduites, c.à.d. qu'elles ne représentent qu'environ la moitié des amplitudes de la figure 9. Une deuxième configuration d'onde 39A, plus petite que la configuration d'onde 38, est en outre positionnée de manière généralement concentrique par rapport à la configuration d'onde 38. La deuxième configuration d'onde 38A a un rayon de base 70A inférieur au rayon 70 et a des amplitudes 72A et 74A qui sont dans ce cas légèrement inférieures aux amplitudes 72 et 74. Dans la figure 10A, les nervures 50 et 50A s'étendent toutes les deux à partir de la table 30 dans les rainures 60 dans le substrat 40. Comme représenté dans la figure 10B, une nervure ou les deux nervures 50, 50A peuvent alternativement s'étendre à partir du substrat 40 dans la table 30. Ceci est toujours le cas, indépendamment du nombre de configurations d'onde 38 formées dans l'interface 36.

La figure 11 illustre un substrat exemplaire 40 avec trois configurations à nervures/rainures de l'interface 38, 38A et 38B, agencées de manière concentrique. Chaque configuration 38, 38A et 38B comporte respectivement cinq lobes s'étendant vers l'extérieur 56, 56A et 56B, avec des amplitudes différentes.

En théorie, un grand nombre de configurations peuvent être formées sur une interface 36, en fonction de la largeur de la nervure. D'un point de vue pratique, le nombre

approprié de configurations sur une interface donnée peut toutefois être compris entre un et environ douze, en fonction de la taille de l'élément de coupe 20. Les amplitudes 72, 74 doivent en général être réduites pour permettre l'établissement de nombres plus élevés de configurations d'onde concentriques 38. Comme indiqué ci-dessus et comme représenté dans la partie supérieure de la figure 11, les configurations à nervures/rainures de l'interface peuvent avoir une structure physique segmentée ou intermittente, quoique les configurations mêmes soient pratiquement continues. Une configuration donnée peut être ou bien structurellement continue ou bien structurellement segmentée en tant qu'ensemble (c.à.d. sur l'ensemble de sa longueur), ceci n'étant toutefois pas requis.

La figure 12 montre un substrat exemplaire 40 avec deux configurations d'onde 38 et 38A agencées de manière généralement concentrique. Chaque configuration d'onde 38, 38A comporte respectivement six lobes ou arcs 56, 56A.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention représentée dans la figure 13, chacune des configurations d'onde 38 et 38A comprend une série de demi-cercles 80, 80A, dont les lieux géométriques 82, 82A sont agencés dans un ordre régulier dans un cercle 90, 90A, autour de l'axe 28. Chaque demi-cercle 80, 80A est constitué par un lobe ou un arc s'étendant vers l'extérieur 56, 56A. Les demi-cercles 80, 80A comportent des extrémités 84, 84A reliées régulièrement par des parties de connexion 86, 86A, représentées ici sous forme d'éléments arqués formant eux-mêmes de petits lobes ou arcs dirigés vers l'intérieur 58, 58A. La face convexe 88, 88A de chaque demi-cercle 80, 80A est dirigée vers l'extérieur pour faire face aux charges d'impact importantes appliquées à la table 30 et le long de l'interface 36 au cours du forage et pour distribuer celles-ci.

Dans une autre forme de réalisation illustrée dans la figure 14, une configuration d'onde 38 comprend une série de lobes ou d'arcs semi-elliptiques dirigés vers l'extérieur 56. Le nombre de lobes peut être compris entre 2 et environ 30. Le nombre de lobes est de préférence compris entre 3 et environ 24, et dans une forme de réalisation préférée, le nombre peut être compris entre 4 et environ 20. Les lobes 56 sont reliés par des parties de connexion 86, pouvant être droites ou arquées. Dans cet exemple, les parties de connexion 86 sont radiales par rapport à l'axe central 28.

Comme représenté dans chacune des figures, l'ensemble de la (des) configuration(s) d'onde 38 est (sont) comprise(s) dans la périphérie 46 de l'interface 36, de sorte que plusieurs arcs ou lobes s'étendant vers l'extérieur 56 et des arcs ou lobes intermédiaires s'étendant vers l'intérieur 58 forment ensemble une courbe continue au niveau de l'interface 36. La courbe est de préférence sinueuse, c.à.d. qu'elle ne comporte pas de coins aigus. La série d'arcs s'étendant vers l'extérieur 56 assure pour l'essentiel la résistance accrue à la cassure, les arcs s'étendant vers l'intérieur 58 établissant une résistance et une intégrité additionnelles de l'interface 36.

L'élément de coupe 20 selon la présente invention, comportant une configuration d'onde de l'interface 38 composée de lobes ou d'arcs s'étendant vers l'extérieur 56,

présente une résistance accrue à la cassure et à l'effritement de la table 30, à une séparation de celle-ci du substrat 40 et à une défaillance globale de l'élément de coupe même 20. La présence de la configuration d'onde au niveau de l'interface 38 entourant complètement la périphérie 46 de l'interface 36 de l'élément de coupe 20 permet en outre d'enlever l'élément de coupe, de le faire tourner autour de son axe central 28 et de le remettre en place sur le trépan de forage pour exposer un matériau superabrasif neuf en vue de l'engagement dans la formation lors de l'usure d'une arête de coupe initiale de l'élément de coupe.

La description ci-dessus mentionne, uniquement à titre d'exemple, certaines des variables comprises dans l'objectif de l'invention, englobant le nombre de configurations d'ondes, les nombres, les tailles, l'espacement et les formes des lobes, ainsi que d'autres facteurs, sans limiter l'objectif de l'invention.

La présente invention peut prendre de nombreuses formes de réalisation différentes sans se départir de l'esprit des caractéristiques essentielles de l'invention. Les formes de réalisation décrites ci-dessus sont donc destinées à illustrer l'invention et non pas à la limiter, l'objectif de l'invention étant défini par les revendications annexées plutôt que par la description ci-dessus, toutes les variations comprises dans les limites de la matière traitée et revendiquée, ou équivalentes à celle-ci, étant ainsi destinées à être englobées dans les revendications ci-dessous:

2000/0400

REVENDICATIONS

1. Élément de coupe pour une utilisation avec un trépan de forage rotatif destiné au forage de formations souterraines, ledit élément de coupe comprenant:

un substrat comportant une face de fixation avec une configuration englobant au moins une nervure de matériau en saillie et/ou une rainure; et

une table superabrasive comportant une face de fixation complémentaire de ladite face de fixation du substrat, au moins une autre de ladite nervure de matériau en saillie et de ladite rainure étant reliée à ladite face de fixation du substrat pour définir une interface tridimensionnelle entre ledit substrat et ladite table superabrasive;

ladite configuration comprenant au moins un élément allongé, délimitant plusieurs lobes arqués s'étendant vers l'extérieur.

2. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont pratiquement planes.

3. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table ont des limites périphériques arquées coextensives.

4. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont constituées pour l'essentiel par des surfaces plates.

5. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont pratiquement circulaires.

6. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite au moins une nervure en saillie et ladite au moins une rainure de ladite configuration constituent des images symétriques d'une configuration d'onde à lobes multiples, pratiquement continue, ayant des amplitudes opposées autour d'un cercle avec un rayon de base.

7. Élément de coupe selon la revendication 6, dans lequel ladite configuration d'onde à lobes multiples se rapproche d'une fonction sinusoïdale autour dudit cercle avec ledit rayon de base autour d'un point central.

8. Élément de coupe selon la revendication 7, ledit élément de coupe ayant une forme généralement cylindrique avec un axe longitudinal généralement central, ledit cercle du rayon de base ayant un rayon à peu près constant à partir dudit axe longitudinal généralement central.

9. Élément de coupe selon la revendication 7, dans lequel ladite fonction sinusoïdale comprend:

$Y = F\ b \sin (n\alpha + z)$ où:

Y représente la distance radiale dudit cercle du rayon de base;

F est une fonction d'un genre quelconque changeant la forme de ladite configuration de nervure et de ladite configuration de rainure;

b représente l'amplitude de la fonction sinusoïdale;

n représente le nombre de lobes s'étendant vers l'extérieur;

α représente l'angle par rapport audit point central; et

z étant une constante déplaçant l'ensemble d'une courbe sinusoïdale autour du point central.

10. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel lesdits plusieurs lobes s'étendant vers l'extérieur comprennent un nombre de lobes compris entre deux et trente.

11. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel lesdits plusieurs lobes s'étendant vers l'extérieur comprennent un nombre de lobes compris entre trois et vingt-quatre.

12. Élément de coupe selon la revendication 1, comprenant en outre au moins une configuration additionnelle concentrique par rapport à ladite configuration de lobes arqués s'étendant vers l'extérieur et au moins en partie radialement contenues dans celle-ci.

13. Élément de coupe selon la revendication 12, dans lequel ladite au moins une configuration additionnelle comprend deux à six configurations additionnelles.

14. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite configuration comprend au moins une nervure débordant de ladite table dans au moins une rainure dans ledit substrat.

15. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite configuration comprend au moins une nervure débordant dudit substrat dans au moins une rainure dans ladite table.

16. Élément de coupe selon la revendication 15, dans lequel ladite configuration comprend en outre au moins une nervure débordant de ladite table dans au moins une rainure dans ledit substrat.

17. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite table superabrasive est composée de diamant polycristallin.

18. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ledit substrat est composé d'un matériau de carbure.

19. Trépan de forage rotatif, comprenant:

un corps de trépan comportant une face ; et

au moins un élément de coupe monté au-dessus de ladite face du trépan, ledit au moins un élément de coupe englobant un substrat supportant une table composée de matériau superabrasif le long d'une interface tridimensionnelle définie par une surface de fixation de ladite table et une surface de fixation complémentaire dudit substrat ;

ladite surface de fixation du substrat ayant une configuration englobant au moins une nervure de matériau en saillie ou une rainure ;

ladite surface de fixation de la table comportant au moins une autre de ladite nervure de matériau en saillie ou de ladite rainure ;

ladite configuration comprenant au moins un élément allongé délimitant plusieurs lobes arqués s'étendant vers l'extérieur.

20. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont pratiquement planes.

21. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table ont des limites périphériques arquées coextensives.

22. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont constituées pour l'essentiel par des surfaces plates.

23. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite face de fixation du substrat et ladite face de fixation de la table sont pratiquement circulaires.

24. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite au moins une nervure en saillie et ladite au moins une rainure de ladite configuration constituent des images symétriques d'une configuration d'onde à lobes multiples, pratiquement continue, ayant des amplitudes opposées autour d'un cercle avec un rayon de base.

25. Trépan de forage rotatif selon la revendication 24, dans lequel ladite configuration d'onde à lobes multiples se rapproche d'une fonction sinusoïdale autour dudit cercle avec ledit rayon de base autour d'un point central.

26. Trépan de forage rotatif selon la revendication 25, dans lequel ledit au moins un élément de coupe ayant une forme généralement cylindrique avec un axe longitudinal généralement central, ledit cercle du rayon de base ayant un rayon à peu près constant à partir dudit axe longitudinal généralement central.

27. Trépan de forage rotatif selon la revendication 25, dans lequel ladite fonction sinusoïdale comprend:

$Y = F\ b \sin(n\alpha + z)$ où:

Y représente la distance radiale dudit cercle du rayon de base;

F est une fonction d'un genre quelconque changeant la forme de ladite configuration de nervure et de ladite configuration de rainure;

b représente l'amplitude de la fonction sinusoïdale;

n représente le nombre de lobes s'étendant vers l'extérieur;

α représente l'angle par rapport audit point central; et

z étant une constante déplaçant l'ensemble d'une courbe sinusoïdale autour du point central.

28. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel lesdits plusieurs lobes s'étendant vers l'extérieur comprennent un nombre de lobes compris entre deux et trente.

29. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel lesdits plusieurs lobes s'étendant vers l'extérieur comprennent un nombre de lobes compris entre trois et vingt-quatre.

30. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, comprenant en outre au moins une configuration additionnelle concentrique par rapport à ladite configuration de lobes arqués s'étendant vers l'extérieur et au moins en partie radialement contenues dans celle-ci.

31. Trépan de forage rotatif selon la revendication 30, dans lequel ladite au moins une configuration additionnelle comprend deux à six configurations additionnelles.

32. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite configuration comprend au moins une nervure débordant de ladite table dans au moins une rainure dans ledit substrat.

33. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ladite configuration comprend au moins une nervure débordant dudit substrat dans au moins une rainure dans ladite table.

34. Trépan de forage rotatif selon la revendication 33, dans lequel ladite configuration comprend en outre au moins une nervure débordant de ladite table dans au moins une rainure dans ledit substrat.

35. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ledit matériau superabrasif est composé de diamant polycristallin.

36. Trépan de forage rotatif selon la revendication 19, dans lequel ledit substrat est composé d'un matériau de carbure.

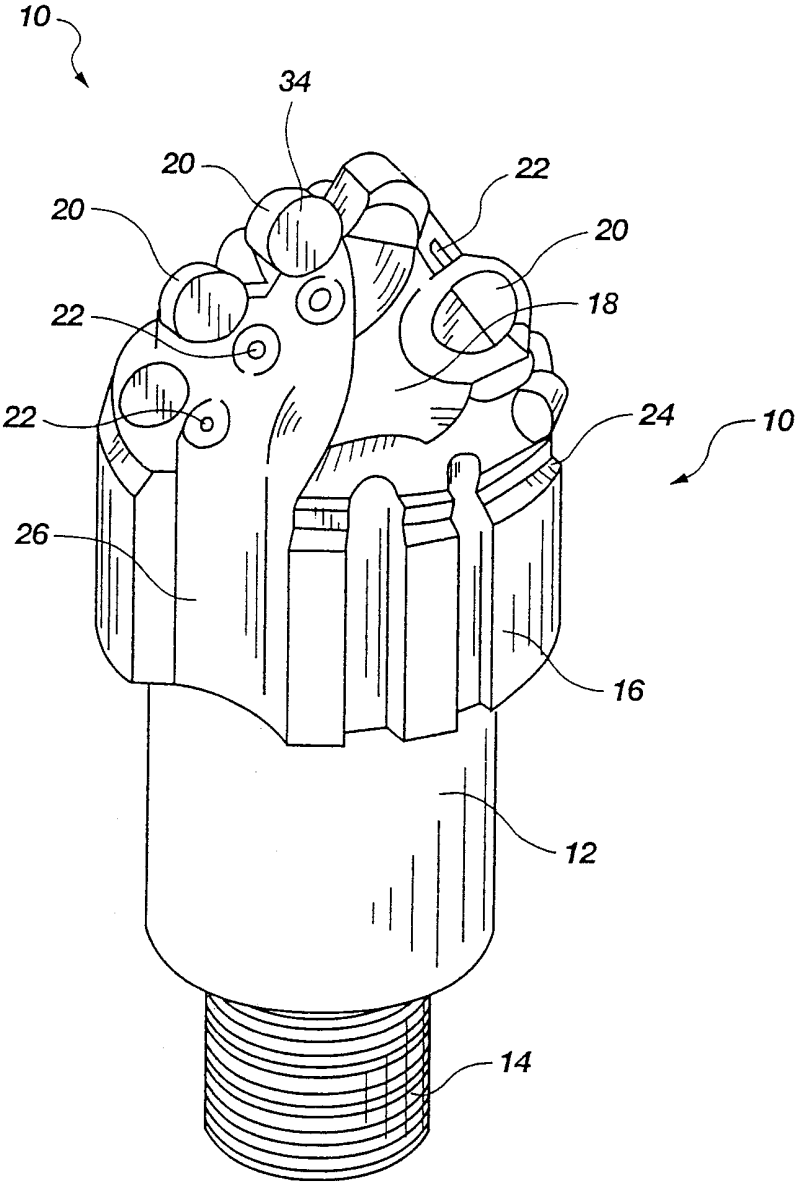


Fig. 1

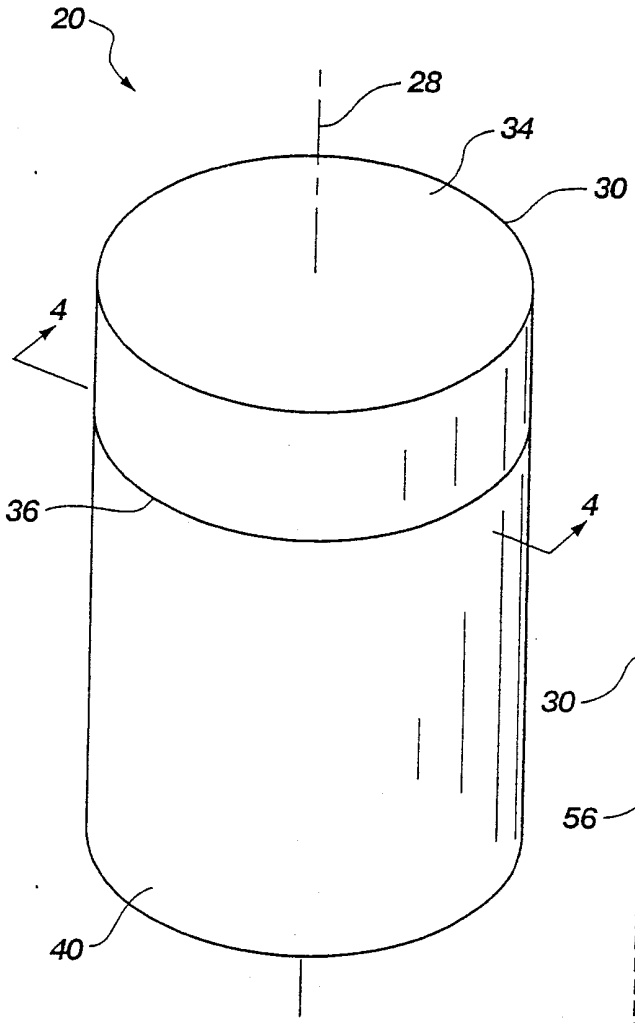

20
28
34
30
4
36
4
40

Fig. 2

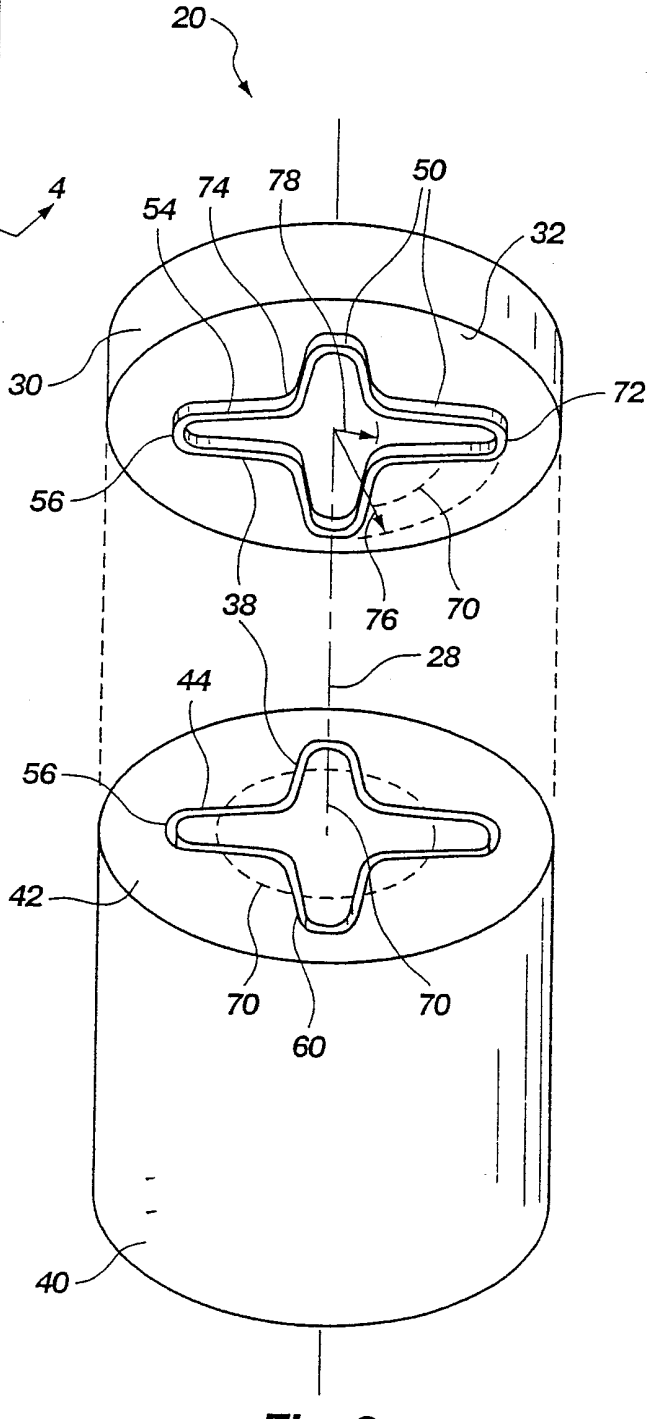

20
54
74
78
50
32
30
72
56
38
76
70
28
44
56
42
70
70
60
40

Fig. 3

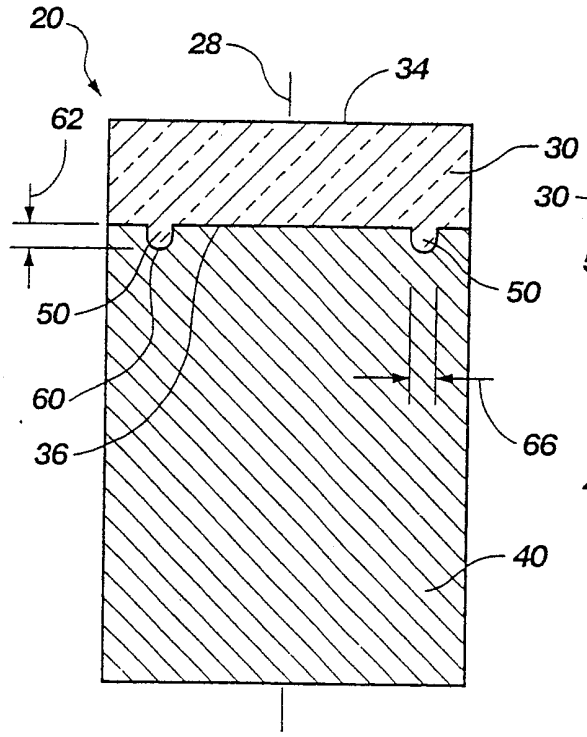


Fig. 4

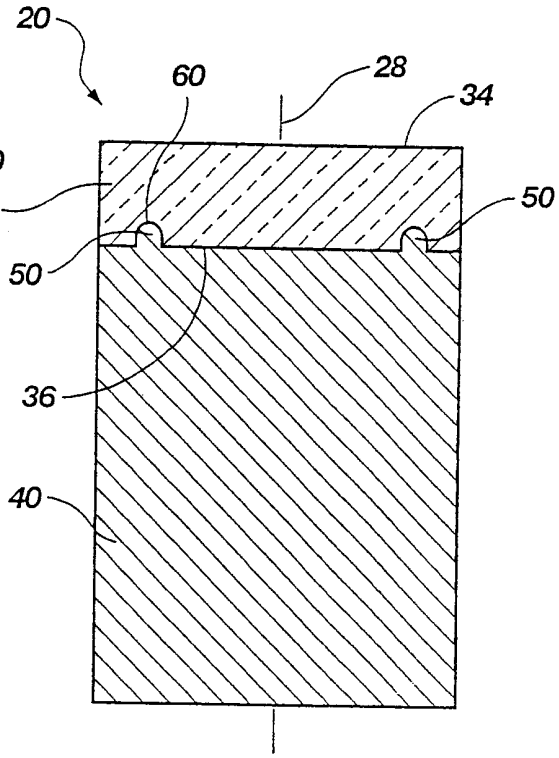


Fig. 6

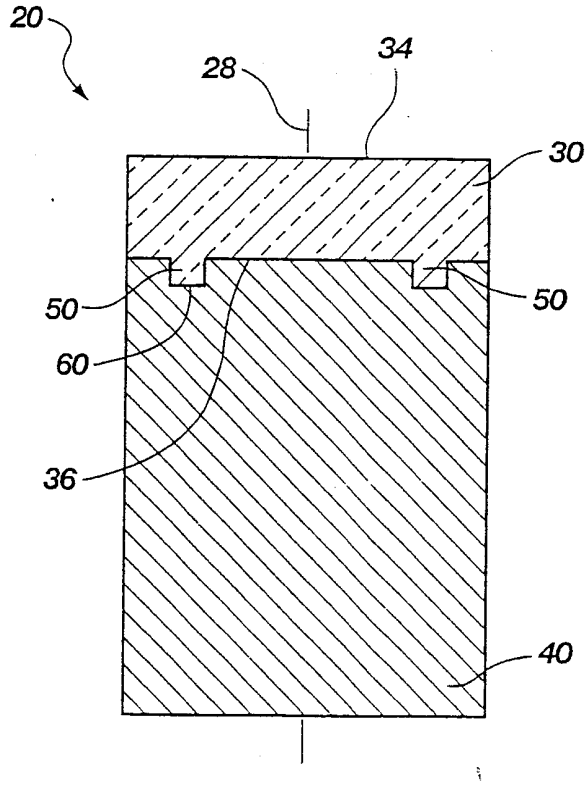


Fig. 4A

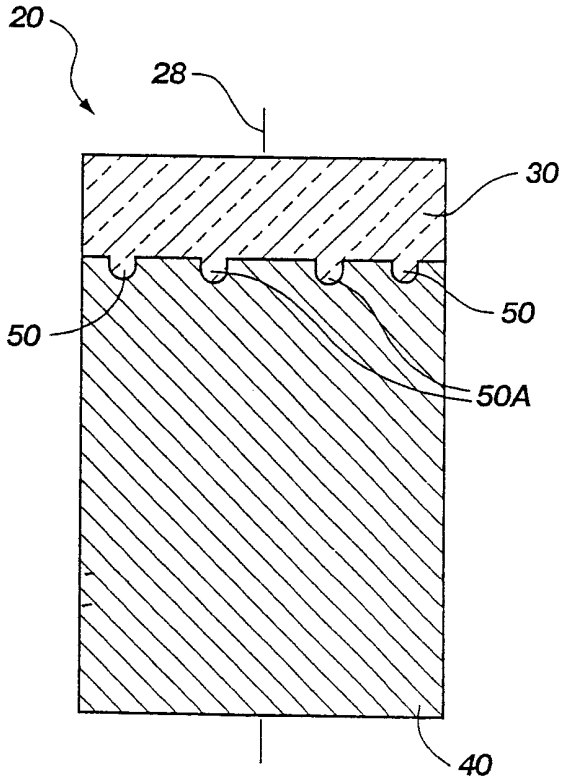


Fig. 10A

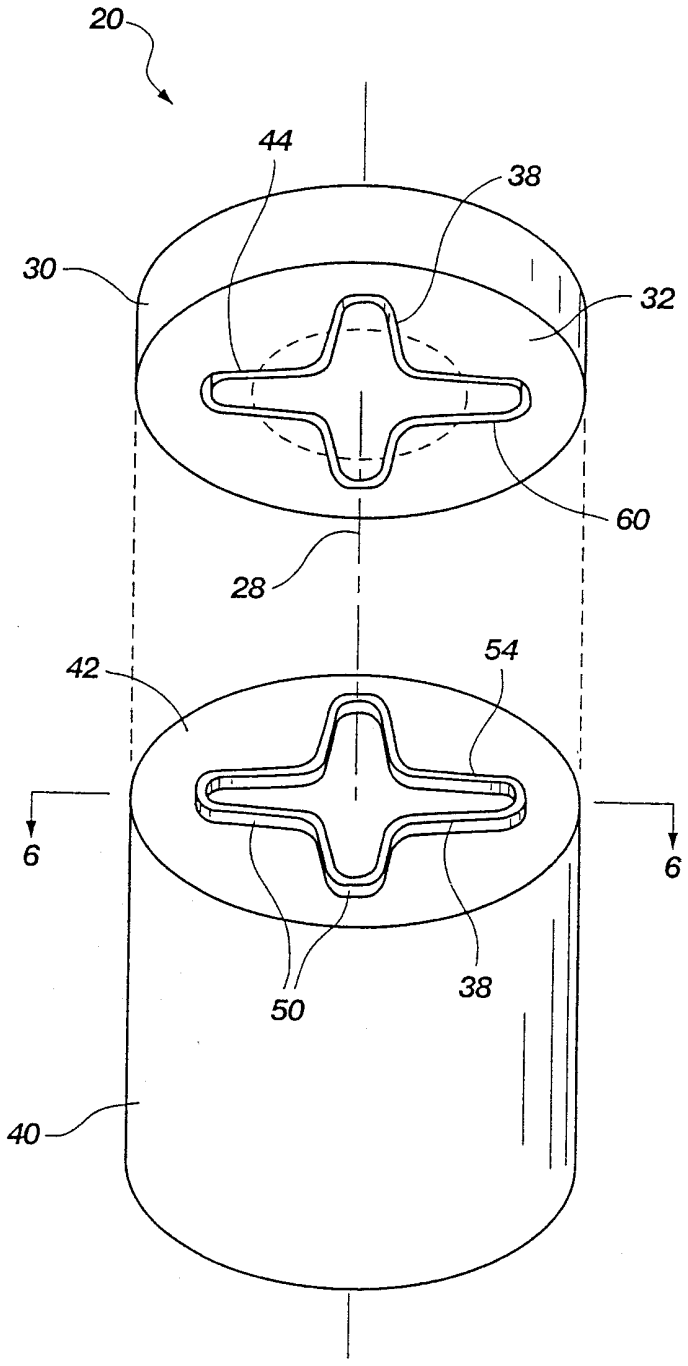


Fig. 5

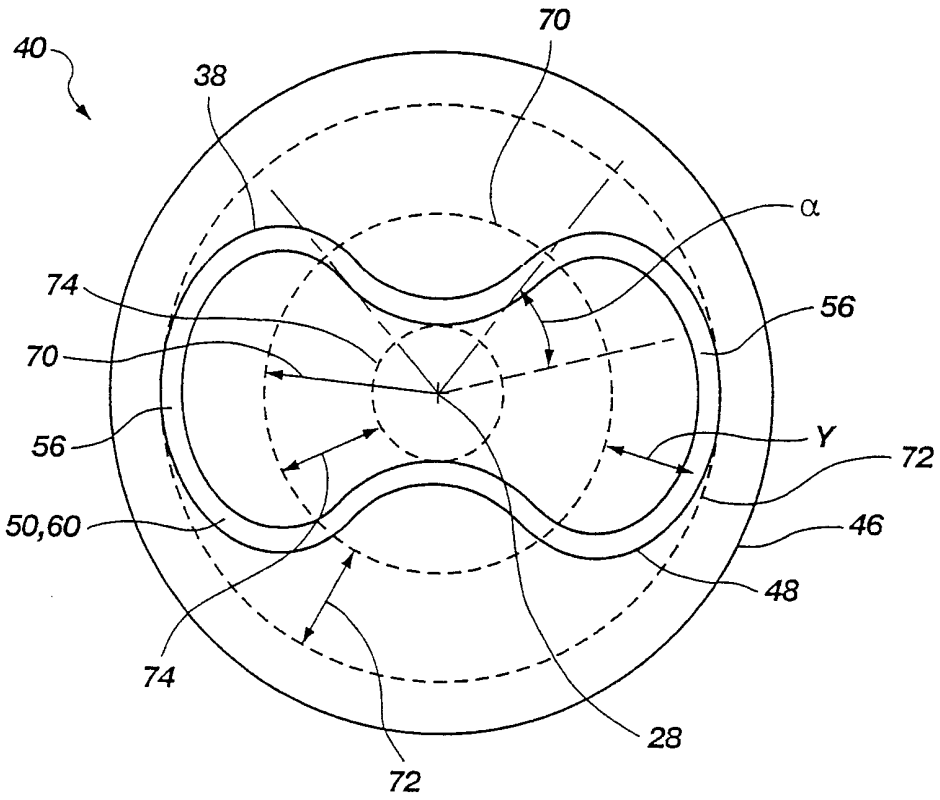

40
38
70
α
74
56
70
Y
72
56
50,60
46
48
74
28
72

Fig. 7

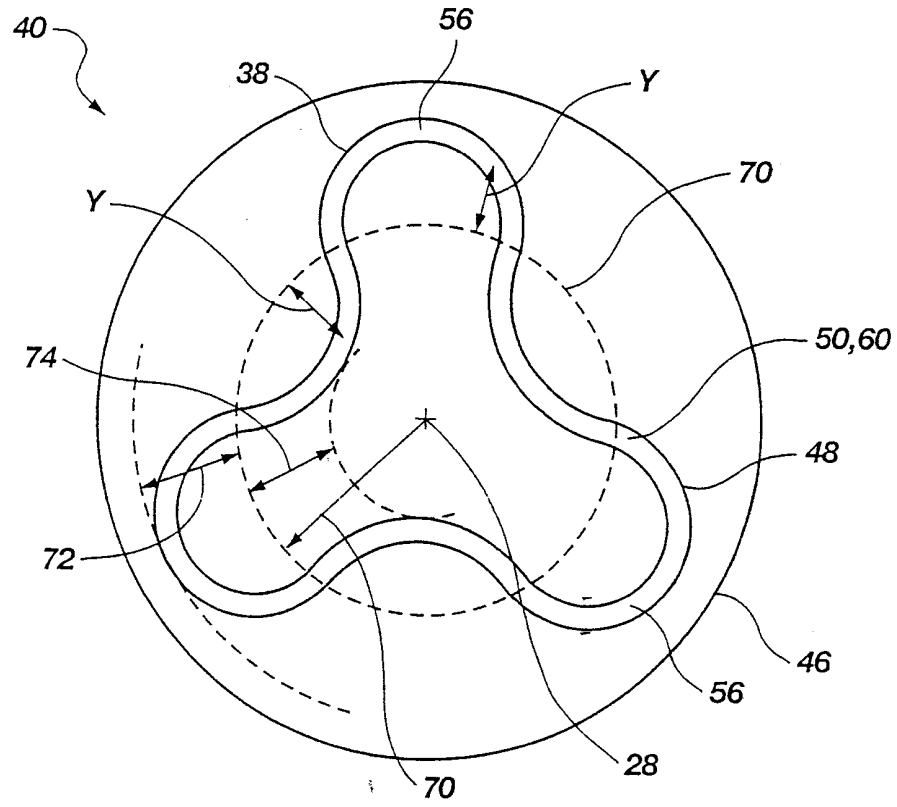

40
56
38
Y
Y
70
74
50,60
48
72
46
56
28
70

Fig. 8

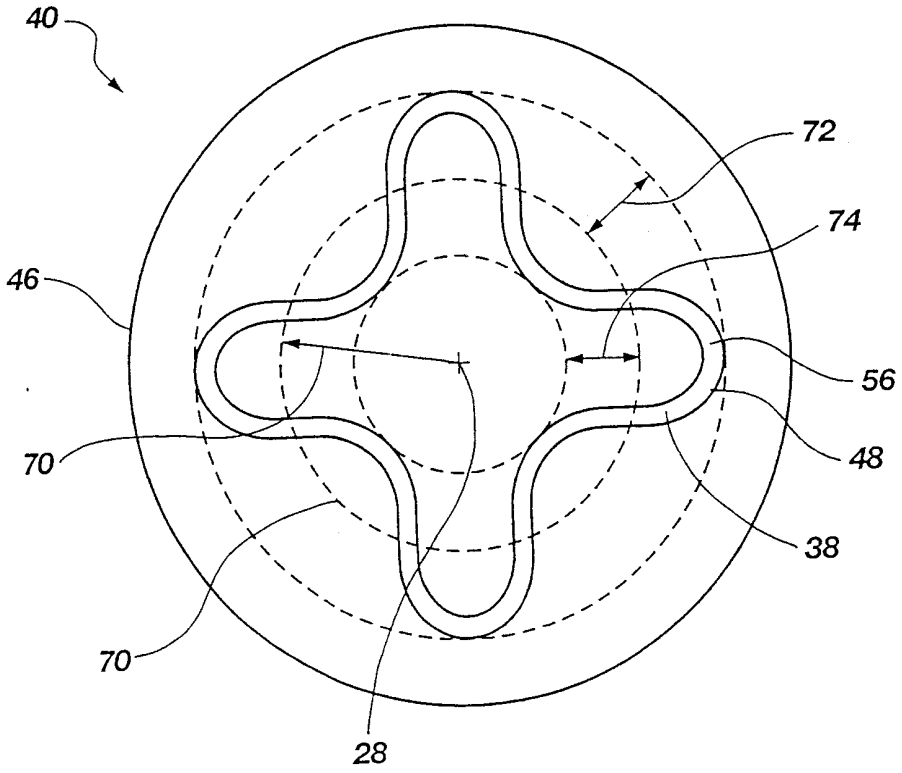

40
72
74
46
56
48
70
38
70
28

Fig. 9

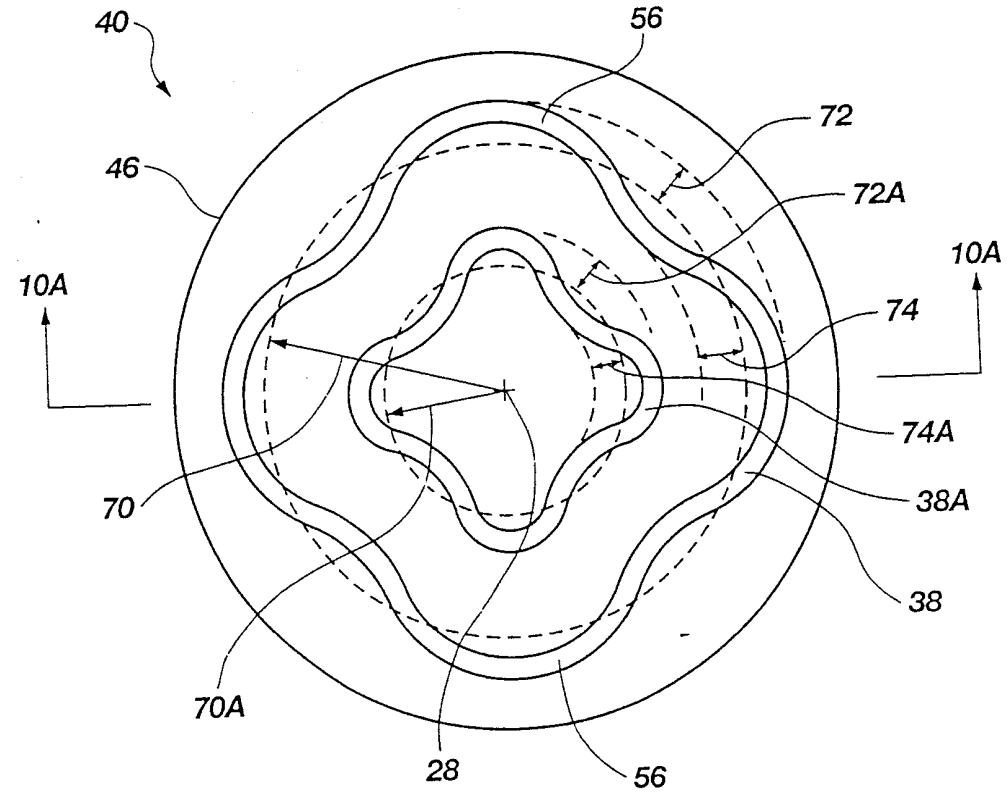

40
56
72
46
72A
10A
10A
74
74A
38A
70
38
70A
28
56

Fig. 10

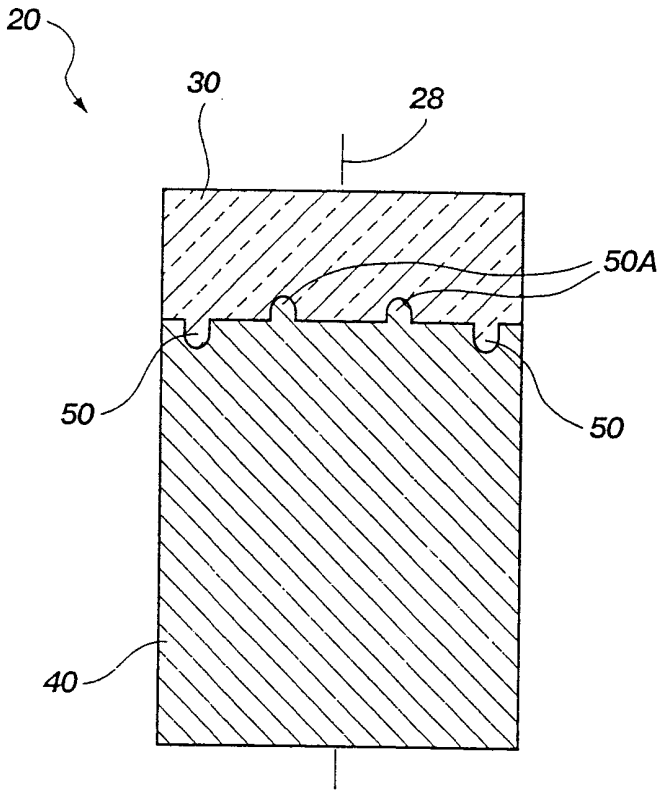


Fig. 10B

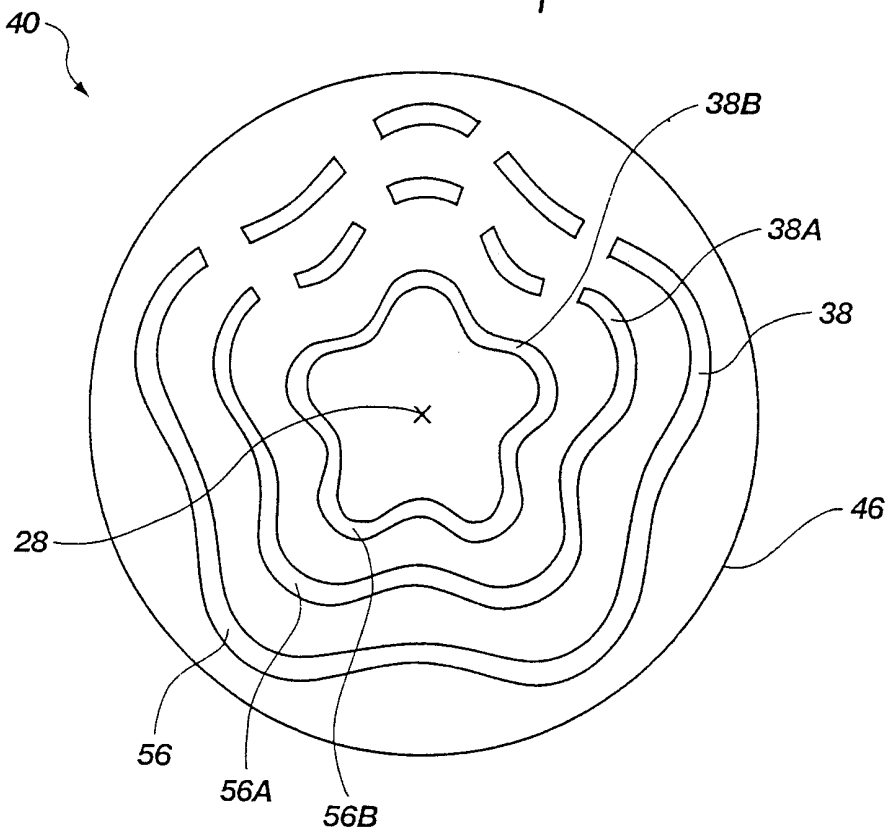


Fig. 11

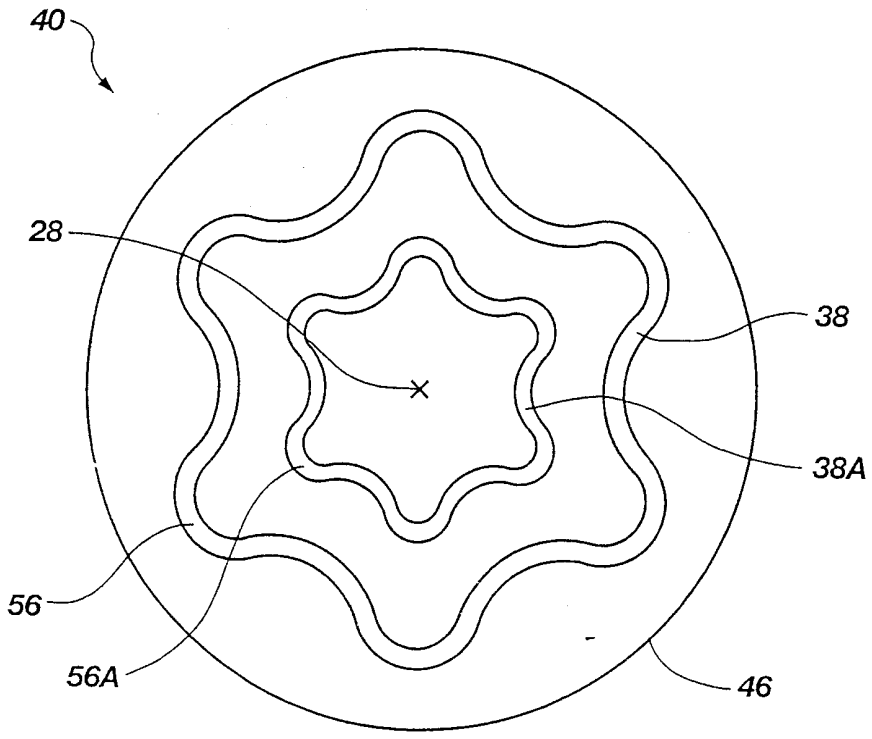


Fig. 12

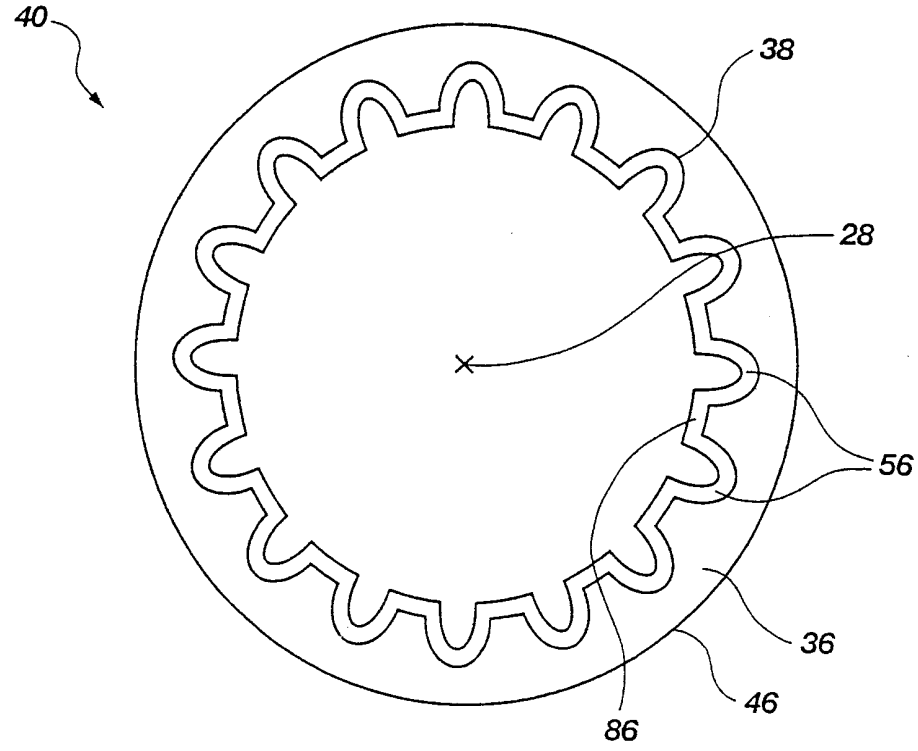

40
38
28
56
36
46
86

Fig. 14

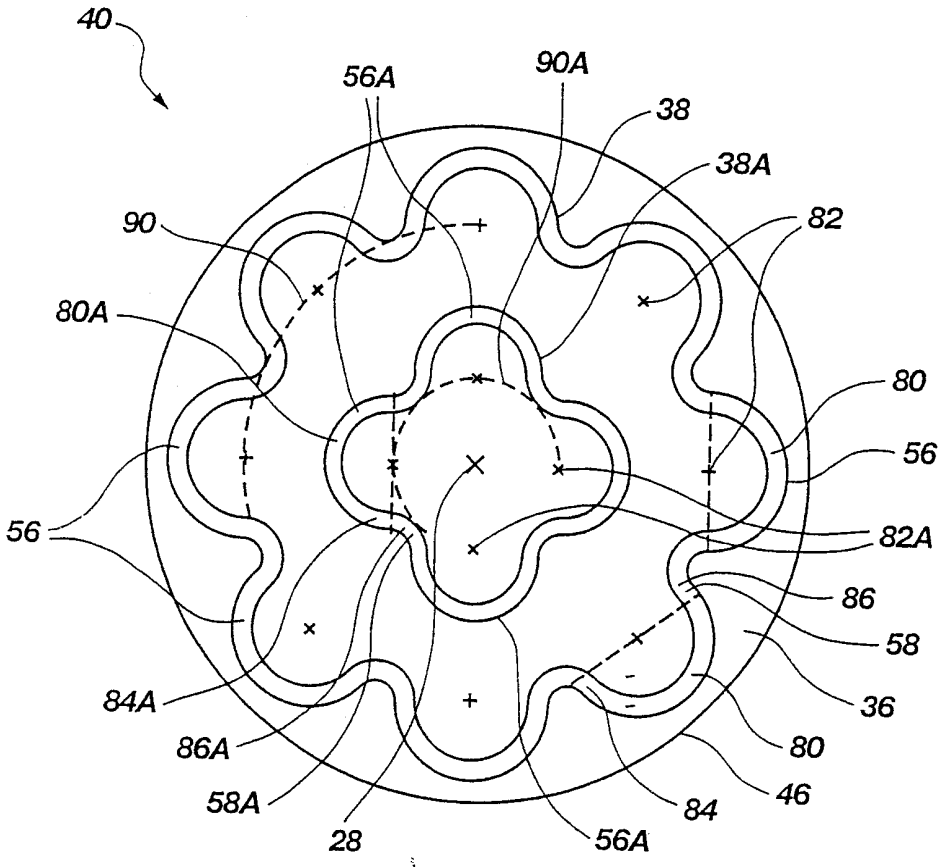

40
56A
90A
38
38A
90
82
80A
80
56
56
82A
86
58
84A
36
86A
80
58A
46
84
28
56A

Fig. 13

ELEMENTS DE COUPE SUPERABRASIFS ET TREPAN DE FORAGE EQUIPE DE TELS ELEMENTS

ABREGE

Un élément de coupe superabrasif pouvant être fixé à un trépan de forage pour le forage de formations souterraines est composé d'un substrat et d'une table superabrasive avec une interface tridimensionnelle ayant une configuration d'onde continue s'étendant autour d'un axe central. Des arcs multiples dirigés vers l'extérieur de la configuration d'onde sont orientés et configurés de sorte à compenser de façon préférentielle les charges auxquelles l'élément de coupe est soumis pendant le forage, pour absorber et distribuer les contraintes qui en résultent. Une quelconque tendance à une cassure ou à un effritement de la table superabrasive et à un détachement de celle-ci du substrat, un quelconque de ces phénomènes pouvant entraîner une défaillance catastrophique de l'élément de coupe, est ainsi notablement réduite. Un trépan de forage rotatif englobant un tel élément de coupe est également décrit.

fig. 1

Numero de la demande nationale

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

BO 7905
BE 20000400

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	GB 2 331 538 A (CAMCO) 26 mai 1999 (1999-05-26) * figures 17-21 *	1-6,8, 10,11, 13-18	E21B10/56
X	EP 0 902 159 A (TEMPO TECHNOLOGY) 17 mars 1999 (1999-03-17) * page 6, alinéa 40 - page 7, alinéa 41 *	1	
A	US 5 871 060 A (JENSEN ET AL.) 16 février 1999 (1999-02-16) * figures 2,,2A *	1	
D,A	US 5 007 207 A (PHAAL) 16 avril 1991 (1991-04-16) * figures 3,6 *	1	
A	US 5 711 702 A (DEVLIN) 27 janvier 1998 (1998-01-27) * figures 19-21 *	1	
A	GB 2 316 698 A (SMITH INTERNATIONAL) 4 mars 1998 (1998-03-04) * figures 15-17 *	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)

E21B
B23B

Date d'achèvement de la recherche: 19 novembre 2002

Examinateur: Rampelmann, K

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

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

BO 7905
BE 20000400

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.

19-11-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 2331538	A	26-05-1999	DE	69609884 D1	28-09-2000
			DE	69609884 T2	08-03-2001
			EP	0733777 A2	25-09-1996
			GB	2299109 A ,B	25-09-1996
			US	5862873 A	26-01-1999
			ZA	9602298 A	05-11-1996
EP 902159	A	17-03-1999	US	5957228 A	28-09-1999
			US	5928071 A	27-07-1999
			EP	0902159 A2	17-03-1999
US 5871060	A	16-02-1999	AUCUN		
US 5007207	A	16-04-1991	AT	77439 T	15-07-1992
			AU	2691788 A	22-06-1989
			CA	1304583 A1	07-07-1992
			DE	3872200 D1	23-07-1992
			DE	3872200 T2	14-01-1993
			EP	0322214 A1	28-06-1989
			IE	61697 B1	16-11-1994
			JP	1205977 A	18-08-1989
			JP	2773838 B2	09-07-1998
			ZA	8809124 A	30-08-1989
US 5711702	A	27-01-1998	IE	970549 A1	11-03-1998
			IT	RM970519 A1	27-02-1998
GB 2316698	A	04-03-1998	US	5906246 A	25-05-1999
			US	6148937 A	21-11-2000