

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 561 969**

②1 N° d'enregistrement national :

**85 04948**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : B 24 D 7/14; B 23 B 21/20; E 21 B 10/46.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 1<sup>er</sup> avril 1985.

③0 Priorité : ZA, 30 mars 1984, n° 84/2407.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 4 octobre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DI-  
VISION (PROPRIETARY) LIMITED. — ZA.*

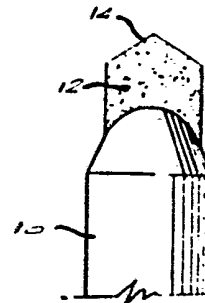
⑦2 Inventeur(s) : Richard Patrick Burnand.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Plasseraud.

⑤4 Outil abrasif ayant une partie rapportée contenant des particules de diamant.

⑤7 Outil abrasif ayant une partie active qui comporte une partie abrasive rapportée 12, caractérisé en ce que la partie abrasive rapportée comprend une masse de particules de diamant qui se trouvent dans une proportion de 80 à 90 % en volume de la partie rapportée et une seconde phase qui se trouve dans une proportion de 10 à 20 % en volume de la partie rapportée, les particules de diamant contenant une liaison diamant-diamant appréciable de façon à réaliser un bloc à claire-voie cohérent, et une seconde phase constituée essentiellement de silicium, le silicium étant sous la forme de silicium et/ou de carbure de silicium.



FR 2 561 969 - A1

D

OUTIL ABRASIF

La présente invention concerne les outils abrasifs.

Les composés abrasifs sont bien connus dans la  
5 technique et sont utilisés en grandes quantités dans  
l'industrie pour l'abrasion de diverses pièces usinées.  
Ils sont constitués essentiellement d'une masse de  
particules abrasives se trouvant dans une proportion  
10 d'au moins 70%, de préférence de 80 à 90% par rapport  
au volume du composé lié en un conglomérat dur. Les  
composés sont des masses polycristallines et peuvent  
remplacer les grands monocristaux dans de nombreuses  
applications. Les particules abrasives des composés  
sont invariablement des abrasifs extra-durs tels que le  
15 diamant ou le nitrure de bore cubique.

Les composés abrasifs contiennent le plus souvent  
une seconde phase ou matrice de liaison qui contient un  
catalyseur (connu également comme solvant) utile dans  
la synthèse des particules. Dans le cas du nitrure de  
20 bore cubique, l'aluminium ou un alliage de l'aluminium  
avec le nickel, le cobalt, le fer, le manganèse ou le  
chrome sont des exemples de catalyseurs appropriés.  
Dans le cas du diamant, les métaux du groupe VIII du  
tableau périodique tels que le cobalt, le nickel ou le  
25 fer, ou bien encore un alliage contenant un tel métal,  
sont aussi des exemples de catalyseurs appropriés.

Comme cela est connu dans la technique, les com-  
posés de diamant et de bore nitruré cubique sont fabri-  
qués sous des conditions de température et de pression  
30 pour lesquelles la particule abrasive est cristallogra-  
phiquement stable. Les composés abrasifs peuvent être  
directement associés à un outil ou à un corps d'outil  
destiné à les employer. En variante, ils peuvent être  
associés à un support tel qu'un support au carbure  
35 cémenté avant d'être montés sur un outil ou un corps  
d'outil. De tels composés montés sur des supports sont

aussi connus dans la technique comme étant des composés abrasifs complexes.

Le brevet US n° 4 224 380 décrit un procédé de lixiviation d'une quantité appréciable de catalyseur  
5 contenu dans un composé de diamant. Le produit ainsi obtenu comprend des particules liées par elles-mêmes comportant entre environ 70% et 95 % en volume du produit, une phase métallique infiltrée de manière sensiblement uniforme dans tout le produit, la phase  
10 comprenant entre environ 0,05 et 3 % en volume du produit, et un réseau de pores vides en intercommunication, dispersés dans tout le produit et définis par les particules et la phase métallique, les pores représentant entre 5 et 30% en volume du produit. La lixiviation  
15 peut être réalisée en plaçant un composé de diamant dans une solution d'acide nitrique hydrofluorique concentré chaud, pendant une certaine période de temps. Ce traitement à l'acide chaud assure la lixiviation de la phase catalytique en laissant derrière lui  
20 une structure de diamant à claire-voie. Le produit lixivié est reconnu pour être thermiquement plus stable que le produit non lixivié.

Le brevet US n° 4 124 401 décrit et revendique un corps en diamant polycristallin composé d'une masse de  
25 cristaux de diamant liés par adhérence mutuelle par un agent chimique de liaison contenant un atome de silicium composé d'un carbure de silicium et/ou d'un siliciure du composant métallique qui forme un siliciure avec le silicium, les cristaux de diamant ayant une  
30 taille s'étendant d'environ 1 à 1000 microns, la densité des cristaux s'étendant d'au moins environ 70 % en volume jusqu'à au moins environ 90 % en volume de ce corps, cet agent chimique de liaison contenant un atome de silicium se trouvant dans une proportion allant  
35 jusqu'à environ 30% en volume de ce corps, cet agent chimique de liaison étant réparti au moins de manière

sensiblement uniforme dans tout le corps, la partie de l'agent chimique de liaison en contact avec les surfaces de cristaux de diamant étant au moins en majeure partie du carbure de silicium et le diamant étant au moins pratiquement exempt de pores. Le composant métallique du corps en diamant est choisi à partir d'un vaste groupe de métaux comprenant le cobalt, le chrome, le fer, l'afnium, le manganèse, le molybdène, le niobium, le nickel, le palladium, le platine, le rhénium, le rhodium, le ruthénium, le tantale, le thorium, le titane, l'uranium, le vanadium, le tungstène, l'yttrium, le zirconium et leurs alliages. Le corps en diamant polycristallin est fabriqué sous des conditions relativement douces de pressage à chaud et de manière que l'enchevêtrement du diamant ne puisse se former.

Le brevet US n° 4 151 686 décrit un corps en diamant polycristallin similaire à celui décrit dans le brevet US n° 4 124 401 sauf que l'agent chimique de liaison est composé d'un carbure de silicium et de silicium élémentaire et que la densité des cristaux de diamant compris dans le corps s'étend de 80 à environ 95% en volume de ce corps. En outre, les corps abrasifs polycristallins de ce brevet des Etats-Unis sont fabriqués dans des conditions de pressions appliquées plus élevées, c'est-à-dire des pressions appliquées d'environ  $25 \cdot 10^8$  Pa. Les corps abrasifs sont connus pour être utilisables sur un outil de coupe abrasif, une tête d'outil ou une autre partie résistant à l'usure.

Le brevet US n° 3 234 321 décrit des composés de diamant ayant une seconde phase de titane, de vanadium, de zirconium, de chrome ou de silicone ou bien encore un alliage de l'un de ces métaux avec du nickel, du manganèse ou du fer. Les composés sont obtenus en mélangeant les particules de diamant avec le métal sous forme poudreuse, et en soumettant le mélange à des conditions de température et de pression élevées. Un

exemple de réalisation utilise le silicium comme métal dans une proportion de 31,5% en volume. Le brevet suggère que le composé peut être conformé de manière appropriée et être monté pour couper ou abraser des matières dures..

L'ensemble du brevet Sud-Afrcain n° 84/0053 décrit un corps abrasif ayant une résistance élevée et une aptitude à résister aux hautes températures le rendant propre à être utilisé comme pièce à rapporter sur un outil pour les outils d'usinage et les tetes de forage à surface rapportée. Le corps comprend une masse de particules de diamant se trouvant dans une proportion de 80 à 90% en volume de ce corps et une seconde phase qui se trouve dans une proportion de 10 à 20% en volume de ce corps, la masse de particules de diamant contenant une liaison appréciable diamant-diamant pour former un bloc à claire-voie cohérent et la seconde phase contenant du nickel et du silicium, le nickel étant sous la forme de nickel et/ou de siliciure de nickel et le silicium étant sous la forme de silicium, de carbure de silicium et/ou de siliciure de nickel. Les corps abrasifs sont fabriqués sous des conditions de température et de pression élevées propres à la fabrication des composés de diamant.

Selon l'invention, un outil abrasif ayant une partie active qui comporte une pièce abrasive rapportée qui y est maintenue a été réalisé, cette partie rapportée étant exposée à une température élevée au cours de la fabrication ou de l'utilisation de l'outil et comprenant une masse de particules de diamant qui se trouvent dans une proportion de 80 à 90% en volume de la partie rapportée et une seconde phase qui se trouve dans une proportion de 10 à 20% en volume de la partie rapportée, la masse de particules de diamant contenant une liaison diamant-diamant appréciable pour former un bloc à claire-voie cohérent et la seconde phase étant

constituée essentiellement de silicium, le silicium étant sous la forme de silicium et/ou de carbure de silicium. De manière caractéristique, l'outil abrasif est tel que la partie abrasive rapportée est exposée à une température supérieure à 850° C au cours de la fabrication ou de l'utilisation de l'outil.

D'autres particularités de l'invention résulteront encore de la description qui va suivre.

Sur les dessins annexés, donnés à titre d'exemples non-limitatifs, on a figuré des modes principaux de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue latérale partielle d'un outil d'usinage selon l'invention :

La figure 2 est une vue en perspective d'une tête de forage à surface rapportée selon l'invention :

La figure 3 est, dans le troisième mode de réalisation, une vue en perspective d'une partie de la face coupante de la tête de la figure 2 ;

La figure 4 est, dans le quatrième mode de réalisation, une vue en perspective d'une tête de forage à surface rapportée selon l'invention ; et

La figure 5 illustre graphiquement les résultats obtenus par un test comparatif.

Une caractéristique essentielle d'un outil abrasif selon l'invention réside en ce que la partie active comporte au moins une pièce abrasive rapportée ayant les caractéristiques précitées. Ces pièces rapportées ont été considérées comme ayant une résistance appréciable due, au moins en partie, à la liaison diamant-diamant appréciable, mais aussi parce qu'ils sont propres à supporter une température de 1200°C sous un vide de  $10^{-4}$  Torr ou plus, ou une atmosphère inerte ou réductrice sans qu'une graphitisation significative du diamant ne se produise. La résistance des pièces rapportées et leur aptitude à supporter des températures élevées les rend idéales comme éléments de coupe ou

comme pièces rapportées pour des outils pour lesquels de hautes températures sont engendrées pendant leur utilisation, comme par exemple les outils d'usinage ou les outils rotatifs, ou lorsque des températures élevées sont nécessaires au cours de la fabrication de l'outil, comme par exemple pour les têtes de forage à surface rapportée ou imprégnée.

La seconde phase de silicium contenue dans la partie rapportée abrasive est distribuée uniformément dans le bloc de diamant à claire-voie cohérent. La seconde phase, comme cela a été décrit ci-dessus, est constituée essentiellement de silicium, le silicium étant sous la forme de silicium et/ou de carbure de silicium. Ceci signifie que tous les autres composants ne vont se trouver dans la seconde phase qu'à l'état de trace.

Les pièces abrasives rapportées utilisées dans l'invention peuvent prendre une variété de formes selon l'usage auquel elles sont destinées. Le disque, le triangle, le cube, le rectangle et l'hexagone sont des exemples de formes appropriées. Ces formes vont généralement être découpées, par exemple par découpage au laser d'un corps abrasif de grandes dimensions, fabriqué de la manière décrite en détail ci-dessous. Les pièces rapportées peuvent aussi être de formes irrégulières qui peuvent être reproduites par écrasement d'un corps abrasif de grande dimension.

Les pièces abrasives rapportées peuvent être munies d'une fine couche de métal ou d'un revêtement en alliage avant leur insertion dans la partie active de l'outil. Le revêtement métallique, par exemple, peut être un revêtement en chrome ou en titane qui a été considéré comme étant particulièrement adapté aux têtes de forage imprégnées.

Les pièces rapportées utilisées dans les outils abrasifs selon l'invention sont fabriquées en utilisant

des températures et des pressions situées dans la zone de stabilité du diamant prises sur le diagramme de la phase carbone. En particulier, les pièces rapportées sont fabriquées à partir de corps abrasifs fabriqués en plaçant une masse de particules de diamant dans une cuve de réaction, en plaçant un bloc de silicium en contact avec les particules de diamant, en plaçant la cuve de réaction chargée dans la zone de réaction d'un appareil à hautes températures et pressions, en soumettant le contenu de la cuve de réaction à des conditions de température et de pression élevées dans la zone de stabilité du diamant prises sur le diagramme de la phase carbone, pendant une durée suffisante pour produire le corps et en reprenant le corps de la zone de réaction. Les conditions préférées de température et de pression élevées sont celles correspondant aux températures allant de 1400 à 1600° C et aux pressions allant de 50 à 70.10<sup>8</sup> Pa . Ces conditions élevées de température et de pression vont être maintenues pendant un temps suffisant pour produire le corps. De manière caractéristique, ces conditions élevées de température et de pression sont maintenues pendant une période de 5 à 20 minutes. Le silicium peut être fourni sous la forme de poudre, ou sous la forme de plaque, ou bien encore de feuille. Il devrait être ajouté que dans le but de réaliser une liaison diamant-diamant convenable, il a été estimé préférable d'infiltrer le silicium dans le bloc de diamant au cours de la fabrication du corps. La liaison diamant-diamant est principalement un entrelacement physique diamant-diamant et une liaison créée par une déformation plastique des particules de diamant pendant la fabrication de l'élément.

La cuve de réaction dans laquelle les diamants et le silicium sont placés peut être réalisée en molybdène, en tantale, en titane ou analogues à température de fusion élevée, métaux générateurs de carbure. On



pense que le fait de confiner le bloc de diamant et de silicium dans une telle cuve de réaction, au cours de la fabrication, contribue à l'excellente liaison diamant-diamant qui est réalisée.

5 Les particules de diamant utilisées dans la fabrication des pièces abrasives rapportées peut varier depuis les particules les plus grosses jusqu'aux particules les plus fines. Le plus souvent, les particules seront d'une taille inférieure à 100 microns et de  
10 manière caractéristique auront une taille comprise dans une fourchette de 10 à 75 microns. La taille préférée se situe dans une fourchette de 15 à 30 microns.

L'appareil à température et pression élevée est bien connu de l'état de la technique, et on peut se  
15 reporter, par exemple, au brevet U.S n° 2 941 248.

L'outil abrasif peut être un outil d'usinage ou un outil rotatif qui comporte un corps d'outil et une pièce abrasive rapportée, conforme à celle qui a été définie ci-dessus et montée sur l'une de ses extrémités  
20 afin d'offrir une arête d'usinage ou une arête rotative. La figure 1 illustre un exemple d'un outil d'usinage. En se référant à cette figure, un outil d'usinage comprenant un corps 10 ayant un élément coupant 12 monté sur l'une de ses extrémités a été représenté.  
25 L'élément coupant présente une arête d'usinage 14. Des températures élevées prennent naissance au niveau de l'arête d'usinage 14 au cours de l'utilisation de l'outil. Cependant, on a considéré que l'excellente stabilité thermique de l'élément coupant 12 lui permet  
30 de résister aux températures élevées.

L'outil abrasif peut aussi être une tête de forage qui comporte un corps rotatif ayant à l'une de ses extrémités une face coupante 20 comportant plusieurs pièces abrasives rapportées 22 maintenues dans  
35 une matrice de liaison et offrant des arêtes aux pointes coupantes en guise de face. Les têtes de

forage à surface rapportée et les têtes de forage imprégnées sont des exemples d'outils réalisés selon l'invention.

Pour les têtes de forage, il est préférable que  
5 les pièces abrasives rapportées soient de section triangulaire ou aient la forme d'un bloc. Quand les pièces abrasives rapportées sont de section triangulaire, la base de celles-ci doit être noyée dans la matrice de liaison et leurs sommets ainsi que les  
10 arêtes latérales qui s'en dégagent vont procurer des arêtes coupantes. Quand les parties abrasives rapportées sont sous la forme de bloc, qui est de préférence un cube, la majeure partie de celui-ci va être enfoui dans la matrice de liaison et les arêtes coupantes  
15 vont être fournies par les parties saillantes de forme pyramidale.

Les figures 2 et 3 illustrent une tête de forage à surface rapportée (connue également sous le nom de tête de carottage) selon l'invention. En se référant à  
20 ces figures, une tête de forage à surface rapportée comprend un noyau rotatif 16 ayant une extrémité 18 filetée pour le vissage sur une carotteuse et une face coupante 20 à son autre extrémité. La face coupante 20 comprend plusieurs éléments coupants 22 fixés fermement  
25 sur une matrice métallique appropriée. Les éléments coupants 22 sont chacun de section triangulaire comme cela est représenté avec de plus amples détails sur la figure 3; ils sont montés sur la face coupante 20 de manière que la base du triangle 24 soit noyée dans la  
30 matrice de liaison de la face et que le sommet 26 se dresse dans le plan général de la face coupante. Ce sommet et les arêtes latérales 27 procurent les arêtes coupantes. Situé immédiatement derrière le corps abrasif triangulaire 22 se trouve un support 30  
35 réalisé dans le même métal que celui de la face coupante. Le sens de rotation de la tête est indiqué par

la flèche.

La figure 4 illustre un autre mode de réalisation d'une tête de forage à surface rapportée selon l'invention. En se référant à cette figure, une tête de forage à surface rapportée comprend un noyau rotatif 32 ayant à l'une de ses extrémités une face coupante 34. La face coupante 34 comporte plusieurs éléments coupants 36 fixés fermement dans une matrice métallique appropriée. Chaque élément coupant est de forme cubique, dont la majeure partie 38 est noyée dans la matrice métallique. La plus petite partie 40 du cube qui fait saillie au-delà de la matrice métallique et qui est sensiblement de forme pyramidale, présente une pointe coupante 42 et des arêtes coupantes 44. Le sens de rotation de la tête est illustré par la flèche. Comme cela va être démontré ci-après, les cubes, quand ils sont orientés de façon à présenter un coin, comme cela est illustré, sont maintenus plus rigidement dans la matrice et, bien qu'ils offrent potentiellement une partie découverte moindre qu'initialement, ils peuvent supporter plus facilement les charges ponctuelles les plus élevées nécessaires pour fracturer le roc dur que ne le permet le sertissage des dispositifs équivalents prévus pour les éléments triangulaires.

Dans les têtes de forage à surface rapportée, les éléments coupants sont sertis dans la face coupante selon des techniques d'infiltration à hautes températures classiques. L'excellente stabilité thermique des éléments coupants selon l'invention leur permet de supporter de telles températures, qui généralement dépassent 850 °C, sans dégradation significative.

L'invention est illustrée de manière plus ample à l'aide de l'exemple suivant.

Une quantité de particules de diamant (12,5 g) a été placée dans un godet en tantale. Une couche de silicium en poudre (1,86 g) a été placée au-dessus des

particules de diamant et un couvercle en tantale a été disposé du côté ouvert du godet.

Le godet rempli a été placé dans la zone de réaction d'un appareil à température et pression élevées classiques et soumis à une température de 1500° C et à une pression de  $55.10^8$  Pa et ces conditions ont été maintenues pendant une période de 10 minutes. Ce qui a été récupéré dans la zone de réaction était un corps abrasif discoïde qui comportait une masse de particules de diamant dans lesquelles se trouvait une liaison appréciable diamant-diamant formant un bloc de diamant à claire-voie cohérent et une seconde face contenant du carbure de silicium et une petite quantité de silicium, uniformément dispersée dans la masse du diamant.

Le corps abrasif discoïde a été coupé de manière appropriée à l'aide de la technique de découpage au laser en plusieurs cubes et triangles. Les cubes ont été montés sur une tête de forage à surface rapportée du type illustré sur la figure 4 et les éléments triangulaires ont été de la même manière montés sur une tête de forage à surface rapportée du même type. Les pièces de forage rapportées de forme triangulaire suivant les enseignements du brevet U.S. n° 4 224 380 ont été également montées sur une tête de forage à surface rapportée du type illustré sur la figure 4. Ces trois têtes de forage ont été ensuite utilisées pour forer des trous dans du granite Norite et la vitesse de pénétration de chaque tête de forage par rapport à la profondeur forée a été mesurée pour une charge appliquée constante de 1000 kg Les résultats illustrés graphiquement sur la figure 5 représentent la vitesse de pénétration par rapport à la profondeur forée dans du granite Norite. On notera que la tête de forage contenant les éléments coupants cubiques a fourni une vitesse globale de forage bien supérieure, sous la même

charge appliquée, à celle obtenue avec les têtes de forage contenant les éléments coupants triangulaires. En outre, la vitesse globale de forage de la tête de forage contenant des éléments coupants triangulaires  
5 contenant du silicium selon l'invention était supérieure à celle de la tête de forage comportant des triangles fabriqués selon les enseignements du texte du brevet U.S. n° 4 224 380. Le granite Norite est une matière très dure ayant une résistance à la compression  
10 uni-axiale de 277 MPa. Il va de soi que les chiffres qui ont été indiqués n'ont qu'une valeur indicative et ne sauraient limiter les caractéristiques de la présente invention.

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

1. Outil abrasif ayant une partie active qui comporte une pièce abrasive rapportée (12) qui lui est fixée, cette partie rapportée étant soumise à une température élevée pendant la fabrication ou l'utilisation de l'outil, caractérisé en ce que la partie rapportée comprend une masse de particules de diamant qui se trouvent dans la proportion de 80 à 90% en volume de la partie rapportée et une seconde phase qui se trouve dans la proportion de 10 à 20% en volume de la partie rapportée, la masse des particules de diamant contenant une liaison de diamant-diamant appréciable de manière à former un bloc à claire-voie cohérent et la seconde phase étant essentiellement constituée de silicium, le silicium étant sous la forme de silicium et/ou de carbure de silicium.

2. Outil abrasif selon la revendication 1 caractérisé en ce que la partie rapportée (12,22) est exposée à une température supérieure à 850° C pendant la fabrication ou l'utilisation de l'outil.

3. Outil abrasif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il constitue un outil d'usinage ou rotatif comprenant un corps (10) et une partie abrasive rapportée (12) montée sur l'une de ses extrémités pour offrir une arête rotative ou d'usinage de l'outil.

4. Outil abrasif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie abrasive rapportée est d'une forme discale, triangulaire, cubique, rectangulaire, hexagonale ou irrégulière.

5. Outil abrasif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il constitue une tête de forage comprenant un corps rotatif ayant à l'une de ses extrémités une face coupante (20), la face coupante (20) comprenant plusieurs pièces rapportées abrasives (22) maintenues dans une matrice d'assemblage et présentant

des arêtes ou des pointes coupantes en guise de face (20).

6. Outil abrasif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il constitue une tête de forage à surface rapportée ou imprégnée.

7. Outil abrasif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les parties abrasives rapportées sont de section triangulaire, la base des triangles étant noyée dans la matrice d'assemblage et les sommets ainsi que les arêtes latérales se dégageant des triangles présentent des arêtes coupantes.

8. Outil abrasif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les pièces abrasives rapportées ont la forme d'un bloc, la majeure partie de chacune d'elles étant noyée dans la matrice de liaison et l'arête coupante de chacune d'entre elles étant munie d'une partie en saillie de forme pyramidale.

9. Outil abrasif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les parties abrasives rapportées ont la forme de cubes.

25

30

35

FIG 1

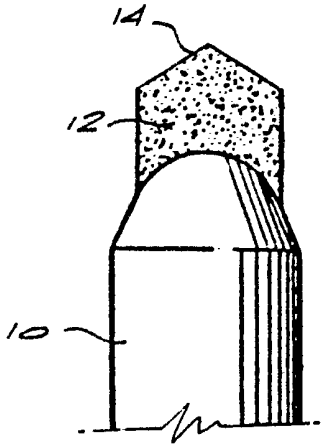


FIG 2

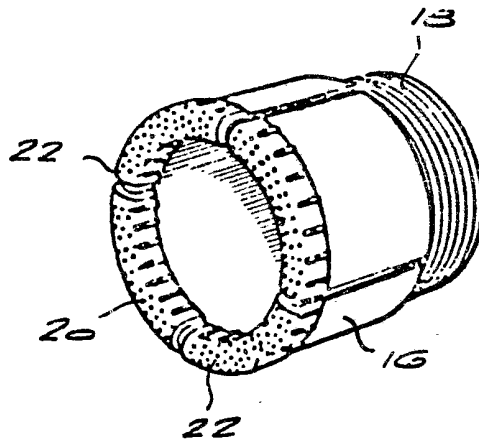


FIG 3

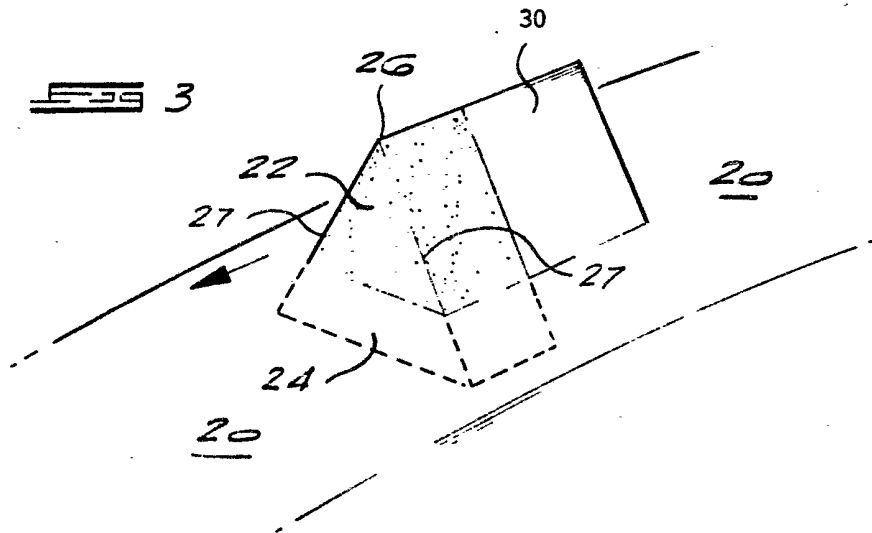




FIG. 4

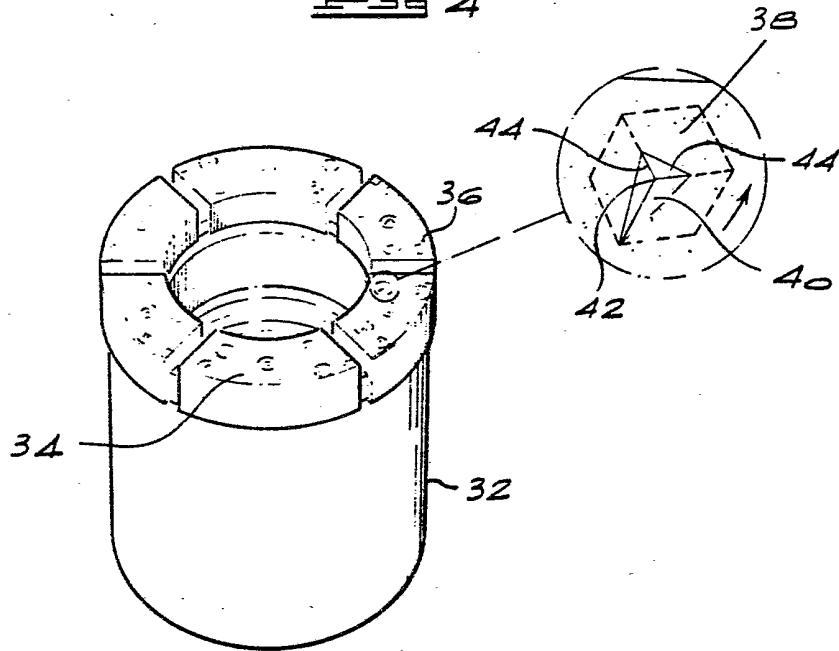


FIG. 5

