

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/087173 A1

(43) Date de la publication internationale
17 mai 2018 (17.05.2018)

(51) Classification internationale des brevets :
E21B 10/573 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/078653

(22) Date de dépôt international :
08 novembre 2017 (08.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
BE2016/5854 14 novembre 2016 (14.11.2016) BE

(71) Déposant : DIAROTECH S.A. [BE/BE] ; Centre Heracles
Zami 2, Chaussée de Charleroi, 95, 6060 Gilly (BE).

(72) Inventeurs : DELWICHE, Robert ; Rue Victor Allard, 11,
boîte 201, 1180 Uccle (BE). LAMINE, Etienne ; Chemin
des Tombelles, 8, 1490 Court-Saint-Etienne (BE).

(74) Mandataire : KIRKPATRICK ; Avenue Wolfers, 32,
1310 La Hulpe (BE).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,

FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))



WO 2018/087173 A1

(54) Title: ROCK-CUTTING TOOL AND METHOD FOR MINE AND OIL DRILLING

(54) Titre : OUTIL ET PROCÉDE DE COUPE DE ROCHE POUR FORAGES MINIERS ET PETROLIERS

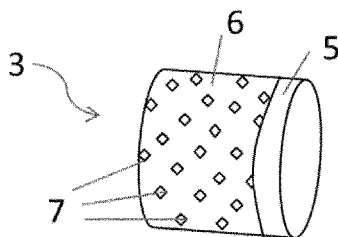


Figure 2.

(57) Abstract: The invention concerns a rock-cutting tool and the method for manufacturing this tool that comprises cutters (3) comprising a layer (5) of synthetic polycrystalline diamond (PCD), a diamond impregnation layer (6) with diamond particles and binding cobalt, characterised by the fact that the PCD layer rests directly, along a planar interface (8), on the diamond impregnation layer, the interface surface of which is planar by means of machining and on which diamond particles (12) are located.

(57) Abrégé : L'invention concerne un outil de coupe de roches et son procédé de fabrication de cet outil qui comprend des couteaux (3) comprenant une couche (5) de diamant synthétique polycristallin (PDC), une couche (6) d'imprégnation diamantée avec des particules de diamant et du cobalt de liaison, caractérisé par le fait que la couche PDC s'appuie directement, le long d'une interface plane (8), sur la couche d'imprégnation diamantée dont la surface d'interface est plane par usinage et sur laquelle affleurent des particules de diamant (12).

Outil et procédé de coupe de roche pour forages miniers et pétroliers

La présente invention concerne les outils de coupe de roches pour forages miniers et pétroliers ainsi que leur procédé de fabrication.

5

Les foreurs miniers ou pétroliers ont longtemps utilisé des outils de type tricône, dits « rockbits », c'est-à-dire ayant une tête de coupe comprenant trois têtes rotatives de forme coniques, munies de dents ou de picots pour forer plus ou moins efficacement tout type de terrain. Au fur et à mesure de la progression verticale de l'outil de forage, le tricône était
10 changé pour s'adapter à la nature de la formation rencontrée, c'est-à-dire à la dureté de la roche. En effet, il est fréquent de trouver des nappes pétrolières à une profondeur de plus de mille mètres et il faut traverser une succession de roches tendres, comme des argiles, et de roches dures, comme des grès, pour y accéder.

Dans les années 60, la mise au point des diamants synthétiques polycristallins (PDC) et leur
15 incorporation aux outils de forage en remplacement des dents et picots ont permis d'améliorer drastiquement l'efficacité de forage, en particulier au niveau des roches plus tendres et a conduit à l'abandon des outils « rockbits ».

En pratique, des couteaux PDC ont été fabriqués comprenant une couche de support très résistante au chocs, généralement à base de carbure de tungstène (WC), sur laquelle a été
20 formée une couche plus fine de PDC, par un procédé à haute pression-haute température (HPHT) ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD). Ces couteaux sont incorporés par brasage aux têtes de coupe rotatives, ou lames, des outils de forage, pouvant avoir des formes variées.

Cependant, ces couteaux PDC présentent plusieurs inconvénients. D'une part, la résistance à
25 l'usure de la couche PDC dépend fortement de la couche qui la supporte. La grande différence de coefficient d'expansion thermique entre le PDC (coefficient faible) et le support en carbure (coefficient élevé) induit un stress mécanique qui est particulièrement élevé à haute température. Or, lors du forage, les températures atteignent, au niveau de la tête de coupe, plusieurs centaines de degrés. Cela peut induire la formation de craquelures dans la couche
30 PDC et réduire notablement sa longévité. D'autre part, la faible résistance à l'usure par abrasion de la couche de support ainsi qu'une élasticité des roches induisent un talonnage et limitent fortement son action de soutien au PDC qui va se casser sous l'action du stress mécanique. Ces inconvénients réduisent donc l'application du PDC aux formations tendres.

Il a alors été proposé, pour renforcer les lames, d'ajouter sur les têtes rotatives de forage, dans l'épaisseur de la lame, des couteaux d'imprégnation diamantés, c'est-à-dire des taillants, imprégnés dans leur structure, généralement à base de carbure, d'une multitude de particules de diamants. Ces couteaux d'imprégnation diamantée sont fabriqués par des procédés de
5 métallurgie des poudres et sont beaucoup plus résistants à l'abrasion qu'une simple structure à base de carbure, chaque particule de diamant participant à l'abrasion de la roche. La combinaison de ces couteaux diamantés et des couteaux PDC dans des outils dits mixtes n'a cependant pas permis d'améliorer notablement les capacités de forage de l'outil. En effet, pour des raisons liées aux techniques de brasage, le couteau diamanté est situé trop loin de la
10 couche PDC et ne permet donc pas de renforcer efficacement son action. En présence d'une couche de formation dure, le couteau PDC s'use avant que le couteau diamanté ne puisse être vraiment efficace, et il n'est donc plus disponible pour une couche successive plus tendre. Or il est extrêmement long et coûteux de ressortir du forage une tête de coupe afin d'en remplacer l'outil.

15 La demanderesse a donc cherché à développer des outils de coupe de roches ayant des lames permettant de forer efficacement aussi bien des formations tendres que des formations dures, avec une usure minimale. C'est le but de la présente invention de proposer un outil hybride de coupe des roches, efficace et résistant, ainsi qu'un procédé de fabrication de cet outil.

Solution de l'invention

20 A cet effet, l'invention concerne un outil de coupe de roches avec des couteaux comprenant au moins une couche antérieure de diamant synthétique polycristallin (PDC), une couche postérieure d'imprégnation diamantée avec des particules de diamant et du cobalt de liaison, caractérisé par le fait que la couche PDC s'appuie directement, le long d'une interface plane, sur la couche d'imprégnation diamantée dont la surface d'interface est plane par usinage et
25 sur laquelle affleurent des particules de diamant, et les particules de diamant affleurantes de la couche d'imprégnation sont liées de façon covalente avec le diamant synthétique polycristallin.

Dans une forme de réalisation intéressante, il est prévu en alternance des couches d'imprégnation diamantée et des couches PDC.

30 US2014/0223839 décrit des couteaux ayant une couche antérieure de PDC s'appuyant sur une couche postérieure d'imprégnation diamantée avec des particules de diamants comprenant du cobalt de liaison. Cependant, l'interface entre ces deux couches n'est pas plane, et aucune

particule de diamant n'affleure à la surface de la couche d'imprégnation diamantée. La cohésion entre les deux couches est basée sur la non-planarité de l'interface qui augmente la superficie de cette interface.

Dans les couteaux de l'outil de la présente invention, la cohésion entre les deux couches se fait par des liaisons chimiques covalentes carbone-carbone, la couche PDC est comme sertie dans la couche d'imprégnation diamantée, ce qui augmente notablement l'adhésion entre les deux couches et rend l'outil plus résistant aux stress mécaniques résultant soit du contact direct avec la roche, soit des hautes températures pouvant être rencontrées dans les conditions de forage.

10 La présente invention propose également un procédé de fabrication d'un couteau d'un outil de coupe de roche suivant lequel

- on prépare des granulés de diamant avec une poudre contenant du tungstène, du carbone et du cobalt,
- on préforme une couche d'imprégnation diamantée par pression à froid des granulés dans un moule,
- la couche d'imprégnation diamantée préformée est frittée pour sertir les diamants,
- on usine la couche d'imprégnation diamantée frittée jusqu'à obtention d'une surface plane avec des diamants affleurants,
- on dépose une couche de poudre de diamant sur ladite surface plane et
- 20 - on convertit la couche de poudre de diamant en une couche de diamant synthétique polycristallin (PDC) liée de façon covalente auxdits diamants affleurants.

Avantageusement, chaque granulé ne contient qu'une particule de diamant.

Dans une forme de mise en œuvre du procédé de l'invention, le frittage de la couche d'imprégnation diamantée est réalisé par un procédé isostatique à chaud.

25 Il est clair que l'outil de l'invention et le procédé de fabrication d'un couteau, produit intermédiaire de l'outil, sont liés par un concept inventif, du fait de leurs mêmes caractéristiques essentielles destinées à résoudre le même problème.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de plusieurs formes de réalisation de l'invention, en référence au dessin en annexe sur lequel :

30 la figure 1 est une vue schématique en perspective de l'outil de l'invention ;

la figure 2 est une vue en perspective d'un couteau de l'outil de la figure 1 ;

la figure 3 est une vue en perspective de la couche d'imprégnation diamantée du couteau de la figure 2 ;

la figure 4 est un organigramme qui illustre schématiquement le procédé de l'invention et la figure 5 est une vue en perspective d'une variante de réalisation d'un couteau de l'outil de l'invention.

5 En référence à la figure 1, un outil 1 de coupe de roches possède trois lames 2 avec quatre couteaux 3 à l'extrémité libre de chaque lame. L'outil 1 est destiné à être animé d'un mouvement de rotation autour de son axe AA'. En référence à la figure 2, chaque couteau est formé d'une couche avant ou antérieure 5 en diamant synthétique polycristallin (PDC) et d'une couche arrière ou postérieure 6 d'imprégnation diamantée avec des particules de
10 diamant 7. En référence à la figure 3, la surface avant 8 de la couche postérieure 6, adjacente à la couche antérieure 5, est plane et des particules de diamant 12 y affleurent.

Le forage pétrolier utilise des outils qui creusent un trou de forme cylindrique. Les outils utilisés ont généralement une tête de coupe qui tourne à plus ou moins grande vitesse selon une direction. L'outil 1 possède trois lames 2 qui vont être en contact avec la formation
15 rocheuse à forer. En particulier, les couteaux 3 vont assurer le forage de la formation rocheuse.

La couche PDC 5 est très dure et forme l'arête de coupe qui va venir tailler en premier la formation rocheuse. Cette couche 5 est cependant relativement cassante et elle est supportée par une couche plus résistante au stress mécanique.

20 Usuellement, une couche de support en carbure de tungstène était utilisée pour servir de support, ce matériau présentant une excellente résistance au stress mécanique. Cependant, le carbure de tungstène est peu résistant à l'abrasion et s'use relativement vite au contact de la roche, ce qui réduit la durée de vie de la couche PDC. Bien qu'a priori moins résistante au stress mécanique, à cause de sa nature bi-phasique, une couche d'imprégnation diamantée 6
25 est ici utilisée pour supporter la couche PDC 5, ce qui présente au moins deux avantages : les particules de diamant 7 présentes dans une matrice de carbure de tungstène, contenant également du cobalt pour assurer la liaison de l'ensemble, augmentent la résistance du support à l'abrasion et participent activement au forage de la roche, d'une part et, d'autre part, la présence de ces particules de diamant permet de réduire la différence de coefficient
30 d'expansion thermique entre la couche de support 6 et la couche PDC 5, ce qui limite le stress mécanique qui apparaît lorsque l'outil chauffe à plusieurs centaines de degrés lors de sa rotation au contact de la roche. Il en résulte une amélioration certaine de la durée de vie de l'outil.

Le procédé utilisé pour la fabrication des couteaux 3 permet de leur apporter d'autres propriétés avantageuses.

En référence à la figure 4, l'étape 401 de granulation d'une poudre 9 avec des particules de diamants 7 aboutit à des granulés diamantés 10 qui sont ensuite moulés et comprimés à froid à l'étape 402 de préformation de la couche d'imprégnation diamantée. Cette couche préformée est ensuite soumise, à l'étape 403, à un frittage au terme duquel on obtient une couche d'imprégnation diamantée 11. Cette couche 11 est ensuite usinée à l'étape 404 jusqu'à rendre plane la surface 8 pour y découvrir des particules de diamants affleurantes 12. Une couche de poudre de diamant 13 est déposée sur la surface 8 à l'étape 405, puis une étape 406 permet la conversion de la poudre de diamant 13 en diamant synthétique polycristallin 5.

La poudre 9 utilisée à l'étape 401 comprend du carbone, du tungstène et du cobalt. La granulation est réalisée de telle sorte que chaque particule de diamant 7 soit enrobée dans une matrice de carbure de tungstène, le cobalt servant de liant, et même, que chaque granulé 10 ne contienne qu'une particule de diamant 7. Le choix de la taille de départ des particules de diamant 7, ainsi que des outils de filtrage utilisés ensuite, détermine la dimension des granulés 10. L'utilisation de tels granulés 10 permet d'obtenir une excellente homogénéité de la répartition des particules de diamant 7 dans toute la couche d'imprégnation diamantée 11. Ces particules 7 pourraient même ne pas se toucher entre elles, c'est-à-dire que la distance moyenne entre deux particules de diamant 7 serait constante dans toute la couche d'imprégnation 11.

Ces granulés 10 sont introduits dans un moule, dont la forme correspond à la forme de la couche d'imprégnation diamantée 11 désirée, puis compressés à froid pour préformer cette couche 11. La couche d'imprégnation diamantée est donc une couche de carbure de tungstène, contenant du cobalt, et dans laquelle sont réparties, de façon homogène, des particules de diamant.

L'étape de frittage 403 consiste à chauffer la poudre 9 contenant le carbone et le tungstène constituant les granulés 10 sans atteindre la fusion de ces éléments. La chaleur permet toutefois de faire fondre le cobalt qui y est également présent afin de souder/liar tous les éléments entre eux. Le cobalt joue ici un rôle de liant. Les techniques de frittage sont bien connues en métallurgie des poudres. On peut par exemple procéder au frittage par compression isostatique à chaud en ambiance gazeuse (hipping), ce qui permet d'obtenir une couche 11 dense et sertissant de façon renforcée les particules de diamant 7.

A ce stade, les particules de diamant 7 ayant été introduites sous forme de granulés « encapsulés », les surfaces de la couche d'imprégnation 11 exposent seulement du carbure de tungstène et du cobalt. Avant de former la couche PDC 5 sur l'une de ces surfaces, une étape 404 d'usinage est réalisée afin de planariser cette surface 8 et de faire affleurer des
5 particules de diamant 12 serties dans la couche d'imprégnation diamantée 6. L'usinage peut être réalisé par exemple par meulage ou laser.

La couche d'imprégnation diamantée usinée 6 peut alors être replacée dans un moule adéquat où de la poudre de diamant 13 est déposée sur la face usinée 8 de la couche 6 et où cette poudre de diamant 13 est convertie en PDC 5.

10 La conversion de la poudre de diamant 13 en une couche PDC 5 consiste en la formation de liaisons chimiques covalentes entre des atomes de carbone provenant de particules de diamant différentes constituant cette poudre 13, c'est-à-dire des liaisons qui vont souder les particules de la poudre entre elles pour former un seul élément dit « polycristallin ». Il n'y a pas à cette
15 étape d'apport de carbone, donc pas de nouvelle formation de diamant, mais la liaison d'une multitude de particules de diamant entre elle. Cette conversion a généralement lieu à haute température et nécessite un élément catalyseur, ici le cobalt. Du cobalt peut donc être ajouté à la poudre de diamant 13 pour faciliter la réaction. Cela n'est cependant pas ici nécessaire, les conditions de pression et de température utilisée à l'étape de conversion 406 étant telles que le cobalt contenu dans la couche d'imprégnation diamantée 6 peut migrer vers la surface 8 et
20 servir de catalyseur à la conversion 406. Le cobalt utilisé comme liant à l'étape 403 joue ici un second rôle, celui de catalyseur. L'homogénéité de la couche d'imprégnation diamantée 6 peut être intéressante pour permettre une migration homogène du cobalt vers toute la surface où la poudre de diamant 13 a été déposée, afin d'assurer la formation d'un PDC également homogène et solide.

25 Les conditions nécessaires à la conversion de l'étape 406 sont obtenues par exemple par un procédé haute pression-haute température (HPHT) bien connu dans la métallurgie des poudres.

Lors de cette conversion, non seulement les particules de la poudre de diamant 13 vont se lier entre elles, mais des liaisons vont également pouvoir se former entre des particules de la
30 poudre de diamant 13 et les particules de diamant affleurantes 12 de la couche d'imprégnation 6. La couche PDC 5 va donc être très fortement arrimée à sa couche de support 6, grâce à l'étape d'usinage qui a permis de faire affleurer à l'interface 8 entre les deux couches des particules de diamants 12.

Cela confère à l'ensemble du couteau une résistance supplémentaire au stress mécanique, la couche PDC 5 n'allant pas avoir tendance à se désolidariser de sa couche de support 6 sous l'effet de chocs ou de l'élévation de la température lors du forage. La durée de vie de l'outil est donc notablement améliorée ainsi que son efficacité face à une grande variété de formations rocheuses aussi bien tendres que dures.

Selon la profondeur à forer ainsi que la nature des roches qui vont être rencontrées, la forme de l'outil peut être variée, de même que la forme de ses lames ainsi que leur nombre. Dans certains cas, il peut être intéressant d'utiliser des couteaux multicouches 14 (figure 5), c'est-à-dire associant en alternance plusieurs couches d'imprégnation diamantée, ici les trois couches 61, 62 et 63 avec plusieurs couches PDC 51, 52 et 53.

Le procédé de fabrication de ces couteaux multicouches 14 reprend les mêmes étapes 401 à 406 précédemment décrites. Certaines de ces étapes peuvent être multipliées. Par exemple, la couche d'imprégnations diamantées 61 est usinée sur ses deux faces de contact avec les couches PDC 51 et 52. La couches d'imprégnation diamantée 62 est également usinée sur ses deux faces de contact avec les couches PDC 52 et 53. Encore plus généralement, la couche d'imprégnation diamantée peut être usinée sur plusieurs faces jusqu'à obtention de surfaces planes avec des diamants affleurants.

Dans cette configuration multicouche, les couches PDC 52 et 53 sont supportées chacune de part et d'autre par deux couches d'imprégnation, ce qui renforce encore leur résistance aux chocs. Chaque couteau a alors plusieurs arêtes de coupes.

Les couteaux décrits ici ont une forme cylindrique. Il est néanmoins possibles selon la configuration de l'outil, de fabriquer des couteaux ayant des formes diverses, plus ou moins complexes. Le procédé de fabrication décrit ici peut faire usage d'une grande variété de moules selon les besoins.

Revendications

1. Outil de coupe de roches avec des couteaux (3) comprenant au moins une couche antérieure (5) de diamant synthétique polycristallin (PDC), une couche postérieure (6) d'imprégnation diamantée avec des particules de diamant (7) et du cobalt de liaison, caractérisé par le fait que la couche PDC s'appuie directement, le long d'une interface plane(8), sur la couche d'imprégnation diamantée dont la surface d'interface (8) est plane par usinage et sur laquelle affleurent des particules de diamant (12), et les particules de diamant affleurantes (12) de la couche d'imprégnation (6) sont liées de façon covalente avec le diamant synthétique polycristallin (5).
2. Outil selon la revendication 1, dans lequel il est prévu en alternance des couches d'imprégnations diamantées (61, 62, 63) et des couches PDC (51, 52, 53).
3. Outil selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel les particules de diamant (7) de la couche d'imprégnation diamantée (6) sont réparties de façon homogène et ne sont pas en contact les unes avec les autres.
4. Outil selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche d'imprégnation diamantée (6) comprend du carbure de tungstène.
5. Procédé de fabrication d'un couteau d'un outil de coupe de roche suivant lequel
- on prépare des granulés (10) de diamant avec une poudre (9) contenant du tungstène, du carbone et du cobalt,
 - on préforme une couche d'imprégnation diamantée (11) par pression à froid des granulés (10) dans un moule,
 - la couche d'imprégnation diamantée préformée est frittée pour sertir les diamants (7),
 - on usine la couche d'imprégnation diamantée frittée (11) jusqu'à obtention d'une surface plane (8) avec des diamants affleurants (12),
 - on dépose une couche de poudre de diamant (13) sur ladite surface plane (8) et

- on convertit la couche de poudre de diamant (13) en une couche de diamant synthétique polycristallin (PDC) (5) liée de façon covalente auxdits diamants affleurants (12).

- 5 6. Procédé selon la revendication 5, selon lequel chaque granulé (10) ne contient qu'une particule de diamant (7).
7. Procédé selon les revendications 5 ou 6, selon lequel le frittage de la couche d'imprégnation diamantée (11) est réalisé par un procédé isostatique à chaud.
- 10 8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, selon lequel la conversion de la couche de poudre de diamant (13) en une couche PDC (5) est catalysée par du cobalt.
- 15 9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, selon lequel la couche d'imprégnation diamantée (11) est usinée sur plusieurs faces jusqu'à obtention de surfaces planes (8) avec des diamants affleurants (12).

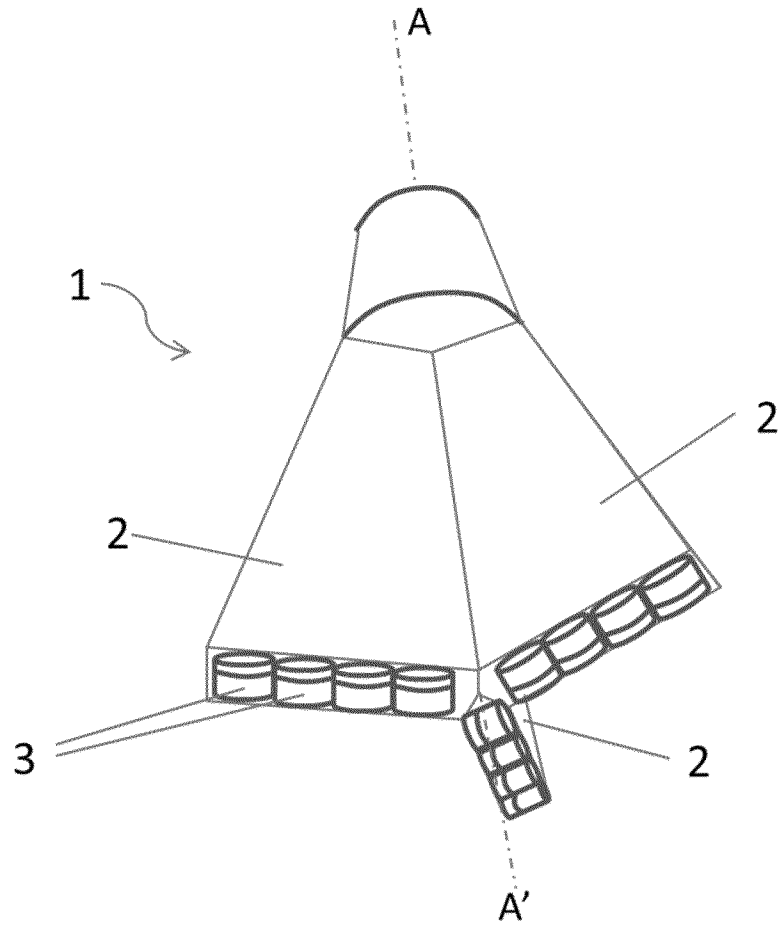


Figure 1.

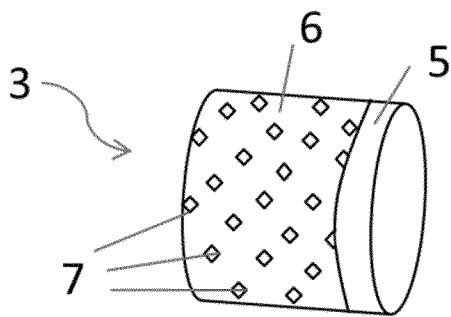


Figure 2.

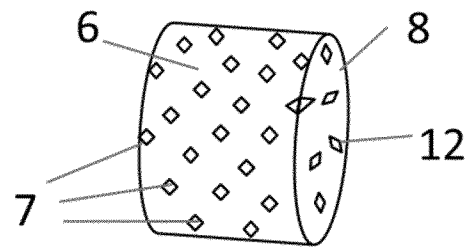


Figure 3.

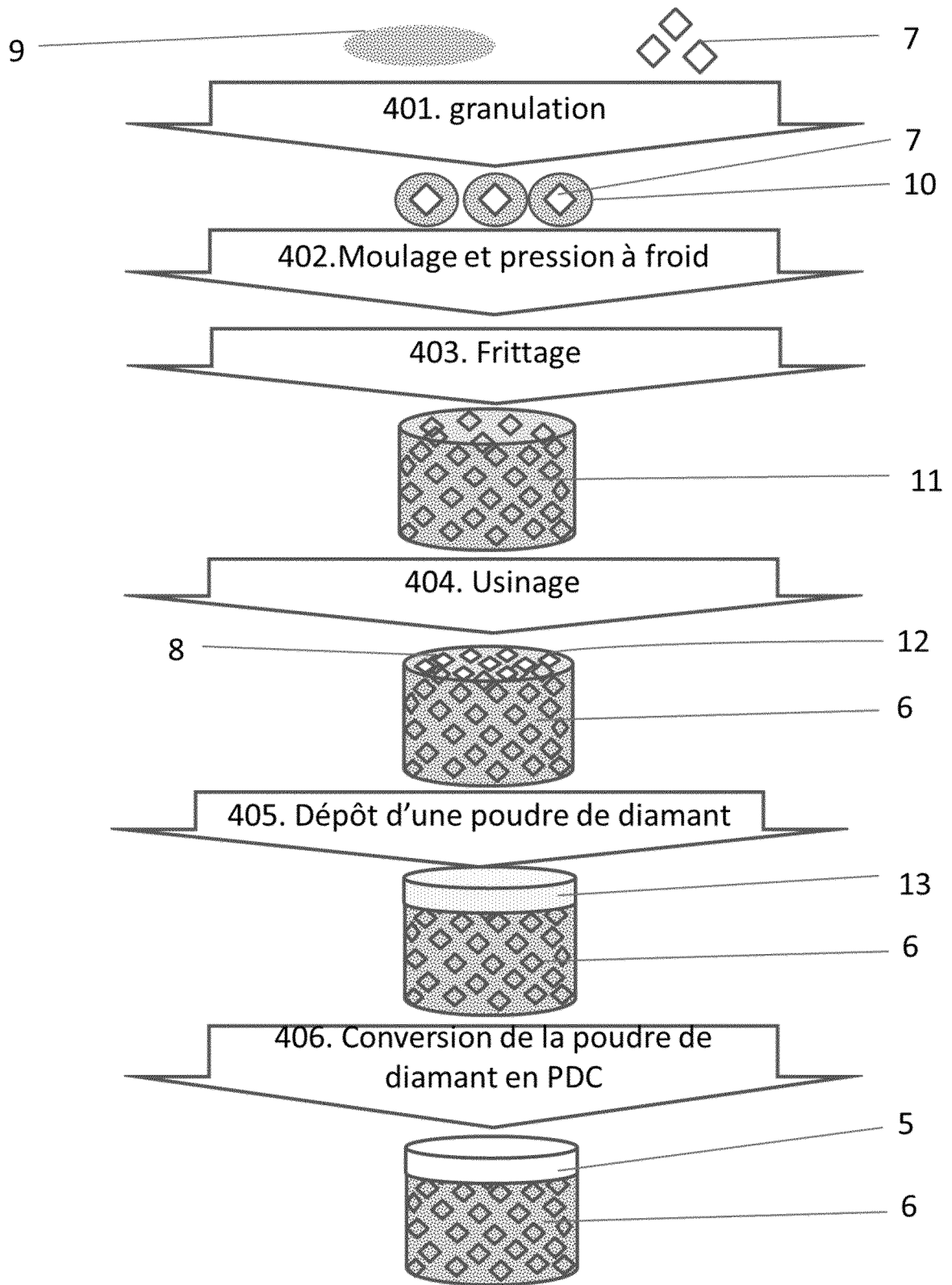


Figure 4.

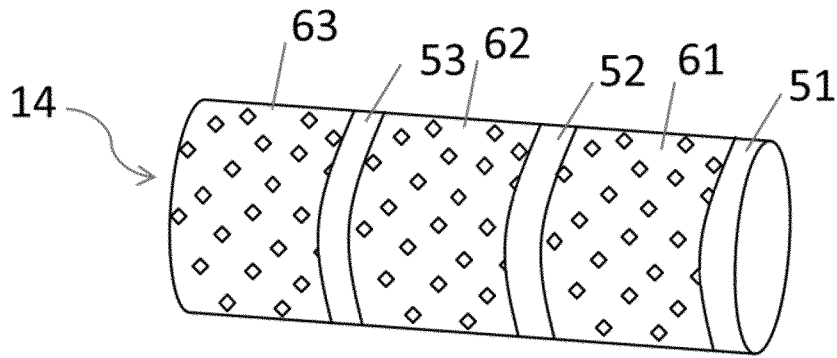


Figure 5.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2017/078653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. E21B10/573 ADD.				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E21B				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	US 2010/243337 A1 (SCOTT DANNY E [US]) 30 September 2010 (2010-09-30) figures 1,4 -----	1-4		
A	US 2014/223836 A1 (SHEN YUELIN [US] ET AL) 14 August 2014 (2014-08-14) cited in the application figures 2-4 -----	1-9		
A	US 2011/315456 A1 (LYONS NICHOLAS J [US]) 29 December 2011 (2011-12-29) figure 5 -----	1-9		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
29 January 2018	15/03/2018			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Dantinne, Patrick			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/078653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010243337 A1	30-09-2010	EP 2414615 A1	08-02-2012
		US 2010243337 A1	30-09-2010
		US 2014048341 A1	20-02-2014
		US 2015075082 A1	19-03-2015
		WO 2010117834 A1	14-10-2010

US 2014223836 A1	14-08-2014	CN 102189389 A	21-09-2011
		GB 2477646 A	10-08-2011
		GB 2487867 A	08-08-2012
		GB 2511227 A	27-08-2014
		US 2011192652 A1	11-08-2011
		US 2014223836 A1	14-08-2014

US 2011315456 A1	29-12-2011	BR 112012033027 A2	20-12-2016
		CA 2803831 A1	29-12-2011
		CN 102959177 A	06-03-2013
		EP 2585669 A2	01-05-2013
		RU 2013102914 A	27-07-2014
		US 2011315456 A1	29-12-2011
		US 2015121768 A1	07-05-2015
		WO 2011162999 A2	29-12-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n° PCT/EP2017/078653
--

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. E21B10/573 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) E21B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2010/243337 A1 (SCOTT DANNY E [US]) 30 septembre 2010 (2010-09-30) figures 1,4 -----	1-4
A	US 2014/223836 A1 (SHEN YUELIN [US] ET AL) 14 août 2014 (2014-08-14) cité dans la demande figures 2-4 -----	1-9
A	US 2011/315456 A1 (LYONS NICHOLAS J [US]) 29 décembre 2011 (2011-12-29) figure 5 -----	1-9
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
29 janvier 2018	15/03/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dantinne, Patrick	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/078653

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010243337	A1	30-09-2010	EP 2414615 A1	08-02-2012
			US 2010243337 A1	30-09-2010
			US 2014048341 A1	20-02-2014
			US 2015075082 A1	19-03-2015
			WO 2010117834 A1	14-10-2010

US 2014223836	A1	14-08-2014	CN 102189389 A	21-09-2011
			GB 2477646 A	10-08-2011
			GB 2487867 A	08-08-2012
			GB 2511227 A	27-08-2014
			US 2011192652 A1	11-08-2011
			US 2014223836 A1	14-08-2014
US 2011315456	A1	29-12-2011	BR 112012033027 A2	20-12-2016
			CA 2803831 A1	29-12-2011
			CN 102959177 A	06-03-2013
			EP 2585669 A2	01-05-2013
			RU 2013102914 A	27-07-2014
			US 2011315456 A1	29-12-2011
			US 2015121768 A1	07-05-2015
			WO 2011162999 A2	29-12-2011
