

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **84402210.3**

⑤① Int. Cl.⁴: **E 21 C 37/12, B 28 D 1/00**
// E21B43/26

㉔ Date de dépôt: **05.11.84**

③① Priorité: **07.11.83 FR 8318060**

⑦① Demandeur: **Vincent, Etienne, 25 chemin du Hutreau, F-49000 Angers (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **19.06.85**
Bulletin 85/25

⑦② Inventeur: **Vincent, Etienne, 25 chemin du Hutreau, F-49000 Angers (FR)**

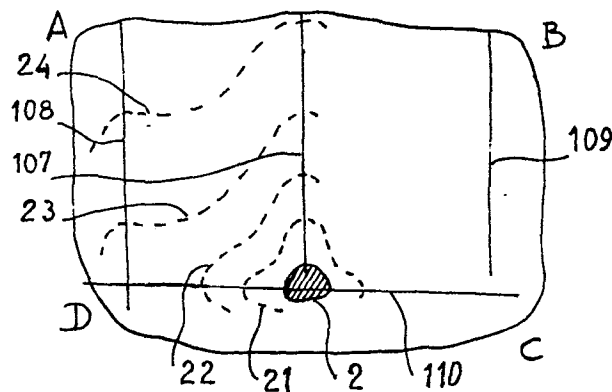
⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

⑦④ Mandataire: **Corre, André, Cabinet Corre A. 17, rue Pasteur, F-92300 Levallois (FR)**

⑤④ **Procédé de découpage d'une matière solide compacte.**

⑤⑦ La présente invention est relative au découpage de masses solides, et notamment à l'extraction et à l'équarrissage de roches.

Le but de l'invention est de fournir un procédé avantageux et économique pour découper la masse sensiblement suivant un plan choisi à l'avance. Pour cela on fore plusieurs trous (107 à 110) tous dans le plan choisi, et on fait progresser dans ce plan une fissure initiale (2), créée en un point où deux trous se trouvent très proches, par injection de fluide sous pression dans cette fissure, les trous étant tous maintenus sous pression sur une longueur suffisante pour servir de guidage à la propagation de la fissure, qui reste ainsi dans le plan choisi.



PROCEDE DE DECOUPAGE D'UNE MATIERE SOLIDE COMPACTE.

La présente invention est relative à un procédé de découpage d'une matière solide compacte.

5

L'invention résulte de recherches concernant l'extraction et l'équarissage de blocs de roche ornementale, telle que pierre de taille, granit, ardoise, marbre, mais elle peut trouver des applications dans des domaines et à des échelles très différents, par exemple la destruction de massifs importants de béton ou autres, la taille des pierres précieuses ou semi-précieuses, ou certains travaux de chirurgie et biologie, ou la préparation de pièces destinées à l'électronique, du genre des cristaux de quartz ou silicium, elle peut également être utilisée dans le travail de certains bois, matières synthétiques, etc., toutes les fois qu'on a besoin de créer dans une masse une coupure suivant un plan défini à l'avance.

20

Actuellement, pour faire une telle coupure, la méthode la plus courante consiste dans le creusement d'une rainure dans le plan choisi par enlèvement de matière à l'aide d'un outil tel que scie, fil, disque diamanté, haveuse. Une telle technique a l'avantage de fournir des surfaces très proches d'un plan, mais elle est lente et coûteuse, et elle entraîne une perte de matière qui constitue un désavantage si celle-ci est de grande valeur.

30

L'industrie de l'extraction et de la préparation de roches utilise également des méthodes plus rapides mettant en jeu des explosifs :

- création d'une fissure à l'aide d'ondes explosives partant simultanément de trous parallèles relativement rapprochés et situés dans le plan de coupure désiré, cette méthode exige le forage préalable de trous nombreux sur toute la surface de la coupure à obtenir,
- propagation d'une fissure dans le plan choisi, préalablement affaibli par la foration de mines

parallèles très rapprochées, fissure initiée sur l'un des bords libres du massif ou du bloc, cette méthode entraîne également des frais de forage importants, et n'exclut pas le risque de voir la

5 fissure dévier et se propager dans une direction différente de celle qui est désirée,

- dans certains cas, il arrive qu'on puisse employer un procédé consistant à développer une fissure dans une diaclase ou un joint plus ou moins recimenté

10 à partir d'un trou recoupant cette diaclase ou ce joint, trou soigneusement bouché et dans lequel on injecte un fluide sous pression, ce procédé est d'application restreinte, car il est nécessaire que la diaclase ou le joint préexiste à l'endroit

15 et avec l'orientation désirée pour le plan de coupure, en outre, il n'apporte pas de garantie contre une déviation au cas où la diaclase ou le joint s'arrêtent.

On avait proposé, il y a fort longtemps (brevet

20 FR 405.498) d'améliorer le contrôle de la direction de la fissure en forant des trous parallèles dans le plan de la coupure désirée et en pratiquant des amorces de ruptures dans la paroi du trou, dirigées également dans le plan de la coupure désirée. Le

25 certificat d'addition FR 12.434 au brevet précédent prévoyait d'améliorer le guidage à l'aide d'une cartouche d'explosif à parois fendues de telle façon que l'expansion du gaz se fasse en direction de l'amorce de rupture et à l'intérieur de celle-ci. Ce procédé n'a pas

30 eu d'application pratique, sans doute en raison de la difficulté de contrôler la direction de la fissure lorsqu'elle a progressé sur une certaine distance, ce qui oblige à prévoir des trous rapprochés.

35 Parmi les techniques actuellement utilisées pour créer une rupture par propagation d'une fissure on doit mentionner celles qui remplacent les gaz sous pression fournis par un explosif ou par tout autre procédé par un liquide, tel que l'eau, mis sous pression par une pompe, éventuellement dans un accumulateur

de pression, ou même par la déflagration d'un explosif lent.

Aucune des techniques n'a apporté d'amélioration
5 décisive au problème du contrôle de la direction dans laquelle va se développer la fissure devant amener la coupure recherchée.

La présente invention a pour but de fournir un procédé
10 permettant de créer une coupure dans toute matière solide compacte, procédé plus économique en énergie, en investissement et en temps que les techniques employées jusqu'ici tout en assurant un excellent
15 contrôle de la direction dans laquelle va se développer la fissure quelle que soit la position et l'orientation du plan de coupure désiré.

L'invention fournit donc un procédé pour créer une coupure sensiblement plane dans une masse de matière
20 solide compacte telle qu'un bloc ou un massif rocheux, ce procédé comprenant le forage, dans le plan de la coupure qu'on désire créer, d'au moins deux trous, l'obturation de ces trous et la mise en pression d'un fluide contenu dans leur partie obturée, caractérisé
25 en ce qu'on dispose ces trous de façon que chaque trou, dans une première zone du plan se trouve à une distance d'un autre trou inférieure à cinq fois environ son diamètre, ou recoupe cet autre trou, et se trouve plus espacé de cet autre trou dans une
30 seconde zone du plan, en ce qu'on obture chacun de des deux trous au moins entre la première zone du plan et la ou les extrémités libres des dits trous ou au niveau de celles-ci, en ce qu'on détermine une première valeur de pression P_1 capable d'entraîner
35 l'apparition, dans la première zone, mais non dans la seconde zone d'une fissure dans laquelle du dit fluide est insufflé, et une seconde valeur de pression P_2 capable d'entraîner, jusque dans la seconde zone, le guidage d'une fissure apparue dans la première zone et en

ce qu'on élève simultanément la pression dans les deux trous, au moins dans la première zone, jusqu'à la valeur P_1 et en ce qu'on maintient la pression dans les trous, au moins dans une partie de la seconde zone, à la valeur P_2 jusqu'à ce que la coupure ait l'extension désirée.

Comme on l'a dit, dans la première zone du plan de la coupure désirée, les trous peuvent se couper, ils peuvent également ne pas se couper, soit parce que l'un des trous se termine avant d'avoir rencontré l'autre, soit parce que les deux trous ne sont pas dans le même plan par suite d'un léger défaut d'orientation. Dans ce dernier cas, la coupure présente une distorsion dans la région où les trous sont rapprochés et se rapprochera de la forme sensiblement plane en s'écartant de cette région.

Par "apparition d'une fissure dans laquelle du dit fluide est insufflé", on entend soit la formation d'une discontinuité dans la masse, suivie de la pénétration du fluide depuis un trou dans cette discontinuité, soit la pénétration du fluide dans une discontinuité préexistante, avec en général élargissement de cette discontinuité. La propagation de la fissure jusqu'à l'extension désirée exige la pénétration, dans cette fissure, d'une quantité supplémentaire de fluide, ce qui exige le maintien, au moins dans une partie de certains trous, d'une pression d'insufflation. En général la pression d'insufflation nécessaire décroît fortement quand l'extension de la fissure augmente, et peut descendre bien au-dessous de la pression P_2 .

La pression P_1 capable d'entraîner l'apparition d'une fissure dans laquelle du fluide est insufflé, est toujours au moins égale à la pression P_2 nécessaire au guidage du développement ultérieur de cette fissure. La détermination des valeurs P_1 et P_2 peut résulter d'un calcul fait à partir des caractéristiques mécaniques de la masse, déterminées au préalable. Elle peut aussi être faite au moyen d'essais préalables, en

particulier dans le cas de matériaux de carrière ou analogues. Suivant une modalité avantageuse, avant d'élever la pression à la valeur P_1 dans la première zone, on crée des amorces de ruptures dans la dite première zone, ces amorces partant de la paroi d'au moins un des trous, dans le plan de la coupure à créer cela a pour effet d'abaisser la valeur de P_1 . Comme la formation d'une telle amorce est coûteuse, on a intérêt à limiter son extension à la première zone. Une telle amorce diffère de celle qui est décrite dans FR-A-405.498. Dans ce brevet, en effet l'amorce de rupture était destinée au guidage de la fissure, et devait donc avoir la plus grande extension économiquement possible, aussi bien dans le sens de la longueur du trou que dans une direction radiale.

Avantageusement, selon l'invention on crée l'amorce de rupture par l'explosion dirigée d'une très faible charge d'explosif brisant, ce qui crée à peu de frais une amorce de rupture de faible extension.

Lorsque la surface de la coupure désirée a une certaine extension, deux trous sont insuffisants pour un guidage correct. On peut alors prévoir un nombre convenable de paires de trous, mis en oeuvre simultanément ou non. Pour limiter les frais de démarrage d'une fissure, de confection d'amorces de rupture par exemple, on peut prévoir dans la dite seconde zone des trous supplémentaires qui recoupent au moins un des trous précités ou s'en rapprochent, et le maintien de la pression dans ces trous supplémentaires à la valeur P_2 , ce qui a pour effet qu'ils participent au guidage de la fissure apparue dans la première zone.

Un élément important de l'invention réside dans le contrôle de la fissure en cours de progression. Si la fissure progresse plus vite dans le plan à distance des trous qu'au voisinage de ceux-ci, sa limite prend une forme convexe dans la direction de propagation. Cela peut se produire si le fluide utilisé est

un gaz ou un liquide trop peu visqueux , la rencontre de deux flux à mi-distance des deux trous entraîne une progression plus rapide de la fissure dans cette région. Il en résulte que la progression de la fissure n'est plus guidée et peut s'écarter du plan choisi. Si au contraire, le fluide a de la difficulté à s'infiltrer dans la fissure, ce qui peut résulter de l'utilisation d'un fluide trop visqueux, la limite de la fissure prend une forme exagérément concave et tend à progresser à partir de chaque trou comme si l'autre n'existait pas et peut donc s'écarter, là aussi, du plan choisi. L'observation de la coupure peut renseigner à posteriori sur la nature des défauts, qui peuvent résulter d'une inadaptation du fluide à la matière à découper. Parmi les remèdes possibles on peut prévoir que dans le premier cas pour contrôler l'insufflation du fluide, on constitue celui-ci avec un liquide de viscosité convenablement choisie on met en pression avec un gaz ou un liquide de viscosité plus faible, contenu dans une membrane déformable placée à l'intérieur du trou. Dans le second cas, on peut disposer le long des parois du trou une membrane déformable qui ne s'étend essentiellement que dans la seconde zone.

L'invention va maintenant être exposée plus en détail à l'aide d'exemples non limitatifs, illustrés par les dessins parmi lesquels :

Fig. 1 est une coupe schématique selon le plan dans lequel on désire faire la coupure, montrant un ensemble de deux trous pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention,

Fig. 2 est une coupe analogue à celle de la Fig. 1 mais où on a foré deux ensembles de deux trous chacun, couvrant le plan de coupure désiré A B C D,

Fig. 3 est également une coupe analogue à celle de la Fig. 1 représentant un seul ensemble de quatre trous couvrant le plan de coupe désiré,

Fig. 4, 5 et 6 sont des coupes longitudinales et transversales de détail d'un trou.

Les Fig. 1 à 3 sont relatives au cas où on veut développer une fissure à l'intérieur du contour A B C D quelconque, situé dans un plan quelconque d'une masse de matière solide telle qu'un massif ou un bloc de roche quelconque.

5

Dans l'application la plus simple de ce cas, on fore deux trous 101, 102 (Fig. 1), dans le plan P de la coupure désirée, ou sensiblement dans ce plan. On les relie par une fissure initiale 2 et on procède
10 comme indiqué plus loin pour les mettre en pression. La mise en pression se fait à partir des deux trous, à moins qu'il n'y ait eu communication suffisante entre eux, auquel cas elle peut se faire à partir d'un seul trou. La fissure se développe alors en
15 étant fortement guidée le long des trous 101 et 102, du fait de la pression existant dans ces trous, elle se développe plus vite le long de ces derniers que dans la zone se trouvant entre eux et de ce fait a toujours tendance à rester dans le plan P même
20 lorsque les trous 101 et 102 sont relativement éloignés l'un de l'autre.

On a représenté par une ligne en tirets 20 la limite de la progression de la fissure à un moment donné.
25 Sur la même figure ces tracés 20a et 20b correspondent à une progression défectueuse de la fissure : le tracé 20a convexe dans le sens de la progression, c'est-à-dire vers le haut de la figure peut résulter de l'interaction de deux flux de fluide provenant
30 des trous 101 et 102 et venant se rencontrer à peu près à égale distance de ces trous. On conçoit que la fissure risque de prendre la forme d'une fraction de cône limitée par deux génératrices correspondant aux deux trous. Le tracé 20b exagérément concave,
35 est dû à une insufflation insuffisante de fluide à une certaine distance des trous. La fissure peut prendre alors une orientation aberrante, en hélice par exemple, au voisinage de chaque trou. Un certain guidage, mais moins important, existe également dans la zone du plan situé à l'extérieur de celle qui

est entre les trous 101 et 102. Ce guidage est de moins en moins efficace à mesure qu'on s'écarte des trous.

- 5 Le schéma de la Fig. 2 comprend deux ensembles de chacun deux trous 102, 104 et 105, 106, avec deux amorces de fissuration initiale donnant un guidage qui s'étend à une zone plus étendue que dans le cas de la Fig. 1.

10

- Dans les ensembles tels que 101, 102 ou 103, 104 où les trous ne se recoupent pas, il est généralement préférable de créer une amorce de fissuration artificielle, il suffit de créer cette amorce uniquement dans
15 la zone où les deux trous sont très proches. Elle peut être créée mécaniquement avec un outil approprié, on peut aussi faire exploser une très faible longueur de cordeau détonnant disposé le long d'au moins une génératrice de l'un des trous contenue dans le plan
20 P. Il est préférable de donner un effet directif à l'explosion par exemple en disposant le cordeau dans l'axe d'un demi tube métallique de faible diamètre.

- Dans un ensemble tel que 105, 106 de la Fig. 2 où
25 deux trous se croisent, on peut éventuellement initier le développement de la fissure grâce à la seule pression P_1 existant dans les deux trous, et créant une forte concentration de contrainte au point de croisement. Cette pression est alors plus élevée que celle nécessaire
30 lorsqu'on crée une fissure artificielle, mais comme on le verra plus loin cette augmentation de pression peut ne s'effectuer que dans la zone où les deux trous se croisent.

- 35 Dans la Fig. 3 on a supposé que l'on créait une seule fissure initiale 2 à l'endroit où deux trous 107 et 110 se recoupent ou se trouvent très proches l'un de l'autre, le trou 110 se prolongeant au-delà de cet endroit. Cette fissure se développera alors le long du trou 107 et de part et d'autre, le long du

trou 110. A partir de l'endroit où deux autres trous 108 et 109, également maintenus sous pression P2, recoupent ou se trouvent très rapprochés du trou 110, la fissure se trouve guidée par ces trous 108 et 109 et finalement on guide fortement la fissure le long de tous les trous et dans l'espace compris entre ces trous, la progression étant indiquée par les lignes en tirets 21 à 24. La fissure se trouve donc guidée sur une très grande surface avec un très faible nombre de trous. Chacun des trous comporte l'un des moyens décrits plus loin pour exercer une pression sur ses parois, un seul des trous pourra comporter des moyens d'insufflation dans la fissure initiale 2 mais tout ou partie des trous peuvent comporter des zones d'insufflation qui ne deviennent actives qu'après le passage de la fissure dans ces zones.

Enfin des schémas identiques à ceux des Fig. 1, 2 et 3 peuvent être créés dans des plans P se recoupant à l'intérieur du massif ou du bloc, déterminant ainsi des blocs plus petits, tous limités par des parois sensiblement planes.

Les Fig. 4 à 6 illustrent les différents dispositifs pouvant équiper chacun des trous 1 d'une paire de trous telle que 101, 102 pour les mettre en pression. Chacun des trous comprend au moins un bouchon obstruant sa ou ses extrémités libres. Il peut être très court tel que 3. Ce bouchon peut également être constitué par un élément de tuyauterie 5 élastique transversalement, décrit plus loin.

La pression P2 agissant sur les parois du trou pour le guidage de la fissure peut s'exercer soit uniformément sur tout le périmètre du trou, soit principalement seulement sur deux secteurs opposés de ce périmètre, secteurs disposés de part et d'autre du plan P de la coupure.

Dans le premier cas cette pression peut être égale à la pression d'insufflation sur toute la longueur du trou mais le fluide d'insufflation peut être isolé de la fissure se développant le long du trou par un gainage 4 de façon à ce que l'insufflation ne se fasse que dans la zone de fissuration initiale et éventuellement dans certaines zones que l'on désire privilégier. En dehors de la zone de fissuration initiale qui se trouve obligatoirement soumise à la pression, variable dans le temps d'insufflation on exerce selon l'invention sur les parois une pression P2 pour le guidage de la fissure. Pour ce faire on peut par exemple introduire dans le trou un ou plusieurs éléments de tuyauterie 5, élastiques transversalement, bien fermés à leurs extrémités et contenant un fluide que l'on met à la pression P2 désirée. Si cette dernière pression est inférieure à la pression d'insufflation on sépare ces deux zones où règnent des pressions différentes par un bouchon intermédiaire étanche 6.

Dans le cas où la pression ne s'exerce que sur deux secteurs opposés du trou, dans tout ou partie de la longueur du trou, on peut entre autre avoir les dispositifs repris dans les Fig. 5 et 6 représentant les coupes du trou dans les zones où sont installés de tels dispositifs. Dans la Fig. 5 on a représenté deux pièces d'appui rigides 7 de la longueur désirée, exerçant sur des secteurs 8 opposés, l'effort que leur transmet un élément de tuyauterie gonflable 9. Les secteurs 8 sont, évidemment, de part et d'autre du plan P.

Dans la Fig. 6 on a une seule pièce rigide 10 et deux éléments de tuyauterie gonflable 11 s'appuient d'un côté sur cette pièce rigide 10, et d'autre part sur les secteurs opposés 8.

La mise sous pression des fluides d'insufflation et de guidage peut être réalisée par de nombreux

moyens connus et non décrits ici.

Le fluide d'insufflation, sous pression, soit peut être amené de l'extérieur en traversant le ou les
5 bouchons 3, 6 ainsi que la zone à pression constante 5 dont il restera isolé, soit être fourni par le fluide initialement disposé dans le trou et par les gaz provenant de la déflagration d'un explosif lent ou d'une poudre, ou tout autre moyen générateur de gaz
10 sous pression. On peut être amené à ce que cette déflagration se produise en plus d'un temps de façon à ne produire au début qu'une faible quantité de gaz, puis dans une ou des séquences ultérieures, au moment où une partie des fluides d'insufflation
15 s'échappe à l'extérieur, une plus forte quantité de gaz.

De même le fluide se trouvant dans le ou les éléments de tuyauterie gonflable 5, 9, 11 peut être mis sous
20 pression soit par un fluide sous pression amené de l'extérieur, soit par un autre procédé tel que déflagration, l'essentiel étant que la pression s'exerce sur les parois du trou avant que ne se développe la fissure le long de ces parois.

1. Procédé pour créer une coupure sensiblement plane dans une masse de matière solide compacte telle qu'un bloc ou un massif rocheux, ce procédé comprenant le forage, dans le plan de la coupure qu'on désire créer, d'au moins deux trous, l'obturation de ces trous et la mise en pression d'un fluide contenu dans leur partie obturée, caractérisé en ce qu'on dispose ces trous de façon que chaque trou, dans une première zone du plan, se trouve à une distance d'un autre trou inférieure à cinq fois environ son diamètre, ou recoupe cet autre trou, et se trouve plus espacé de cet autre trou dans une seconde zone du plan, et en ce qu'on obture chacun de deux trous au moins entre la première zone du plan et la ou les extrémités libres des dits trous, ou au niveau de celles-ci, en ce qu'on détermine une première valeur de pression P_1 capable d'entraîner l'apparition dans la dite première zone, mais non dans la seconde zone, d'une fissure dans laquelle du dit fluide est insufflé, et une seconde valeur de pression P_2 capable d'entraîner le guidage, jusque dans la seconde zone d'une fissure apparue dans la première zone, et en ce qu'on élève simultanément la pression dans les deux trous, au moins dans la première zone, jusqu'à la valeur P_1 et en ce qu'on maintient la pression dans les trous, au moins dans une partie de la seconde zone, à la valeur P_2 jusqu'à ce que la coupure ait l'extension désirée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que avant d'élever la pression à la valeur P_1 dans la première zone, on crée des amorces de rupture dans la dite première zone, ces amorces partant de la aproi d'au moins un des trous, dans le plan de la coupure à créer.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on crée l'amorce de rupture par l'explosion dirigée d'une très faible charge d'explosif brisant.

5 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on prévoit, dans la dite seconde zone, des trous supplémentaires, qui recoupent au moins un des trous précités ou s'en rapprochent, et en ce qu'on maintient la pression dans ces trous supplémentaires
10 à la valeur P_2 , ce qui a pour effet qu'ils participent au guidage de la fissure apparue dans la première zone.

15 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on contrôle l'insufflation du fluide dans la fissure de telle façon qu'on évite que la limite de la fissure ne progresse en prenant, entre les trous, une forme convexe dans le sens de sa progression, ou bien une forme exagérément concave.

20 6. Procédé selon la revendication 5 caractérisé en ce que pour contrôler l'insufflation du fluide, on constitue celui-ci avec un liquide de viscosité convenablement choisie, qu'on met en pression avec un gaz ou
25 un liquide de viscosité plus faible, contenu dans une membrane déformable placée à l'intérieur du trou.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour contrôler l'insufflation du fluide dans
30 la fissure, on dépose le long des parois du trou une membrane déformable qui ne s'étend essentiellement que dans la seconde zone.

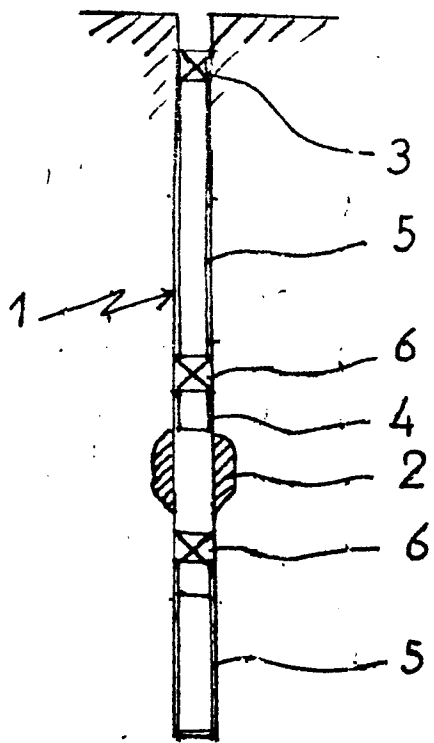


Fig. 4

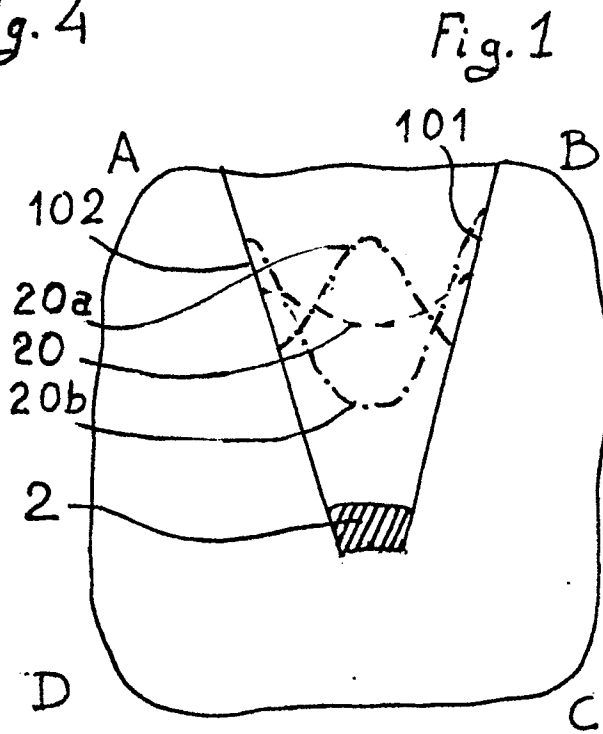


Fig. 1

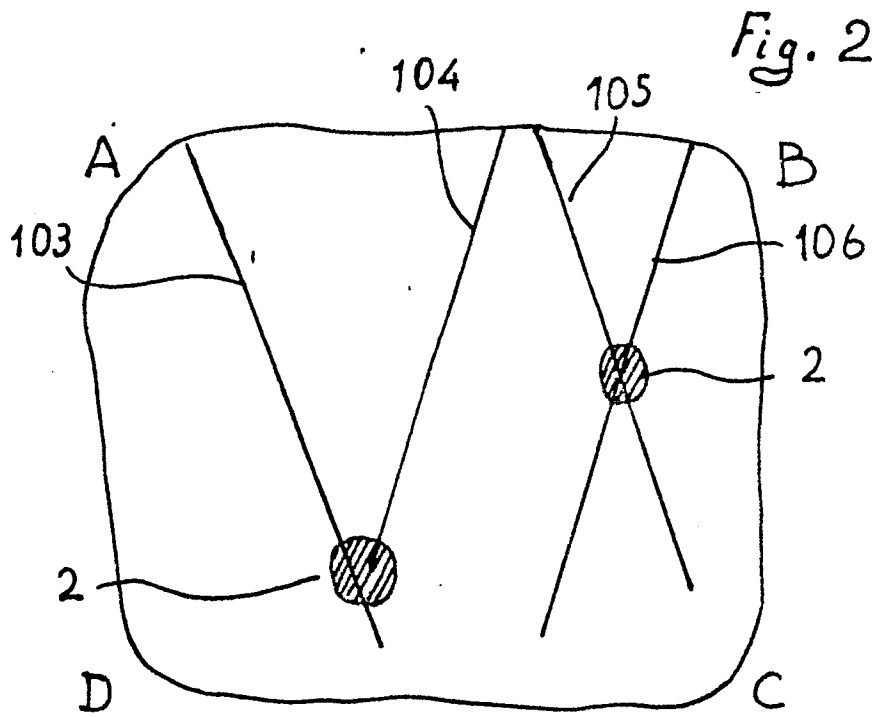


Fig. 2

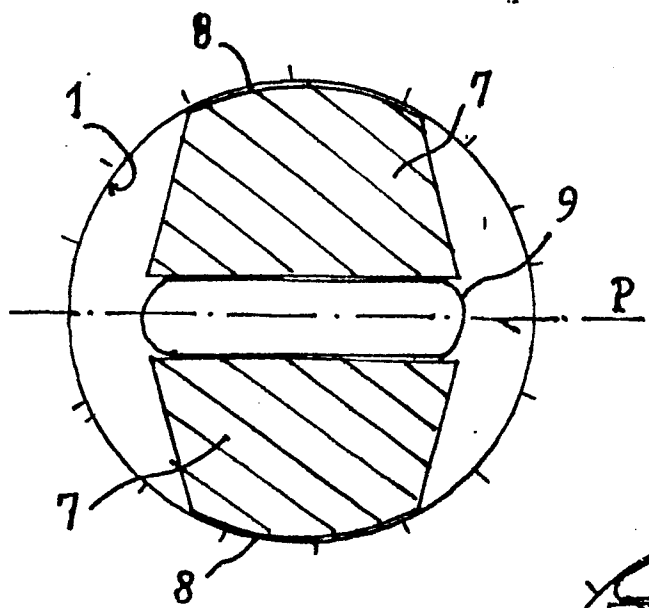
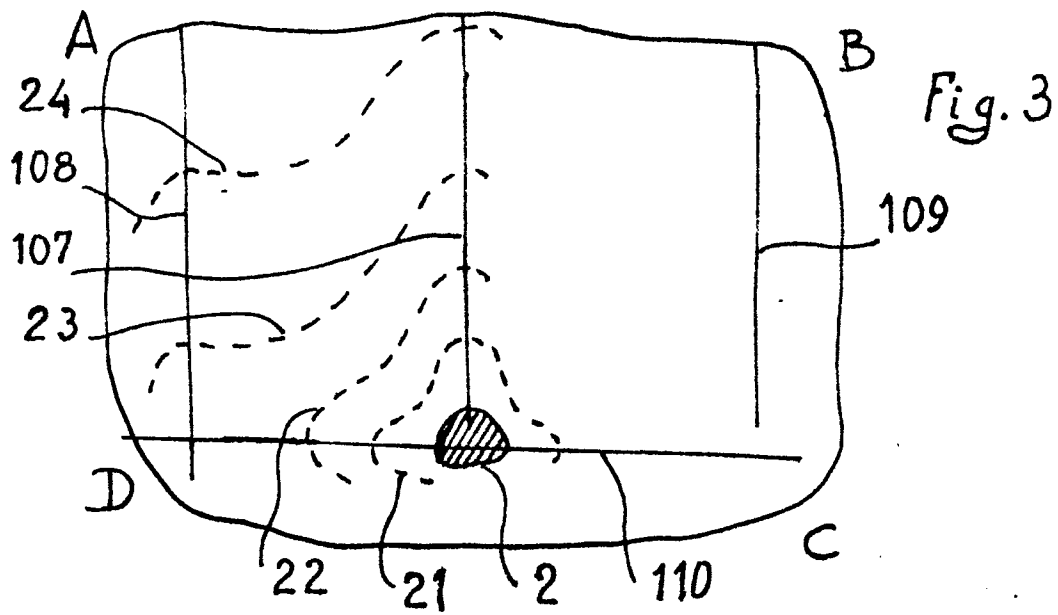


Fig. 6

