

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 86200119.5

51 Int. Cl.⁴: **E 21 B 43/243**
E 21 B 43/30, C 10 J 5/00

22 Date de dépôt: 29.01.86

30 Priorité: 07.03.85 BE 214614

43 Date de publication de la demande:
15.10.86 Bulletin 86/42

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

71 Demandeur: **Institution pour le Développement de la
Gazéification Souterraine**
rue du Chéra 200
B-4000 Liège(BE)

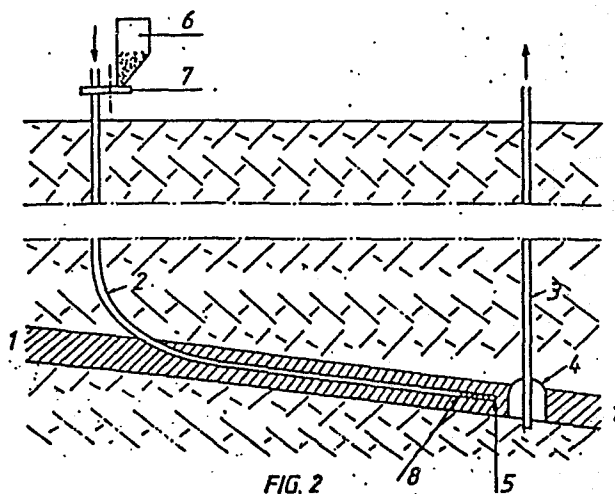
72 Inventeur: **Ledent, Pierre**
Parc de Sainval 5
B-4040 Tiffin(BE)

72 Inventeur: **Sonntag, Claus**
Allée Haute Colline 26
B-4950 Beaufays(BE)

74 Mandataire: **Dellicour, Paul**
Office de Brevets E. Dellicour rue Fabry 18/012
B-4000 Liège(BE)

54 Nouveau procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants dans les chantiers de gazéification souterraine du charbon.

57 Le procédé consiste en ce que le déplacement du point d'injection des agents gazéifiants est obtenu en obturant progressivement la partie terminale (5) des tubages, soit par des injections pneumatiques de matériaux granulés inertes additionnés d'un matériau thermodurcissable, soit par la fermeture de soupapes (9) disposées à intervalles réguliers à l'intérieur des tubages.



Nouveau procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants dans les chantiers de gazéification souterraine du charbon.

La gazéification souterraine des gisements de charbon constitués de couches minces situées à grande profondeur pose un certain nombre de problèmes.

- 5 Pour des raisons économiques il est nécessaire de développer des gazogènes de grande surface et, dans l'état actuel de la technique, ceci implique que les gazogènes se développent à partir de sondages de grande longueur, forés dans l'épaisseur de la couche.

10

Pour résister aux pressions de terrains, il faut que ces sondages soient pourvus de revêtements solides et que ces revêtement n'aient pas à subir simultanément l'effet de températures élevées et des contraintes résultant de la

- 15 pression lithostatique. Cette condition peut être satisfaite par l'utilisation de tubages métalliques classiques, si l'on adopte une méthode d'exploitation retraitant dans laquelle, pendant toute la durée de leur utilisation, les sondages servent à injecter des agents gazéifiants à

20 basse température.

Les disposition adoptées doivent également assurer un con-

tact aussi intime que possible entre les agents gazéifiants et le charbon, cette condition étant indispensable à la production d'un gaz de bonne qualité.

- 5 Le brevet UK-2004297 A décrit un procédé d'exploitation retraitante, dans lequel le contact intime entre les agents gazéifiants et le charbon est obtenu par le remblayage méthodique des zones déjà gazéifiées, le matériau de remblayage étant un matériau granulé transporté pneumatiquement à travers les sondages utilisés pour l'injection des agents gazéifiants.

- Compte tenu du grand volume de vide qui subsiste après la gazéification du charbon, ce procédé requiert l'injection de très grandes quantités de matériaux et l'opération de remblayage peut s'avérer particulièrement coûteuse.

- Le brevet US 4 334 579 décrit un procédé d'exploitation retraitante, dans lequel le contact intime entre les agents gazéifiants et le charbon est obtenu sans apport de remblai, en procédant périodiquement à la rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants, de telle façon qu'une quantité suffisamment grande de charbon vierge reste présente, en permanence, entre le point d'injection des agents gazéifiants et les zones déjà gazéifiées.

- Dans l'une des variantes envisagées, l'injection des agents gazéifiants est réalisée par de longs sondages forés dans l'épaisseur de la couche, le point d'injection étant déplacé progressivement de l'extrémité du sondage jusqu'à son point d'origine en utilisant, à cet effet, un tube d'injection rétractable ou dégradable par la chaleur.

La présente invention est relative à un nouveau procédé de rétraction du point d'injection des agents gazéifiants, injectés dans des sondages en veine de grande longueur.

- 5 Dans le procédé conforme à l'invention la rétraction du point d'injection ne résulte pas de la destruction ou de la rétraction du tube utilisé pour l'injection des agents gazéifiants mais elle est obtenue par l'obturation progressive de la partie terminale de ce tube, par des in-
- 10 jection pneumatiques de sable ou d'autres matériaux granulés inertes, additionnés d'un liant thermodurcissable.

- Du fait de cette obturation une forte différence de pression est maintenue, en permanence, entre l'intérieur du
- 15 tube d'injection des agents gazéifiants et la zone où se développent les réactions de gazéification ; il en résulte que les agents gazéifiants qui s'échappent par une série d'orifices ménagés, à intervalles réguliers, dans les parois du tube d'injection peuvent filtrer, à travers
- 20 la couche, sur une distance de quelques mètres, en profitant du supplément de perméabilité qui résulte du fluage du charbon dans les zones situées le long d'une galerie ou à proximité d'une cavité.

- 25 Le procédé conforme à l'invention est susceptible d'être appliqué suivant deux variantes.

- Dans une première variante, l'obturation progressive de la partie terminale du tube d'injection des agents gazéifiants
- 30 est obtenue par des injections dans le courant d'agents gazéifiants de sable ou d'autres matériaux granulés inertes additionnés d'un liant thermodurcissable, introduits dans la conduite d'alimentation des agents gazéifiants et trans-

portés pneumatiquement.

Dans une seconde variante, l'obturation progressive de la partie terminale du tube d'injection des agents gazéifiants est obtenue par la fermeture de soupapes, disposées à intervalles réguliers à l'intérieur du tube d'injection des agents gazéifiants, cette fermeture étant commandée par des dispositifs qui réagissent à l'élévation de température résultant de la progression du front de gazéification.

Le procédé conforme à l'invention est illustré, à titre d'exemple seulement, par les dessins schématiques annexés, dans lesquels sont représentés en :

15

Figure 1 une coupe dans le plan d'une couche de charbon à faible pendage, suivant la première variante d'application ;

20 Figure 2 une coupe verticale, suivant le plan XY de la figure 1 ;

Figure 3 une coupe à travers un élément du tubage utilisé pour l'application de la deuxième variante du procédé ;

25

Figure 4 une coupe dans le plan de la couche qui illustre l'utilisation de la deuxième variante du procédé, et

Figure 5 une coupe dans le plan de la couche, qui illustre l'utilisation de l'une ou l'autre variante du procédé pour l'exploitation d'un panneau de grande largeur.

30

Dans les schémas des figures 1 et 2 la couche 1, située

dans un gisement vierge à plus de 800 mètres de profondeur, est recoupée par un sondage dévié à grand rayon 2, qui se prolonge par une section rectiligne de 200 mètres à 300 mètres de longueur, forée dans l'épaisseur de la
5 couche.

Un sondage vertical 3 recoupe la même couche, à proximité de l'extrémité du sondage 2.

10 De la surface jusqu'au toit de la couche les deux sondages sont revêtus de tubages (casings) reliés aux roches par cimentation.

Dans les parties situées en couche, les deux sondages sont
15 revêtus de tubages (liners) perforés qui permettent le passage des gaz, tout en s'opposant au fluage du charbon.

Le tubage du sondage 2 est obturé à son extrémité (point 5).

20

Le sondage 2 est destiné à l'injection des agents gazéifiants et le sondage 3 à la récupération du gaz produit.

L'opération débute par la mise à feu du charbon, au fond
25 du sondage 3, en utilisant à cette fin l'une des méthodes connues : auto-inflammation du charbon par injection d'air chaud, par injection d'air enrichi d'oxygène ou par l'utilisation de produits chimiques auto-inflammables tels que le silane ou le triéthylborane.

30

Pendant une période de quelques jours on entretient la combustion du charbon autour du puits 3, en alternant des périodes d'injection d'air, à une pression supérieure

à la pression minimale de fracturation du gisement, et des périodes de décompression du puits, pour l'évacuation des gaz de combustion.

- 5 Cette première opération a pour résultat de créer, autour du puits 3, une zone d'éboulis 4, de grande perméabilité, qui correspond au vide produit par la combustion du charbon et comblé par le foisonnement du charbon situé sur le pourtour et par la chute de pierres provenant du toit de la couche.
- 10

- La liaison entre les sondages 2 et 3 est réalisée par rétrocombustion, en injectant à travers le sondage 2 un agent gazéifiant à base d'oxygène tel que : air, mélange
- 15 oxygène + vapeur d'eau ou mélange oxygène + CO_2 .

- Pendant cette opération les pressions, qui règnent au fond des sondages 2 et 3, sont contrôlées par mesure directe ou par un calcul tenant compte des pressions mesurées à la surface, des débits en circulation et des pertes
- 20 de charge dans les deux puits.

- Dès que l'écart de pression entre le fond du puits 2 et le fond du puits 3 tombe en deça d'une certaine valeur
- 25 de consigne (de l'ordre de 5 bar à 10 bar) on procède à la rétraction du point d'injection des agents gazéifiants par obturation de la partie terminale du sondage 2.

- A cet effet, se trouve installé en surface à côté du
- 30 puits 2 un silo sous pression 6, contenant une réserve de matériaux granulés, et un distributeur alvéolaire 7, dont la rotation permet d'injecter ces matériaux granulés dans le flux d'agents gazéifiants.

La diminution de l'écart entre les pressions mesurées au fond des sondages 2 et 3 provoque la mise en mouvement du distributeur alvéolaire et l'injection d'une première quantité de matériaux granulés. Cette première quantité
5 injectée parvient au fond du sondage quelques dizaines de secondes plus tard et un nouveau mouvement du distributeur alvéolaire est déclenché si, à ce moment, l'écart entre les deux pressions n'a pas encore rejoint sa valeur de consigne.

10

Lorsque cette valeur de consigne est atteinte, une certaine longueur de la partie terminale du sondage 2 est obturée par les matériaux granulés et il en résulte que le point d'injection des agents gazéifiants se trouve dé-
15 placé du point 5 jusqu'au point 8, là où se situe la fin de la partie obturée.

La circulation des agents gazéifiants, entre le point 8 et la cavité 4, se fait par filtration à travers le char-
20 bon, en bénéficiant de l'accroissement de perméabilité qui résulte du fluage du charbon, en direction des espaces vides. Le front de gazéification progresse à partir de la cavité 4, en se déplaçant à contre-courant du sens d'écoulement des agents gazéifiants. Ce mode de fonctionnement
25 a pour effet d'assurer la production d'un gaz de haute qualité, grâce au grand développement des surfaces de contact gaz-solide et à la dispersion très uniforme du flux d'agents gazéifiants.

30 Le fonctionnement du distributeur de matériaux granulés peut être rendu entièrement automatique par l'utilisation d'un microprocesseur dont le programme fournit, à tout moment, la valeur de l'écart entre les pressions qui

règnent au fond des puits 2 et 3.

Les matériaux granulés injectés sont constitués, en majeure partie, de matériaux inertes tels que : sable, co-
5 rindon ou poudre de verre. A ces produits sont ajoutés 20 % à 30 % d'un matériau thermodurcissable choisi dans la gamme des résines époxy ou dans toute autre gamme de produits chimiques de caractéristiques équivalentes. Cette addition peut être réalisée par mélange de grains
10 inertes et de granules de matériau résineux ou par enrobage des grains inertes dans une fine couche de résine.

Ces produits sont destinés à réagir, lorsque la partie
15 du sondage, dans laquelle a été réalisée l'obturation, est atteinte par l'onde thermique, qui progresse en avant du front de gazéification. Sous l'effet de la chaleur, les matériaux granulés injectés se transformeront en un béton résineux, adhérent aux parois du tubage à
20 l'intérieur duquel ils ont été injectés, de telle façon que l'obturation de la partie terminale du sondage ne soit pas remise en question par la progression du front de gazéification et par la destruction thermique de l'extrémité du tubage.

25

Dans la seconde variante d'application du procédé, le tubage du sondage, dans la partie forée dans l'épaisseur de la couche, est divisé en éléments de quelques mètres de longueur.

30

La figure 3 représente une coupe médiane à travers l'un de ces éléments.

A l'extrémité amont de cet élément le tubage peut être obturé par le déplacement de la tête de soupape 9, qui vient reposer sur la siège de soupape 10.

- 5 La fermeture de la soupape est provoquée par la pression du ressort 11, qui agit sur la queue de soupape 12.

En l'absence de toute élévation de température la soupape est maintenue, en position ouverte, par la tige 13, qui
10 coulissera à l'intérieur de la gaine 14 mais dont le déplacement est empêché par la présence du bouchon 15.

Au centre de ce bouchon se trouve un cylindre fusible, constitué d'un alliage de plomb et d'étain, dont le point
15 de fusion est de l'ordre de 200° C à 300° C. Lorsque le front de gazéification s'approche du bouchon 15, l'élévation de la température provoque la fusion du cylindre fusible. Dès lors, la tige 13 peut coulisser librement dans la gaine 14 et ceci libère la soupape, qui se referme
20 sous l'action du ressort 11.

La gaine 14 est maintenue dans l'axe du tubage, par un ou plusieurs centraliseurs, tels que 16.

25 Chaque élément du tubage comporte une partie perforée 17 et un ou plusieurs bourrages (packers) tels que 18, constitués de lamelles flexibles en métal ou en matière plastique, qui peuvent s'écarter sous l'effet de la pression et assurer l'étanchéité entre la paroi extérieure du
30 tubage et le charbon qui constitue la paroi intérieure du sondage.

La figure 4 illustre l'utilisation de la seconde variante

du procédé.

Comme dans la première variante, l'opération débute par la mise à feu du charbon au fond du sondage 3 et par la
5 création, autour de ce sondage, d'une zone d'éboulis 4 de grande perméabilité.

La liaison entre les sondages 2 et 3 est réalisée par
rétrocombustion, en injectant à travers le sondage 2 un
10 agent gazéifiant à base d'oxygène.

Au début de cette opération l'agent gazéifiant est injecté à travers la partie perforée du dernier élément de tubage.

15 La chaleur dégagée par l'opération de rétrocombustion entraîne une élévation de température dans le charbon situé au voisinage de la zone de réaction et cette élévation de température se propage, en avant du front de réaction, en progressant du puits 3 vers le puits 2.

20

Lorsque la température de l'extrémité du tubage d'injection de l'agent gazéifiant atteint 200° C à 300° C, le cylindre fusible situé à l'extrémité du dernier élément de tubage fond, ce qui provoque la fermeture de la soupape 19, si-
25 tuée à l'extrémité amont de cet élément. A partir de ce moment l'agent gazéifiant est injecté dans la veine à travers la partie perforée de l'avant-dernier élément de tubage.

30 Lorsque la température, au voisinage de la soupape 19, atteint 200° C à 300° C, le cylindre fusible situé à l'extrémité de l'avant-dernier élément de tubage fond à son tour, ce qui provoque la fermeture de la soupape 20.

Grâce à la répétition de ce processus, le point d'injection de l'agent gazéifiant se maintient, en tout temps, à quelques mètres en avant du front de gazéification et ceci assure la dispersion du flux d'agent gazéifiant par
5 filtration à travers le charbon.

La figure 5 illustre l'utilisation du procédé conforme à l'invention pour l'exploitation d'un panneau de grande
10 largeur.

10

Pour la préparation de ce panneau un certain nombre de sondages parallèles 21 sont forés dans l'épaisseur de la couche, à intervalles de 20 mètres à 30 mètres, et une galerie 22, reliée au sondage d'évacuation des gaz 23,
15 est tracée dans une direction perpendiculaire à la direction des sondages 21. Ces travaux préparatoires sont réalisés à partir d'une galerie minière sous-jacente par une méthode décrite au brevet GB-A-2 086 930 ou à partir de la surface par la technique des sondages déviés.

20

La mise à feu du gazogène souterrain est réalisée tout le long de la galerie 22.

Les agents gazéifiants sont injectés, simultanément, par
25 tous les sondages 21, chacun d'eux étant doté d'un dispositif d'injection de matériaux granulés ou d'une série de soupapes permettant d'assurer la rétraction contrôlée du point d'injection.

30 La gazéification provoque l'élargissement progressif de la galerie 22 et le déplacement du front de gazéification, à contre-courant du sens d'écoulement des agents gazéifiants.

L'onde de pression des roches, qui se déplace en avant du front de gazéification, provoque l'écrasement progressif des piliers de charbon qui séparent les sondages 21, ce qui conduit à un élargissement progressif des zones
5 de charbon, à travers lesquelles s'effectue la filtration des agents gazéifiants.

Les courbes 24 et 25 montrent deux position successives du front de gazéification et des points d'injection qui
10 y correspondent.

Si on le compare aux procédés précédemment utilisés pour effectuer la rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants, le procédé conforme à l'inven-
15 tion présente les avantages suivants :

- Il simplifie la réalisation de l'opération de rétraction du point d'injection, qui peut être entièrement automatisée et qui n'entraîne plus d'interruption dans
20 le processus de gazéification.
- Il permet de réaliser les opérations de rétraction du point d'injection, par petits pas successifs, uniformément répartis dans le temps, ce qui évite les fluctuations dans la composition et dans les caractéristiques
25 du gaz produit.
- Il maintient une importante différence de pression entre les sondages d'injection et la zone de gazéification, ce
30 qui permet d'assurer la dispersion des agents gazéifiants par filtration à travers la masse du charbon, avec pour conséquence un contact très intime entre gaz et solides, qui favorise le production d'un gaz de bonne qualité.

Revendications

1. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants distribués à travers un ou plusieurs sondages (2) forés dans l'épaisseur de la couche (1) et revêtus de tubages (liners) perforés, caractérisé en ce que le déplacement du point d'injection des agents gazéifiants est obtenu en obturant progressivement la partie terminale (5) des tubages.
- 10
2. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'obturation de la partie terminale (5) des tubages est obtenue par des injections pneumatiques de matériaux granulés inertes, additionnés d'un liant therm durcissable, le rythme de ces injections étant réglé de manière à maintenir, en tout temps, entre l'intérieur des sondages d'injection (2) et la zone de gazéification une différence de pression suffisamment élevée pour que les agents gazéifiants puissent filtrer à travers le charbon, sur une distance de quelques mètres.
- 15
- 20
3. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants suivant les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les matériaux injectés sont constitués de sable, de corindon ou de verre broyé, additionnés de 20 % à 30 % de résine époxy.
- 25
4. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants suivant les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'injection des produits granulés est réglée par un distributeur alvéolaire (7), dont le mouvement est asservi à un dispositif automatique, qui
- 30

maintient constant l'écart de pression entre l'extrémité (5) du sondage d'injection (2) et l'extrémité du sondage de récupération (3) du gaz produit.

5 5. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection des agents gazéifiants suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'obturation de la partie terminale des tubages est obtenue par la fermeture de soupapes (9) disposées à intervalles réguliers à l'intérieur des tubages,
10 ces fermetures étant commandées par des dispositifs qui réagissent à l'élévation de température résultant de la progression du front de gazéification.

6. Procédé de rétraction contrôlée du point d'injection
15 des agents gazéifiants suivant les revendications 1 et 5, caractérisé en ce que le dispositif qui commande la fermeture de chaque soupape (9) comporte une tige métallique (13) qui peut coulisser à l'intérieur d'une gaine (14) de quelques mètres de longueur, l'extrémité de cette gaine (14)
20 étant obturée par un bouchon (15) dont le centre est constitué d'un alliage dont le point de fusion est de l'ordre de 200° C à 300° C.

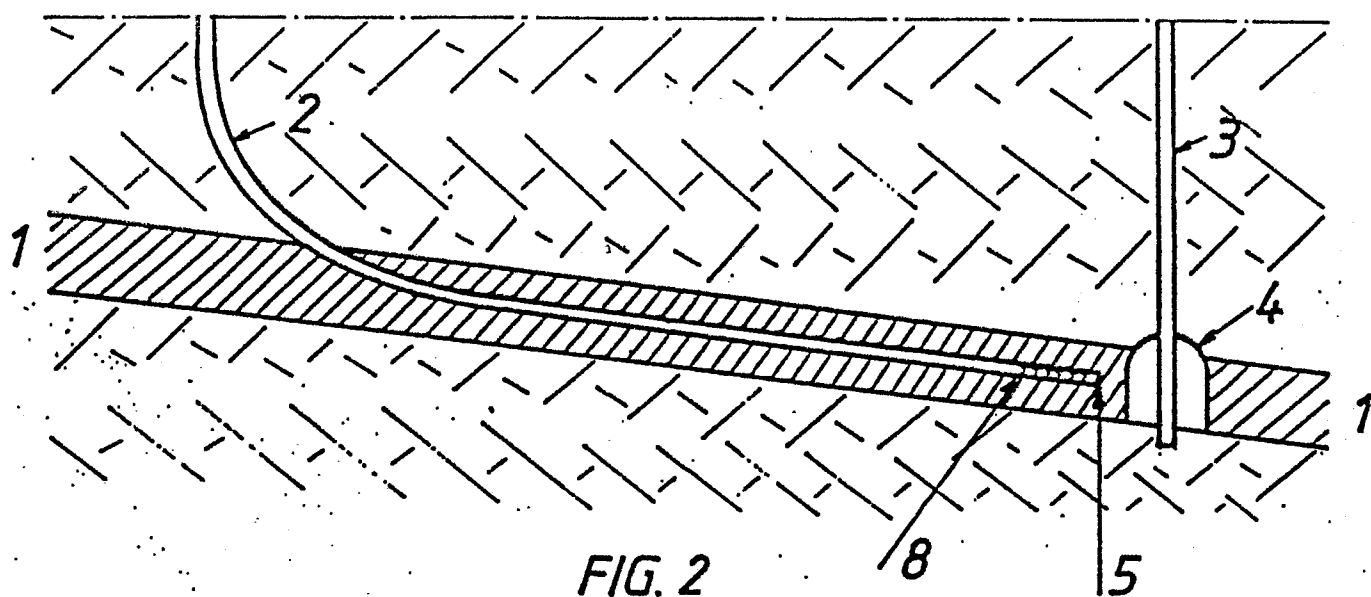
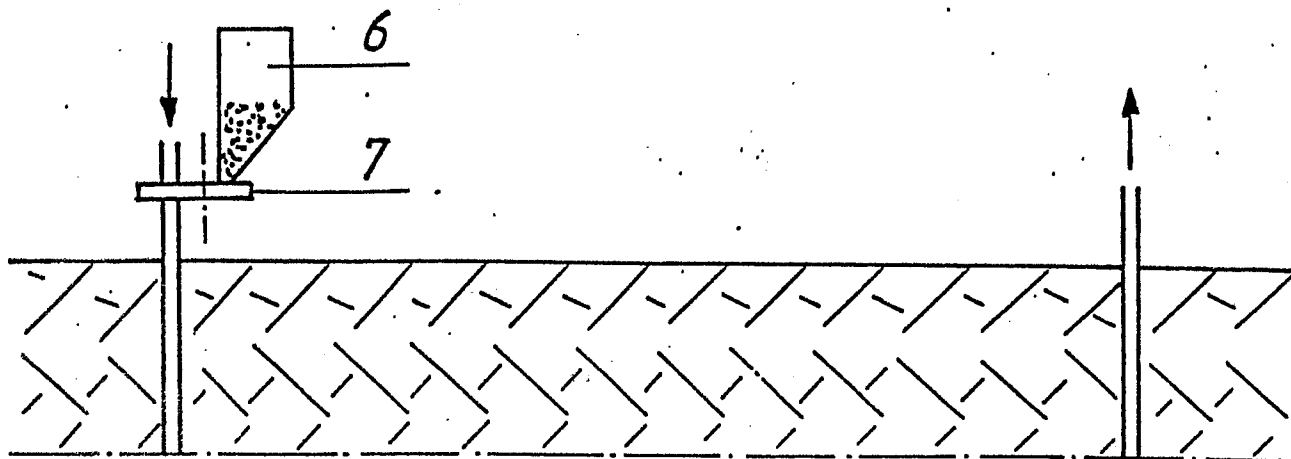


FIG. 2

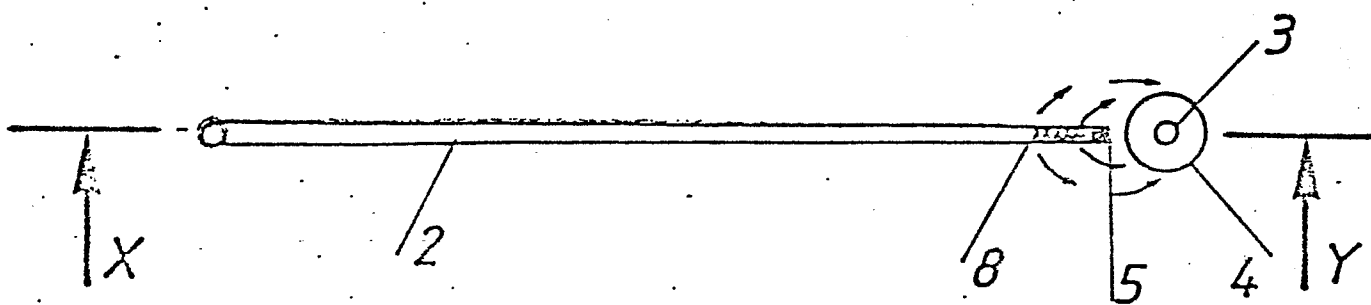


FIG. 1

FIG. 3

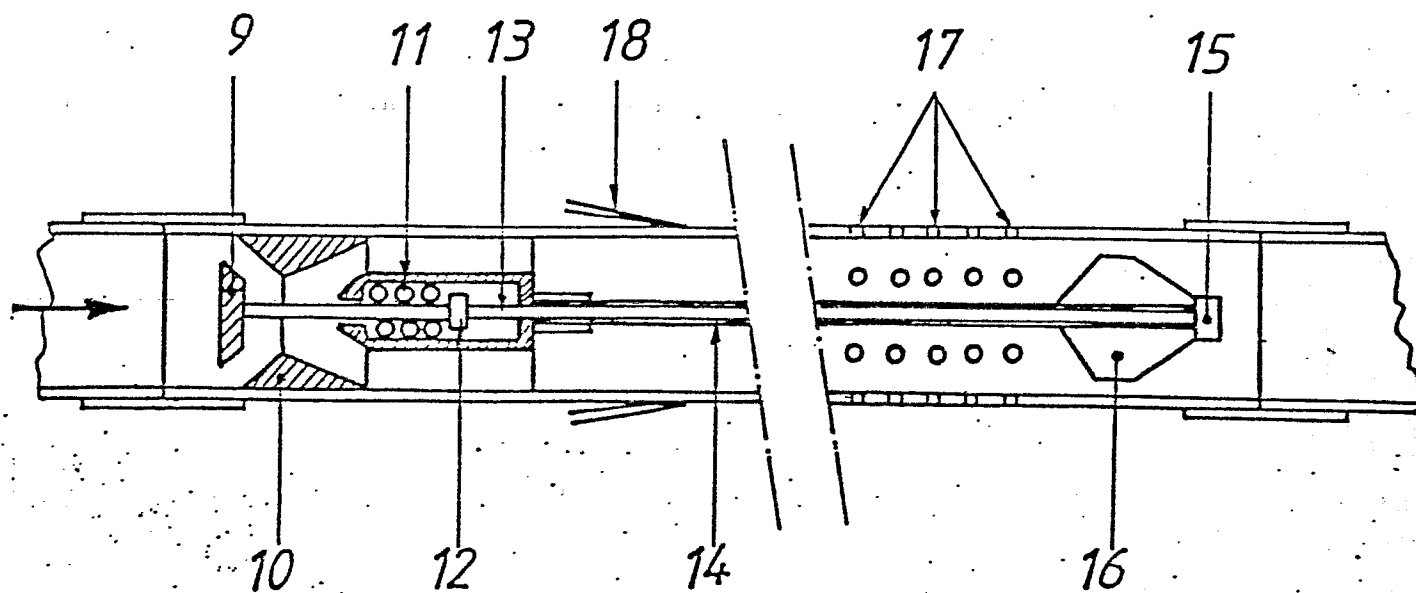
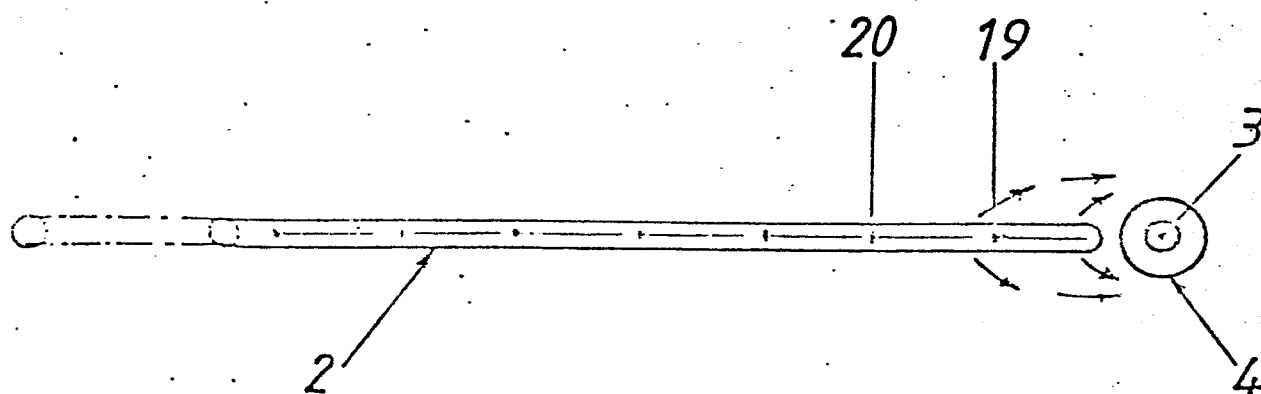


FIG. 4



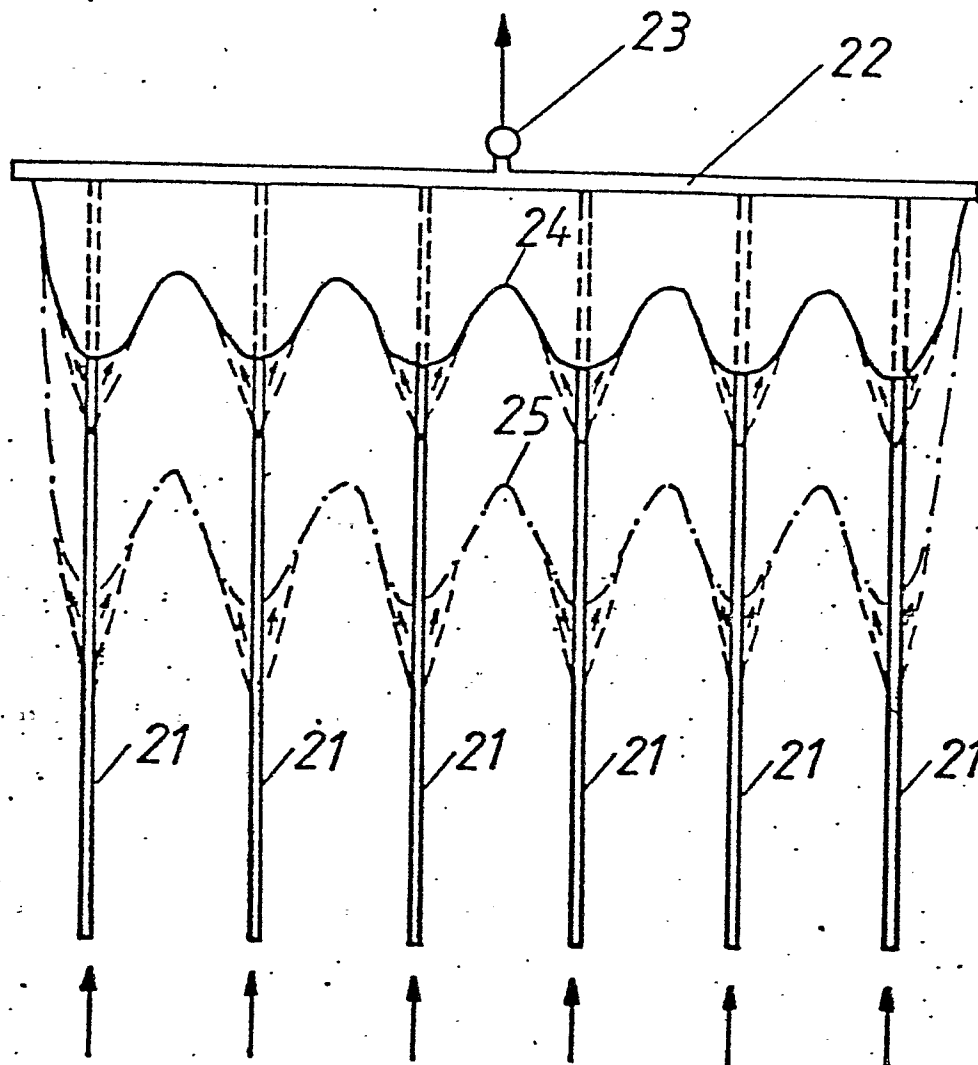


FIG. 5



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 4)
Y,D	GB-A-2 004 297 (GRUPPING) * En entier *	1,2,5	E 21 B 43/248 E 21 B 43/30 C 10 J 5/00
A	---	3	
Y	US-A-3 242 989 (SCHLICHT) * Colonne 3, lignes 21-28; colonne 4, lignes 20-35 *	1,2,5	
A	FR-A-1 006 248 (SOCIETE FRANCAISE DE RECHERCHES TECHNIQUES) * En entier *	1,2,5	
A	US-A-4 248 302 (CHURCHMAN) * En entier *	1,5	
A	FR-A-2 409 544 (INSITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES) * Revendications 1-3 *	5,6	
A	US-A-4 222 437 (SABOL)		
A,D	US-A-4 334 579 (GREGG) -----		

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche
LA HAYE

Date d'achèvement de la recherche
14-03-1986

Examineur
PAUCNIK B.

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