

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 82400780.1

⑸ Int. Cl.<sup>3</sup>: **E 21 B 43/243, E 21 B 36/02,**  
**E 21 B 7/14**

⑱ Date de dépôt: 29.04.82

⑳ Priorité: 05.06.81 FR 8111149

⑺ Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR)**

㉑ Date de publication de la demande: 15.12.82  
Bulletin 82/50

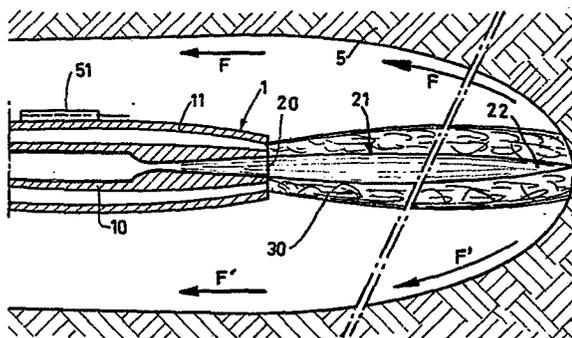
⑿ Inventeur: **Grenier, Maurice, 3, rue Camille Tahan, F-75018 Paris (FR)**

㉒ Etats contractants désignés: **AT BE DE FR GB IT LU NL SE**

Ⓜ Mandataire: **Leclercq, Maurice et al, L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 7 (FR)**

⑮ **Procédé et installation de gazéification souterraine de charbon.**

⑯ L'invention concerne la gazéification du charbon.  
On produit in situ un jet d'oxygène (21) à dard (22) entrant en impact avec le charbon avec une enveloppe (30) de vapeur d'eau. Le gaz combustible est extrait en un courant (F') s'écoulant à contre-courant du jet d'oxygène et est ramené à la surface au travers du même forage qui a servi à l'arrivée d'oxygène.  
Application à la gazéification souterraine et in situ du charbon.



**EP 0 067 079 A1**

L'invention concerne un procédé de gazéification souterraine de charbon, selon lequel on conduit au travers d'un forage un agent gazéificateur, que l'on projette in situ en direction d'une veine de charbon, où l'on extrait un gaz combustible résultant d'une combustion incomplète dudit charbon, que l'on conduit à la surface en un courant s'écoulant à contre-courant et autour du jet d'agent gazéificateur et qui est conduit à la surface au travers dudit forage. On sait qu'on assure ainsi la formation de gaz combustible comprenant généralement au moins du monoxyde de carbone, et des quantités très variables de méthane. L'intérêt de ce procédé est de n'utiliser qu'un seul forage pour les produits admis et le combustible soutiré, mais le problème posé est celui d'éviter toute réaction complémentaire de combustion entre l'agent gazéificateur et le gaz combustible résultant de la combustion incomplète et, à cet effet, on a été amené soit à faire avancer en permanence la tête délivrant l'agent gazéificateur jusqu'à parvenir à proximité immédiate du front de charbon où s'effectue la combustion, ce qui présente des inconvénients de commande et de choc thermique, soit à diluer l'agent gazéificateur dans des capsules de protection projetées circulant par gravité vers le front de combustion.

La présente invention a pour but de simplifier les moyens mis en oeuvre pour assurer la gazéification in situ du charbon, notamment localisée à très grande profondeur, en simplifiant considérablement les moyens mis en oeuvre et en assurant un contrôle précis du phénomène de combustion incomplète.

Selon l'invention, le jet d'agent gazéificateur est un jet gazeux et l'on émet une nappe annulaire d'un fluide d'isolement entre ledit jet d'agent gazéificateur et ledit courant de gaz combustible s'écoulant à co-courant dudit jet d'agent gazéificateur.

De préférence le fluide de la nappe annulaire est de l'eau, le cas échéant, sous forme de vapeur d'eau. De la sorte, grâce à l'isolement du jet gazéificateur, on peut assurer une distance importante entre la tête délivrant l'agent gazéificateur et le front de combustion, tout en évitant toute réaction complémentaire de combustion complète. De plus, on peut, par des moyens de mesures

appropriés, contrôler parfaitement la zone de combustion incomplète et donc obtenir un gaz de qualité constante.

L'invention a également pour objet une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé.

5 L'invention sera maintenant décrite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique à l'endroit de la zone de combustion incomplète ;
- la figure 2 est une vue schématique du forage ;
- 10 - la figure 3 est une vue schématique à échelle agrandie de l'extrémité du conduit aboutissant à la buse d'injection ;
- la figure 4 est une vue schématique du mode opératoire ;
- la figure 5 est une vue schématique d'une variante de buse ;
- la figure 6 est une vue en coupe axiale de la figure 5.

15 En se référant aux figures 1 et 2, on voit qu'une buse 1 à l'extrémité d'une conduite 2 placée dans un forage 3 s'étendant depuis la surface 4 jusqu'à une veine de charbon 5 se présente dans une zone médiane de la veine de charbon 5. Cette buse 1 est constituée d'une tuyère de préférence supersonique 10 de forme convergente  
20 divergente et d'une conduite co-axiale 11 qui est raccordée d'ailleurs à la tubulure 2 qui se présente sous la forme d'une double tubulure, l'une centrale raccordée à la conduite centrale de buse 10, l'autre co-axiale raccordée aux conduits co-axiaux de buse 11, la  
conduite axiale de buse 10 est alimentée en oxygène sous pression,  
25 tandis que les conduits annulaires 11 sont alimentés en vapeur d'eau sous pression.

La buse 1 opère de la façon suivante : par son orifice calibré 20, un jet d'oxygène concentré et directif 21 de forme allongée et à vitesse supersonique présente un dard 22 dont l'extré-  
30 mité entre en impact avec le charbon, tandis que la vapeur d'eau s'écoule<sup>autour</sup>/du jet 21 en un rideau annulaire 30 qui s'étend au moins sur une large partie de l'extension du jet directif 21. L'oxygène, à l'endroit de l'impact, provoque la combustion incomplète du charbon. Un courant annulaire de gaz combustible 23 à haute température  
35 remonte selon les flèches FF' autour de l'ensemble jet d'oxygène-rideau de vapeur d'eau. Au cours de son trajet, le gaz se refroidit

au contact de la couche de charbon et de la vapeur d'eau : les réactions chimiques qui en résultent augmentent fortement son pouvoir calorifique. Ce gaz combustible est pris en charge au pied du forage par une seconde conduite annulaire 6 formée d'une enveloppe 7 entourant à distance la conduite tubulaire double 2. On note que la vapeur d'eau constitue non seulement un élément actif dans la combustion incomplète, mais également assure un rôle décisif pour éviter le contact entre le gaz combustible et de dard d'oxygène ; sans ce rideau de vapeur d'eau, ou autre moyen de séparation, le gaz combustilbe s'oxyderait lors de ce parcours au niveau de l'oxygène, ce qui, bien entendu, rendrait impossible la gazéification partielle recherchée. Cela est d'autant plus vrai que le jet directif d'oxygène 21 peut avoir une très grande extension dans le sens axial, puisque la distance entre le dard 22 et la buse 1 peut être de plusieurs dizaines de mètres.

En pratique, comme indiqué à la figure 3, la buse composite d'oxygène et de vapeur d'eau est placée en bout d'une tubulure double 2 qui présente deux sections successives 40 et 41 ayant chacune un coude à angle droit 42 et 43, ces deux sections 40 et 41 étant raccordées par deux joints tournants 44 et 45. En pratique, on opère de la façon suivante :

On procède au forage comme indiqué à la figure 2 jusqu'à parvenir à la veine de charbon 5 et à ce moment, on introduit les tubulures 2 et 6 en équipant la tubulure 2 du dispositif à joints tournants représenté à la figure 3. Dans cette position, les sections coudées 40 et 41 sont mises en alignement et l'on procède à la première étape de combustion partielle qui consiste à partir du niveau du sol, à accroître la longueur de la tubulure 2 pour se déplacer le long d'une zone médiane de la veine 5, la buse de tête 11 provoquant par combustion incomplète une galerie de mine 50, qui est une sorte de forage "à l'oxygène" dans le plan de la veine de charbon et ce forage peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Cette opération s'effetuait par adjonction de tubulures au niveau du sol et correction permanente de la direction d'avancée par contrôle de la zone de combustion grâce à un thermomètre optique 51

(figure 1) solidaire de la buse 11 et qui permet de vérifier si l'impact du jet d'oxygène se produit bien sur la couche de charbon. Une fois la galerie de mines 50 formée, on procède à des opérations de combustion latérale (figure 4) le long de cette galerie en réorientant les parties de conduites 40 et 41 de façon à diriger la buse 11 dans l'extension transversale la plus importante de la veine de charbon 51 et l'on procède ensuite à des combustions incomplètes dans des plans transversaux perpendiculaires à la galerie de mine 50, assurant ainsi soit des cavités de combustion 52, 53, 54 et 52', 53', 54' décalées les unes des autres ou, le cas échéant, une large cavité qui s'étend de part et d'autre de la galerie de mine 50.

Cette opération de combustion incomplète qui s'effectue à l'intérieur de la masse de charbon, qui n'a subi aucune préparation aléatoire telle une fracturation peut donc être conduite avec les plus grandes chances de succès, étant donné que cette masse de charbon présente alors une uniformité massique qui rend la combustion incomplète reproductible d'un endroit à l'autre. On note en outre, que l'appareil de contrôle optique 51 permet par des opérations de combustion orientées latéralement, de vérifier que l'on se situe toujours dans une position médiane de la veine de charbon, car cet appareil de contrôle 51 permet de détecter immédiatement toute baisse de température lorsque le dard 22 du jet directif d'oxygène 21 rencontre la roche.

On note que l'invention peut être mise en oeuvre sous différentes formes dont certaines sont énumérées à titre d'exemples :

- On a vu qu'un des rôles de la vapeur d'eau était d'isoler le jet d'oxygène des gaz résultant de la combustion incomplète. Ce rôle peut aussi être assuré par un gaz neutre, comme le gaz carbonique.
- Au lieu d'opérer par une injection continue d'oxygène avec une enveloppe gazeuse d'isolement, on peut également opérer par des successions d'injections d'oxygène, puis d'hydrogène et dans ce cas il n'est plus nécessaire d'assurer une protection gazeuse du jet d'hydrogène actif.
- On peut également mettre en oeuvre une injection plus complexe comprenant un jet central d'oxygène, enveloppé d'un jet annulaire

intermédiaire de vapeur d'eau, ou de gaz carbonique, et d'un jet annulaire périphérique d'hydrogène ou de vapeur d'eau (notamment si le jet intermédiaire est autre que de la vapeur d'eau), comme représenté aux figures 5 et 6, où l'on voit un débouché de buse supersonique 61 pour l'oxygène, une couronne annulaire de débouché 62 pour de la vapeur d'eau, ou de l'eau, circulant à grande vitesse, et une fente annulaire 63 pour de la vapeur d'eau en écoulement laminaire.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de gazéification souterraine de charbon, selon lequel on conduit au travers d'un forage un agent gazéificateur, que l'on projette in situ en direction d'une veine de charbon, où l'on extrait un gaz combustible résultant d'une combustion incomplète dudit charbon, que l'on conduit à la surface en un courant s'écoulant à contre-courant et autour du jet d'agent gazéificateur et qui est conduit à la surface au travers dudit forage, caractérisé en ce que le jet d'agent gazéificateur est un jet gazeux et en ce qu'on émet une nappe annulaire d'un fluide d'isolement entre ledit jet d'agent gazéificateur et ledit courant de gaz combustible s'écoulant à co-courant dudit jet d'agent gazéificateur.

2. Procédé de gazéification souterraine de charbon, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fluide de la nappe annulaire est de l'eau, le cas échéant sous forme de vapeur d'eau.

3. Procédé de gazéification souterraine de charbon selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fluide de la nappe annulaire est un gaz neutre, par exemple du gaz carbonique.

4. Procédé de gazéification souterraine de charbon selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'agent gazéificateur est de l'oxygène, éventuellement périodiquement remplacé par de l'hydrogène.

5. Procédé de gazéification souterraine de charbon selon la revendication 1, ou 2 ou 3, caractérisé en ce qu'on injecte un second gaz, tel vapeur d'eau, gaz carbonique ou hydrogène, à la périphérie extérieure de ladite nappe annulaire de fluide d'isolement.

6. Procédé de gazéification souterraine du charbon selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on effectue d'abord une telle opération initiale de gazéification en ligne pour former une galerie de mine à extension médiane dans la veine de charbon, et en ce qu'on effectue ensuite successivement une pluralité d'opérations de gazéification latérales s'étageant le long et de part et d'autre de ladite galerie de mine.

7. Procédé de gazéification selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la nappe de vapeur d'eau résulte de la vaporisation d'eau injectée en tête de forage, s'échauffant par échange thermique avec le gaz combustible remontant à la

surface.

5 8. Installation pour la gazéification souterraine du charbon, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant une première tubulure s'étendant au travers d'un forage jusqu'au niveau d'une veine de charbon, à l'extrémité de cette tubulure une buse déplaçable adaptée à former un jet directif de fluide gazéificateur, caractérisée par une seconde tubulure dans ledit forage s'étendant jusqu'à la buse de formation du jet directif de fluide gazéificateur.

10 9. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 8, où la buse est équipée des moyens de coulissement axial, caractérisée en ce que la buse est agencée en bout d'un double joint tournant.

15 10. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la seconde tubulure est disposée coaxialement à la première tubulure.

11. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 10, caractérisée en ce que la buse d'injection du gaz axial est du type à convergent-divergent axial.

20 12. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 11, caractérisée en ce que la buse présente un conduit annulaire en communication avec la seconde tubulure.

25 13. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 11, caractérisée en ce que la buse présente un second conduit annulaire extérieurement audit conduit annulaire, en communication avec une troisième tubulure de forage.

FIG.1

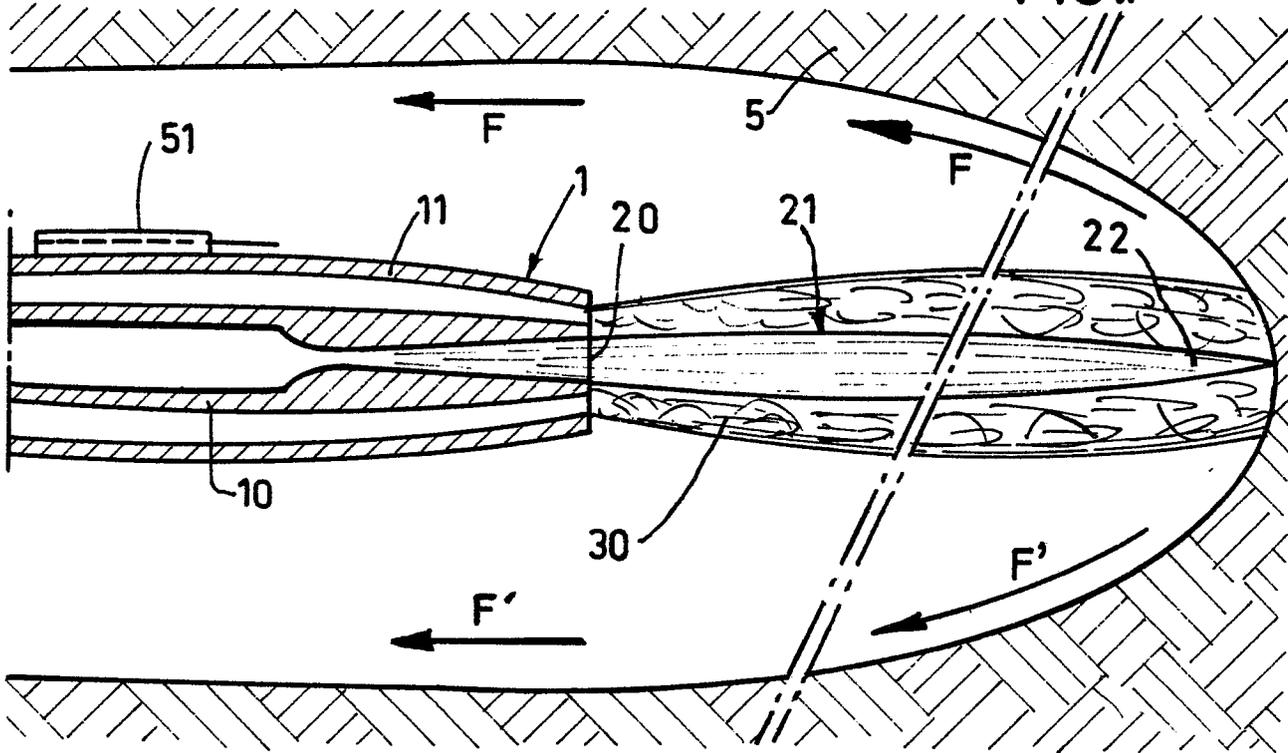
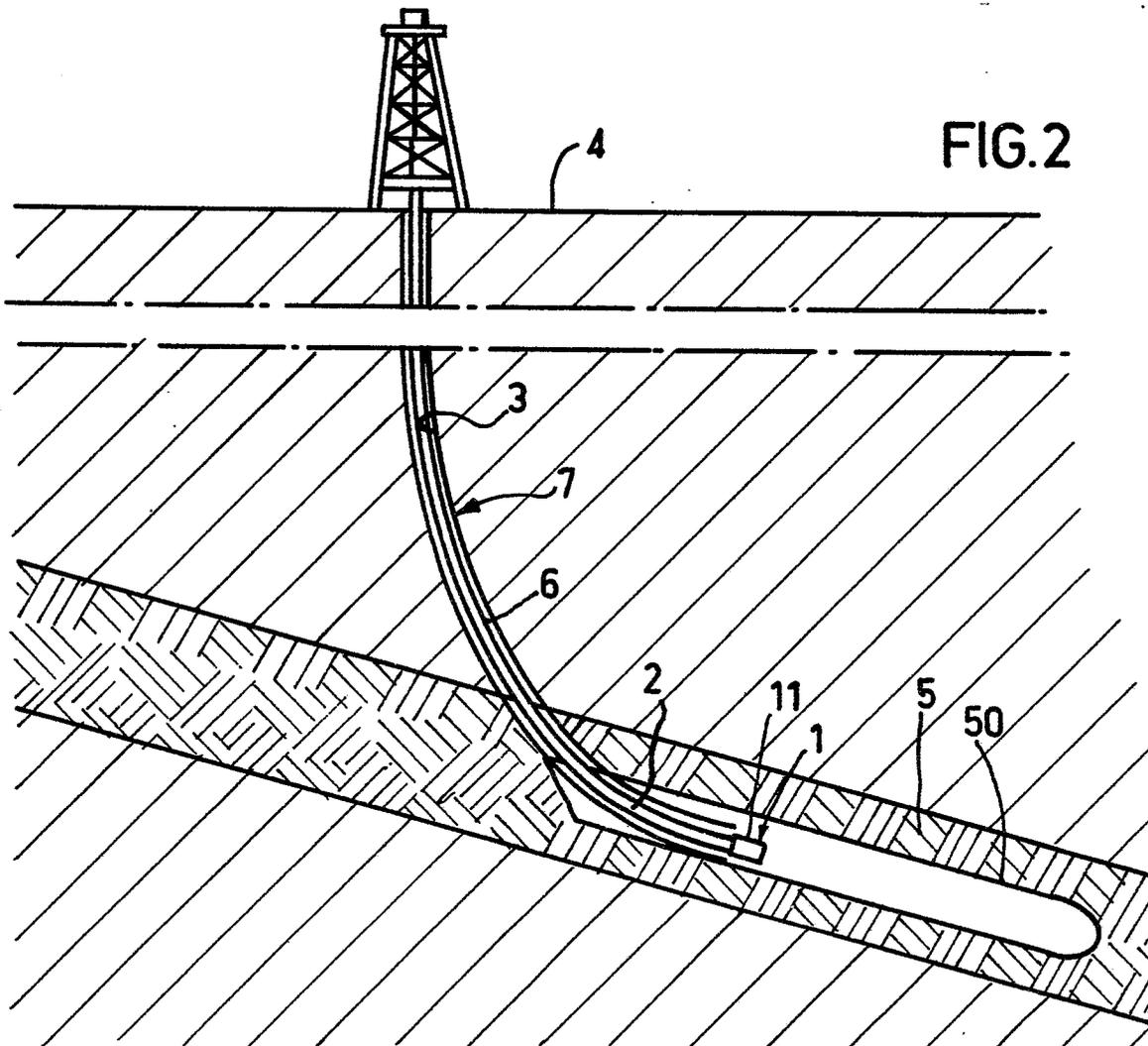


FIG.2



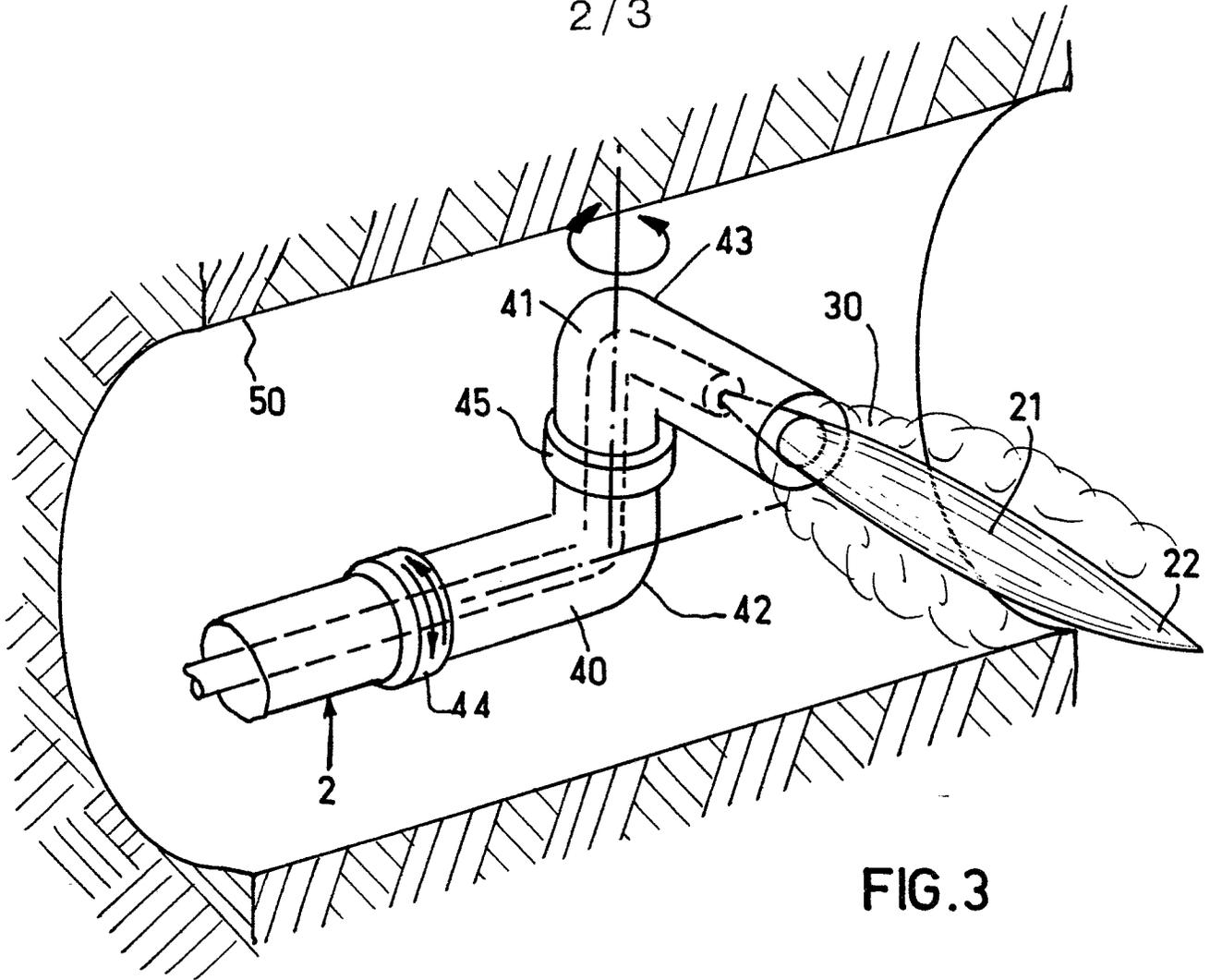


FIG. 3

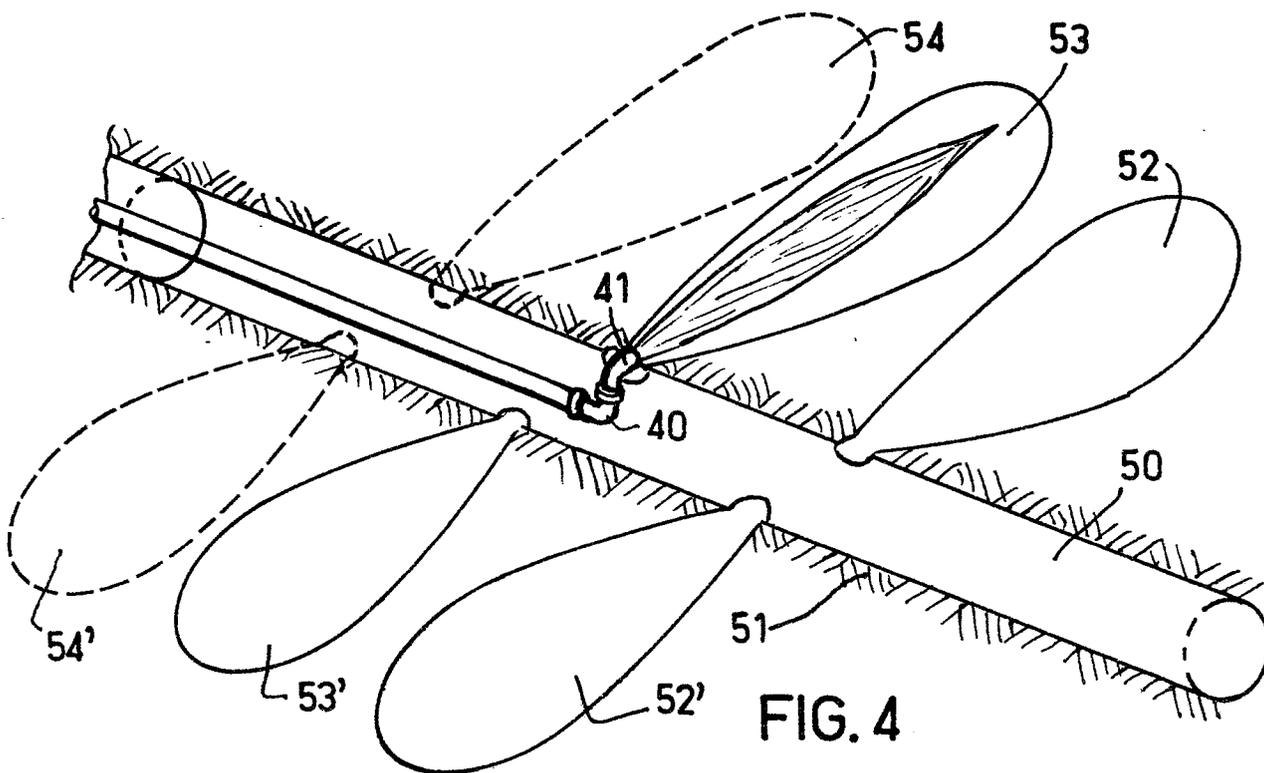


FIG. 4

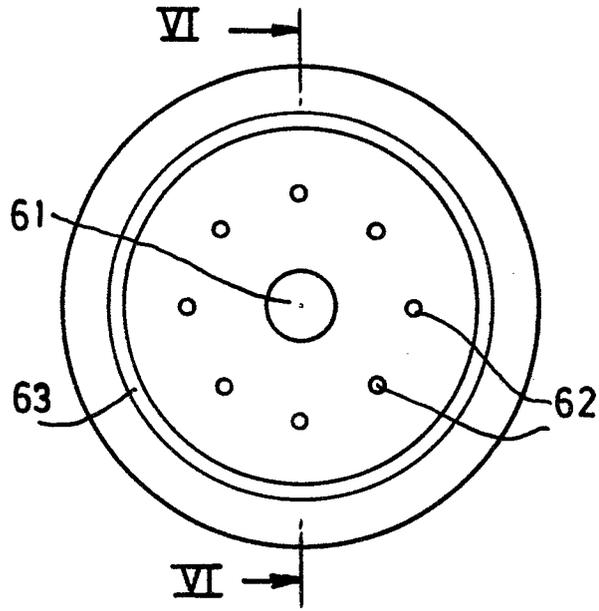


FIG. 5

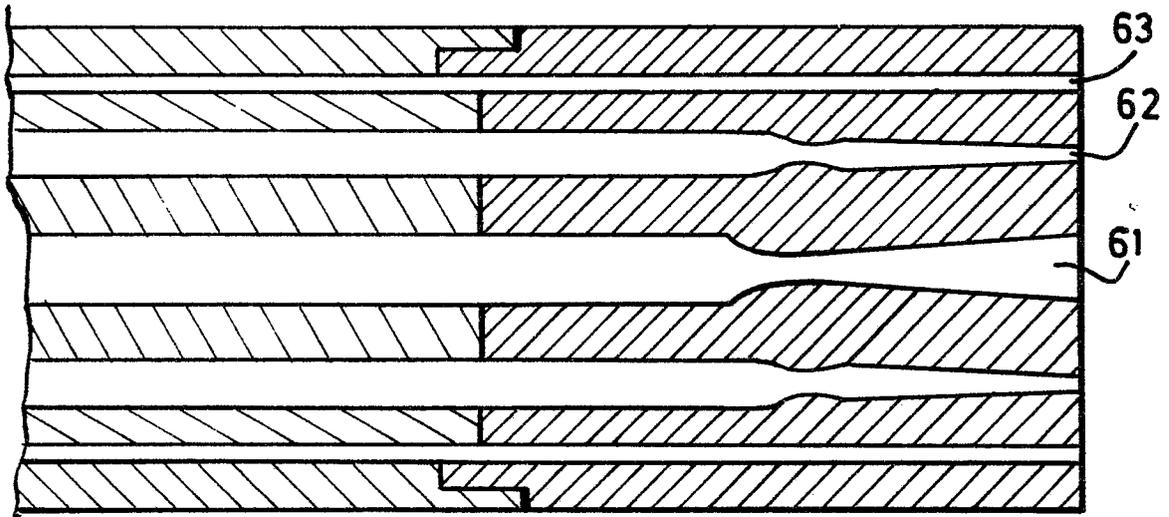


FIG. 6



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. <sup>3</sup> )
X	US-A-4 010 801 (TERRY) * Colonne 6, ligne 54 - colonne 7, ligne 14; figure 1 *	1,8-10	E 21 B 43/243 E 21 B 36/02 E 21 B 7/14
A	US-A-3 093 197 (FREEMAN)  * Colonne 3, lignes 14-49; figure 1 *	2,3,5, 7,11, 13	
A	FR-A-2 461 871 (SABOL)		
A	FR-A-2 313 439 (LEDENT)		
A	US-A-4 136 737 (HOWARD)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup> )
A	US-A-4 078 613 (HAMRICK)		E 21 B
A	US-A-4 067 390 (CAMACHO)		
A	US-A-2 902 270 (SALOMONSON)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14-09-1982	Examineur PAUCNIK B.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	