

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
26.06.85

⑤① Int. Cl.⁴ : **E 21 B 43/243, E 21 B 36/02,**
E 21 B 7/14

②① Numéro de dépôt : **82400780.1**

②② Date de dépôt : **29.04.82**

⑤④ Procédé et installation de gazéification souterraine de charbon.

③① Priorité : **05.06.81 FR 8111149**

④③ Date de publication de la demande :
15.12.82 Bulletin 82/50

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
26.06.85 Bulletin 85/26

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

⑤⑥ Documents cités :
FR-A- 2 313 439
FR-A- 2 461 871
US-A- 2 902 270
US-A- 3 093 197
US-A- 4 010 801
US-A- 4 067 390
US-A- 4 078 613
US-A- 4 136 737

⑦③ Titulaire : **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)

⑦② Inventeur : **Grenier, Maurice**
3, rue Camille Tahan
F-75018 Paris (FR)

⑦④ 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 07 (FR)

EP 0 067 079 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

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 (voir US-A-4 010 801). 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 œuvre pour assurer la gazéification in situ du charbon, notamment localisée à très grande profondeur, en simplifiant considérablement les moyens mis en œuvre et en assurant un contrôle précis du phénomène de combustion incomplète.

Selon l'invention, on envoie autour du jet d'agent gazéificateur, à co-courant de celui-ci, une nappe annulaire d'un fluide d'isolement destinée à séparer le jet et le courant de gaz combustible.

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 œuvre de ce procédé, selon la revendication 8.

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 ;

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 ;

5 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.

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 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, tandis que les conduits annulaires 11 sont alimentés en vapeur d'eau sous pression.

25 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'extrémité entre un impact avec le charbon, tandis que la vapeur d'eau s'écoule autour 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 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 combustible 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'effectuant 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 11A (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 œuvre 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'isole-

ment, 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 œuvre 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.

Revendications

1. Procédé de gazéification souterraine de charbon, selon lequel on conduit au travers d'un forage (3) un agent gazéificateur, que l'on projette in situ sous forme d'un jet gazeux (21) en direction d'une veine de charbon (5), et l'on extrait un gaz combustible résultant d'une combustion incomplète dudit charbon, que l'on conduit à la surface en un courant (23) s'écoulant à contre-courant et autour du jet (21) d'agent gazéificateur et qui est conduit à la surface au travers dudit forage (3), caractérisé en ce qu'on envoie autour dudit jet (21) d'agent gazéificateur, à co-courant de celui-ci, une nappe annulaire (30) d'un fluide d'isolement destinée à séparer ledit jet (21) et ledit courant (23) de gaz combustible.

2. Procédé de gazéification souterraine de charbon selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fluide de la nappe annulaire (30) 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, 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 (50) à extension médiane dans la veine de charbon (51), 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 (50).

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 (3), s'échauffant par échange thermique avec le gaz combustible remontant à la surface.

8. Installation pour la gazéification souterraine du charbon, pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant une première tubulure (2) s'étendant, au travers d'un forage (3) jusqu'au niveau d'une veine de charbon (5), à l'extrémité de cette tubulure une buse déplaçable (10 ; 61) adaptée à former un jet gazeux directif de fluide gazéificateur, caractérisée par une seconde tubulure (11 ; 62) s'étendant dans ledit forage (3) jusqu'à la buse de formation du jet directif (21) de fluide gazéificateur et adaptée à former autour dudit jet (21) d'agent gazéificateur, à co-courant de celui-ci, une nappe annulaire (30) d'un fluide d'isolement.

9. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 8, où la buse (10) est équipée de moyens de coulissement axial, caractérisée en ce que la buse est agencée en bout d'un double joint tournant (44, 45).

10. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la seconde tubulure (11 ; 62) est disposée coaxialement à la première tubulure et à la buse (10 ; 61).

11. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 10, caractérisée en ce que la buse (10 ; 61) est du type à convergent-divergent axial.

12. Installation pour la gazéification souterraine du charbon selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend une troisième tubulure (63) adaptée à injecter une seconde nappe de fluide d'isolement autour de la première nappe.

Claims

1. Process for the underground gasification of coal by passing through a bore (3) a gasifying agent which is directed in situ in the form of a gaseous jet in the direction to a coal seam (5), and extracting a combustible gas resulting from an incomplete combustion of said carbon which is directed to the surface as a stream flowing countercurrently around the jet of gasifying agent and directed to the surface through said bore (3), characterized in that around said jet (21) of the gasifying agent countercurrently to it an annular napp (30) of an isolating fluid intended to separate said jet (21) from said stream (23) of combustible gas is passed.

2. Process for the underground gasification of coal according to Claim 1, characterized in that the fluid of the annular napp (30) is water, possibly in the form of steam.

3. Process for the underground gasification of coal according to Claim 1, characterized in that the fluid of the annular napp is a neutral gas, for

example carbon dioxide gas.

4. Process for the underground gasification of coal according to Claim 1, characterized in that the gasifying agent is oxygen, eventually replaced by hydrogen periodically.

5. Process for the underground gasification of coal according to Claim 1, 2 or 3, characterized in that a second gas, such as steam, carbon dioxide gas or hydrogen, is injected at the exterior periphery of said annular napp of isolating fluid.

6. Process for the underground gasification of coal according to one of the Claims 1 to 5, characterized in that first such an initial operation of gasification in line to form a mining gallery (50) having a middle extension in the vein of carbon (51) is carried out and then successively a plurality of lateral operations of gasification along and on both sides of said mining gallery (50) is carried out.

7. Process for the underground gasification of coal according to one of the Claims 1 to 5, characterized in that the napp of steam results from the evaporation of water injected at the end of the bore (3), heating by heat exchange with the combustible gas arising to the surface.

8. Installation for the underground gasification of coal for carrying out the process according to one the Claims 1 to 7 comprising a first conduit (2) extending through a bore (3) to a vein of carbon (5), a displaceable die (10, 61) at the extremity of said conduit adapted to form a directed gaseous jet of gasifying fluid, characterized in by a second conduit (11, 61) extending in said bore (3) to the die of the formation of the directed jet (21) of gasifying fluid and adapted to form around said jet (21) of gasifying agent concurrently to it an annular napp (30) of an isolating fluid.

9. Installation for the underground gasification of coal according to Claim 8, where the die (10) is provided with a means for axial sliding, characterized in that the die is mounted at the end of the double rotating coupling (44, 45).

10. Installation according to Claim 8, characterized in that the second conduit (11, 61) is arranged coaxially with the first conduit and the die (10, 61).

11. Installation for the underground gasification of coal according to Claim 10, characterized in that the die (10, 61) is of the convergent-divergent axial type.

12. Installation for the underground gasification of coal according to Claim 11, characterized in that it comprises a third conduit (63) adapted to inject a second napp of isolating fluid around the first napp.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kohlevergasung untertage, bei dem man durch eine Bohrung (3) ein Vergasungsmittel führt, das man in situ in Form eines Gasstrahles (21) in Richtung auf ein Kohleflöz (5) richtet, und ein aus einer unvollständigen Verbrennung dieser Kohle resultierendes brennbares

Gas abzieht, das man als Strom an die Oberfläche führt, der im Gegenstrom zu dem und um den Vergasungsmittelstrahl (21) herum strömt und der durch die Bohrung (3) an die Oberfläche geführt wird, dadurch, gekennzeichnet, daß man um diesen Vergasungsmittelstrahl (21) im Gleichstrom mit ihm einen Ringmantel (30) eines isolierenden Fließmittels schickt, das dazu bestimmt ist, diesen Strahl (21) und den Strom (23) von brennbarem Gas voneinander zu trennen.

2. Verfahren zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fließmittel des Ringmantels (30) Wasser, gegebenenfalls in der Form von Wasserdampf ist.

3. Verfahren zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fließmittel des Ringmantels ein neutrales Gas, wie beispielsweise Kohlendioxidgas ist.

4. Verfahren zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vergasungsmittel Sauerstoff ist, der gegebenenfalls periodisch durch Wasserstoff ersetzt wird.

5. Verfahren zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß man am äußeren Umfang des Ringmantels von isolierendem Fließmittel ein zweites Gas, wie Wasserdampf, Kohlendioxidgas oder Wasserstoff einspritzt.

6. Verfahren zur Kohlevergasung untertage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man zunächst eine solche anfängliche Vergasungsoperation geradlinig durchführt, um einen Grubenstollen (50) mit mittlerer Ausdehnung in dem Kohleflöz (51) zu bilden, und daß man anschließend mehrere seitliche Vergasungsoperationen stufenweise entlang beiderseits des Grubenstollens (50) durchführt.

7. Verfahren zur Kohlevergasung nach einem

der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampfmantel zur Verdampfung von am Ende der Bohrung eingespritztem Wasser führt, das sich durch Wärmeaustausch mit dem an die Oberfläche wieder aufsteigenden brennbaren Gas erwärmt.

8. Vorrichtung zur Kohlevergasung untertage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einer ersten Rohrleitung (2), die sich durch eine Bohrung (3) bis zu einem Kohleflöz (5) erstreckt, einem verlagerbaren Mundstück (10, 61) am Ende dieser Rohrleitung, das einen gasförmigen gerichteten Strahl von Vergasungsfließmittel bilden kann, gekennzeichnet durch eine zweite Rohrleitung (11, 62), die sich in dieser Bohrung (3) bis zu dem Mundstück für die Bildung des gerichteten Vergasungsfließmittelstrahls (21) erstreckt und so ausgebildet ist, daß sie um diesen Vergasungsmittelstrahl (21) im Gleichstrom zu diesem einen Ringmantel (30) eines isolierenden Fließmittels bilden kann.

9. Vorrichtung zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 8, wobei das Mundstück (10) mit axialen Gleitmitteln ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Mundstück am Ende einer doppelten Drehkupplung (44, 45) befestigt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Rohrleitung (11, 62) koaxial zu der ersten Rohrleitung und dem Mundstück (10, 61) angeordnet ist.

11. Vorrichtung zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Mundstück (10, 61) vom axial konvergierend-divergierenden Typ ist.

12. Vorrichtung zur Kohlevergasung untertage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine dritte Rohrleitung (63) aufweist, die so ausgebildet ist, daß sie einen zweiten Mantel von isolierendem Fließmittel um den ersten Mantel herum einspritzt.

45

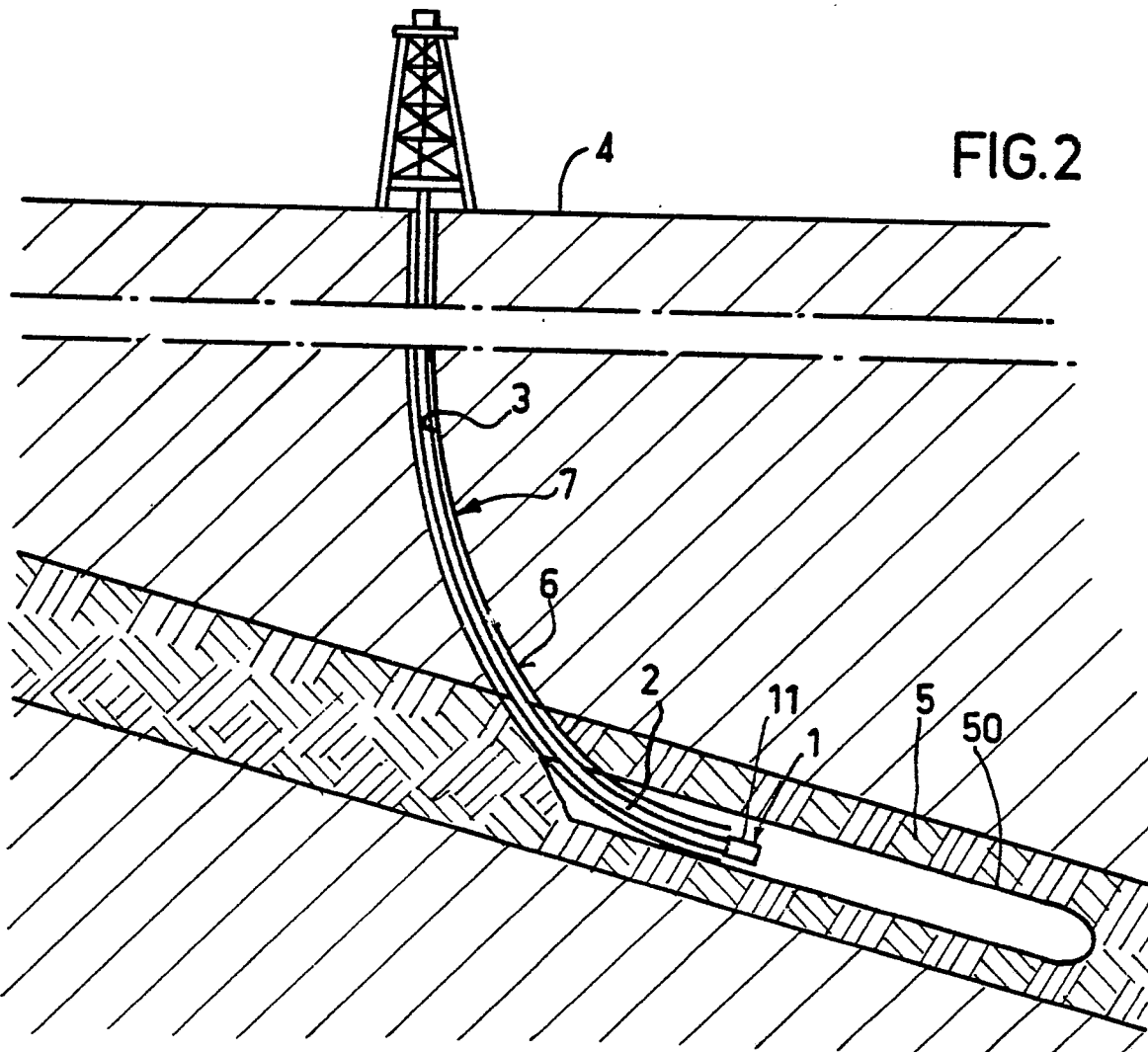
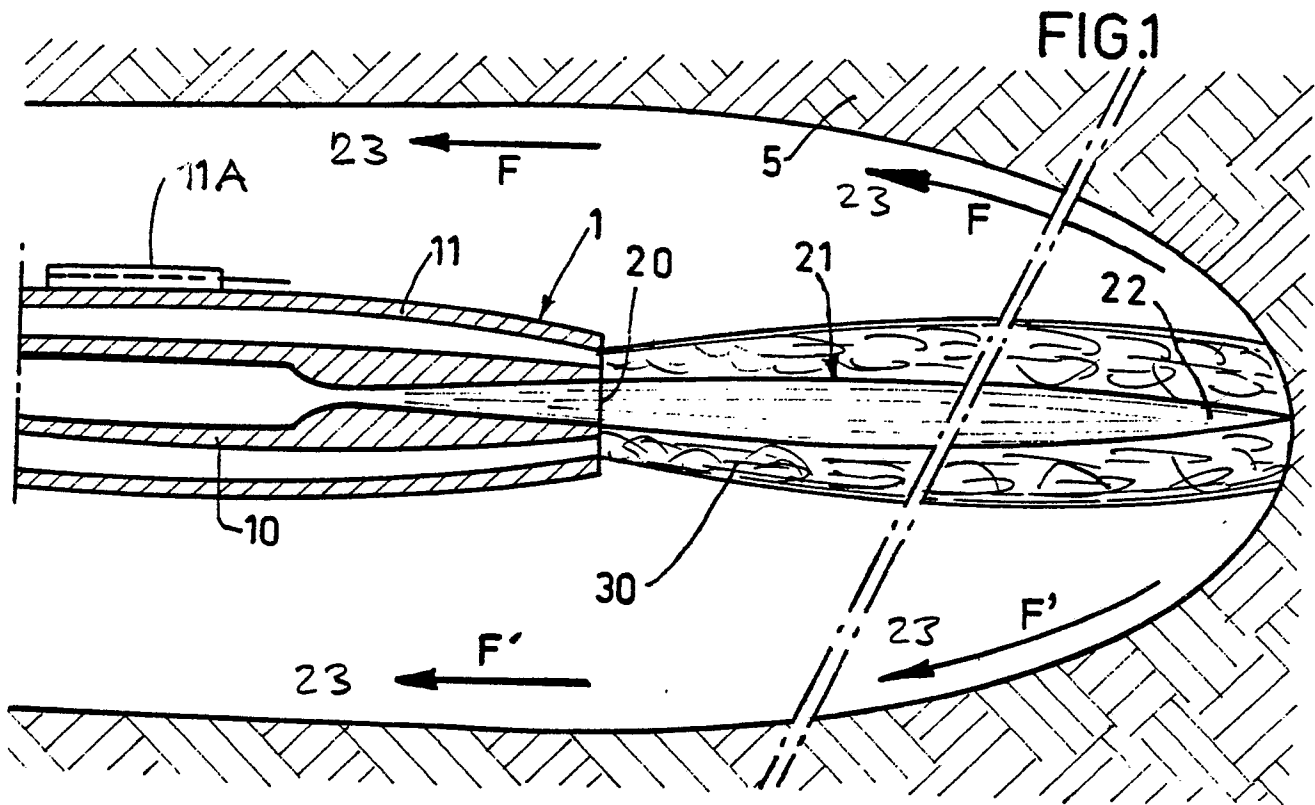
50

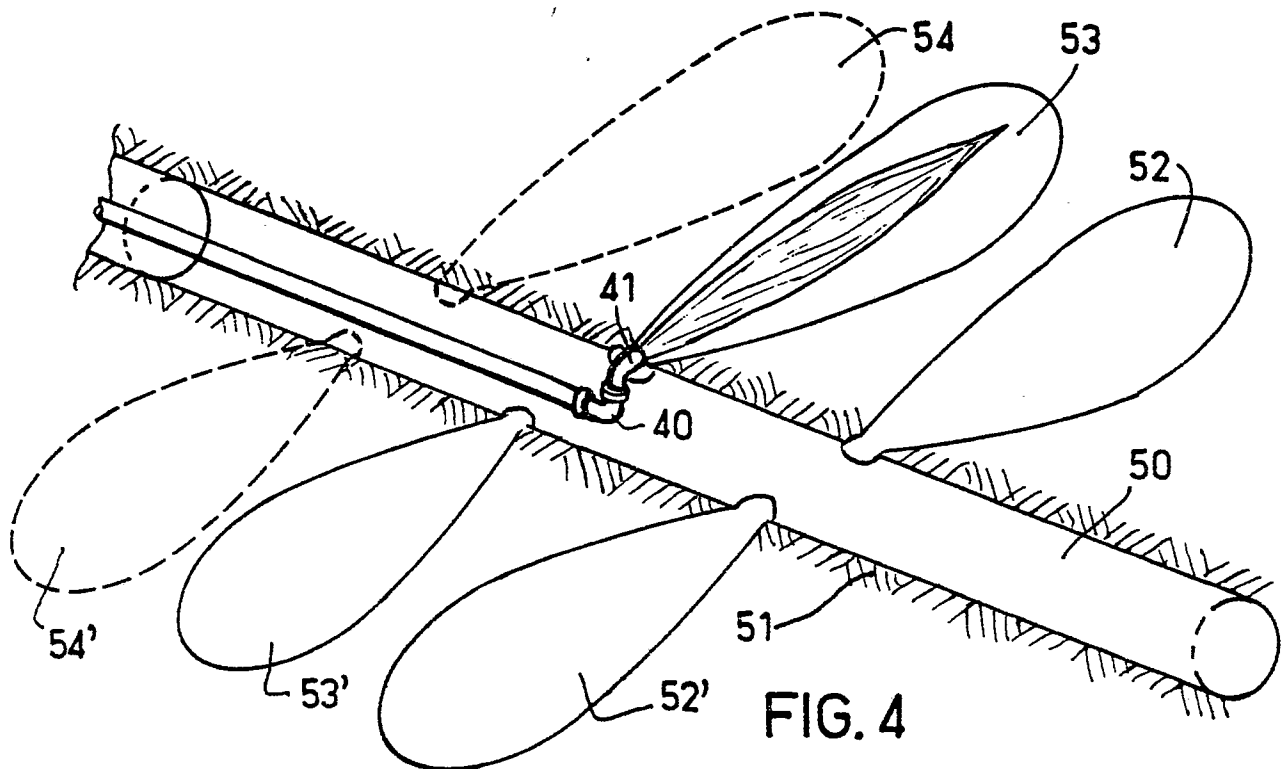
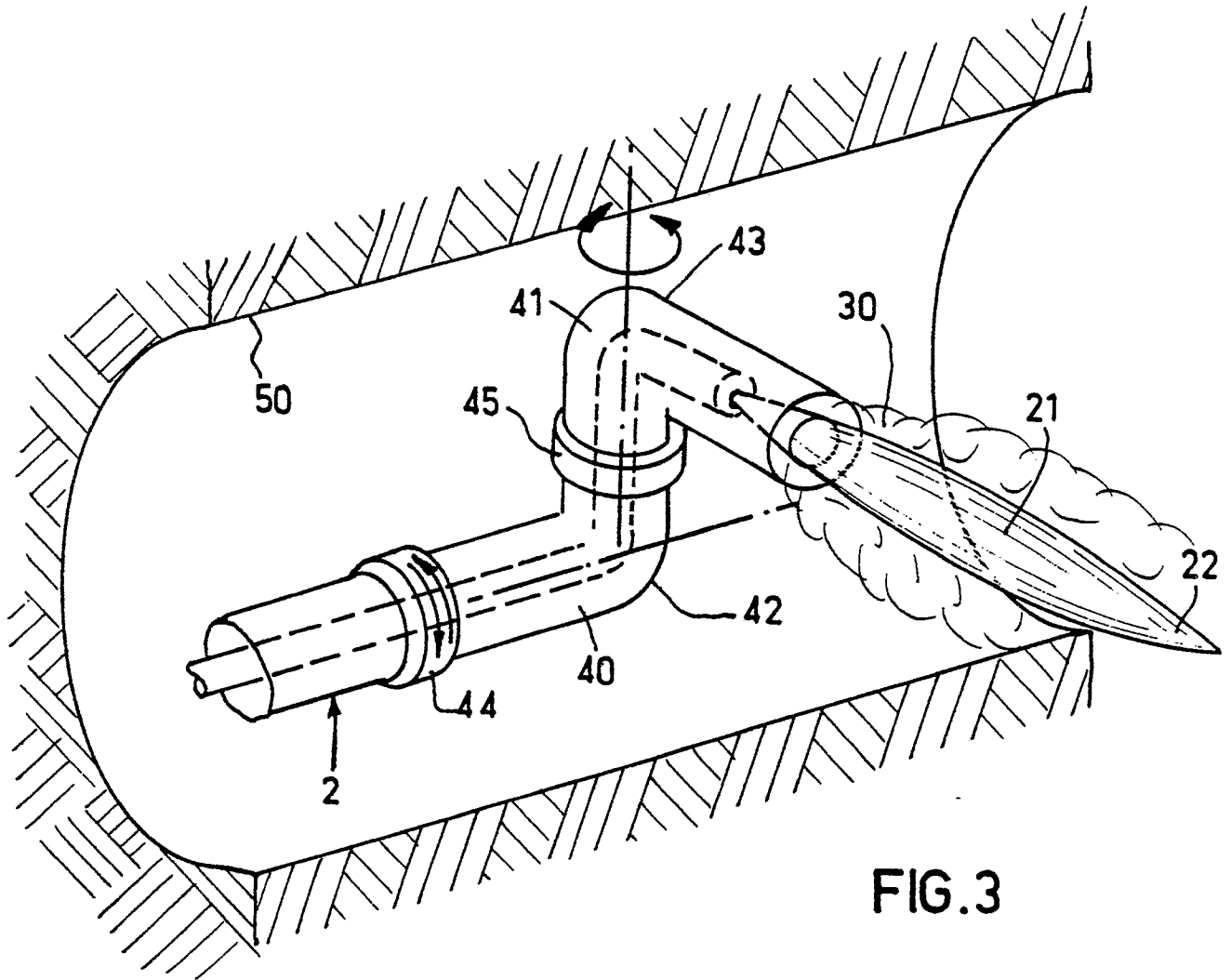
55

60

65

5





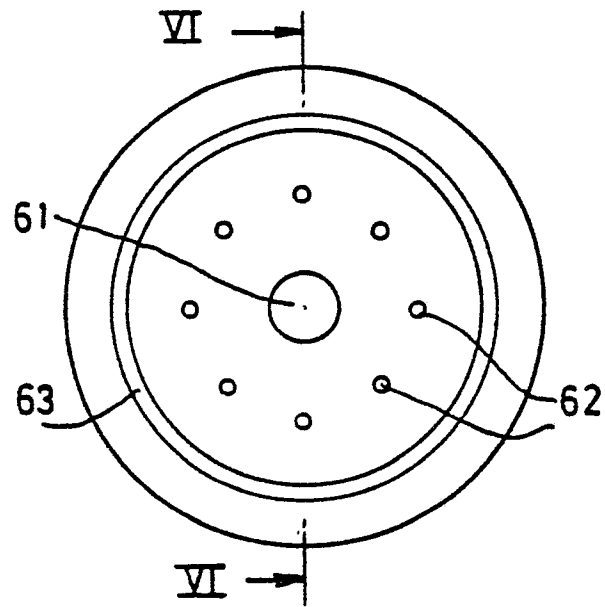


FIG. 5

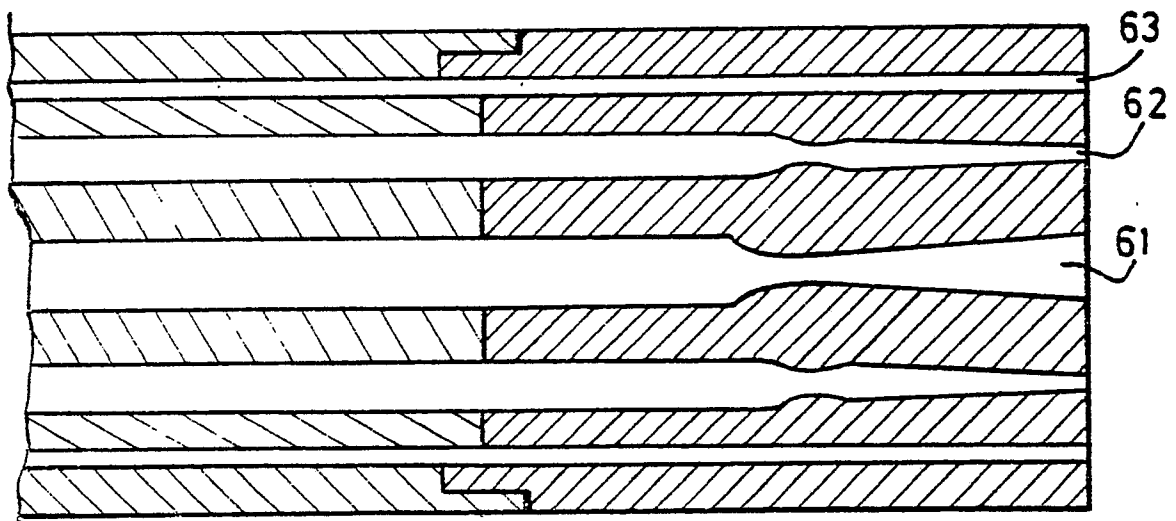


FIG. 6