

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 819 834 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.06.2003 Bulletin 2003/24

(51) Int Cl.7: **E21B 43/28**

(21) Numéro de dépôt: **97401582.8**

(22) Date de dépôt: **03.07.1997**

(54) **Procédé pour creuser une cavité dans une mine de sel de faible épaisseur**

Verfahren zum Bohren von einer Kaverne in einer dünnsschichtigen Salzmine

Method for making a cavity in a thin-walled salt mine

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorité: **19.07.1996 FR 9609104**

(43) Date de publication de la demande:
21.01.1998 Bulletin 1998/04

(73) Titulaire: **GAZ DE FRANCE (SERVICE NATIONAL)**
F-75017 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Durup, Jean-Gérard**
93340 Le Raincy (FR)

• **Boris, Guy**
94270 Le Kremlin-Bicetre (FR)
• **Charnavel, Yvon**
93110 Rosny-Sous-Bois (FR)

(74) Mandataire: **Lerner, François et al**
5, rue Jules Lefèbvre
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 066 972 WO-A-95/10689
US-A- 2 822 158 US-A- 3 339 978
US-A- 3 347 595 US-A- 3 510 167
US-A- 3 873 156 US-A- 5 246 273

EP 0 819 834 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

[0001] L'invention a pour objet un procédé pour creuser, par dissolution, une cavité dans un terrain contenant en majorité du sel.

[0002] L'invention vise plus particulièrement à obtenir, après creusement, une cavité permettant le stockage d'un fluide et notamment de gaz naturel dans une mine de sel comprenant une fine couche de sel dont la hauteur est d'environ une centaine de mètres.

[0003] Le terme hauteur devra être compris dans la suite de la description au sens de l'élévation.

[0004] Compte-tenu des sollicitations auxquelles la cavité doit être soumise pendant son exploitation en tant que stockage du gaz, il est nécessaire de maîtriser la propagation de la dissolution afin d'obtenir une cavité finale présentant une forme mécaniquement stable.

[0005] Or, s'il est relativement aisé de contrôler la dissolution lorsque la mine atteint ou même dépasse un millier de mètres, cette opération est plus délicate lorsque le sel est stratifié. En effet, l'épaisseur de sel disponible ne dépassant alors que rarement quelques centaines de mètres, on est amené à réaliser des cavités dont la largeur est au moins égale à la hauteur.

[0006] Certes, il est décrit dans US-A-5 246 273, pour creuser une mine de sel par dissolution de :

- réaliser un conduit d'injection, un conduit d'extraction, une ébauche d'espace de communication mettant en liaison les conduits d'injection et d'extraction, et au moins une ébauche de tunnel borgne tel que :
 - le tunnel borgne s'étende entre une extrémité ouverte et une extrémité close, et
 - le tunnel borgne soit en liaison par son extrémité ouverte avec l'espace de communication,
- puis injecter, par le conduit d'injection, un solvant du sel dans l'espace de communication, afin de creuser la cavité par dissolution du sel au contact du solvant,
- extraire ensuite, par le conduit d'extraction, la saumure formée par la dissolution du sel.

[0007] Dans ce document US-A-5 246 273, l'espace de communication et le tunnel borgne sont creusés dans le prolongement l'un de l'autre en pente descendante à partir du puits d'injection de sorte que l'extrémité close du puits d'injection est plus basse que son extrémité ouverte. Le tunnel borgne est un puits optionnel destiné à récupérer les éléments insolubles qui viennent s'y déposer.

[0008] Par conséquent, la technique mise en oeuvre dans US-A-5 246 273 est coûteuse, car rapporté au volume de la cavité finale de forme mécaniquement stable, le nombre d'opérations de mise en oeuvre est relativement important (en particulier la réalisation des conduits

et de l'ébauche de l'espace de communication).

[0009] Pour résoudre ces problèmes, l'invention propose que l'on dispose l'extrémité close du tunnel borgne à une hauteur supérieure ou sensiblement égale à celle de l'extrémité ouverte, de telle sorte que l'on creuse également le tunnel borgne par circulation du solvant dans ce tunnel, en faisant passer par son extrémité ouverte le solvant depuis l'espace de communication dans ledit tunnel et que l'on récupère la saumure ainsi formée pour l'en extraire.

[0010] Comme on l'aura compris un tunnel borgne est un tunnel distinct de l'espace de communication, qui possède une unique extrémité communiquant avec l'espace de communication.

[0011] La saumure possédant une densité supérieure à celle du solvant, lorsque l'extrémité close du tunnel borgne est disposée à une hauteur inférieure à celle de l'extrémité ouverte la saumure a tendance à stagner du côté de l'extrémité close du tunnel borgne. Ainsi, il n'y a plus de circulation du solvant dans le tunnel borgne et le creusement par dissolution du tunnel borgne tend à disparaître. Ce phénomène est d'autant plus marqué que la pente est prononcée et que le tunnel borgne est long.

[0012] En revanche, lorsque l'extrémité close du tunnel borgne est à une hauteur supérieure ou sensiblement égale à celle de l'extrémité ouverte, bien que le tunnel borgne ne favorise a priori pas l'entrée et la circulation du solvant, encore moins le brassage du solvant et la dissolution du sel, de manière surprenante, ce phénomène se produit, ce qui génère le développement du trou borgne.

[0013] Cette solution possède notamment comme avantage, de permettre un éventail varié de formes de cavité et une exploitation de la mine dans de nombreuses directions.

[0014] Elle permet par conséquent d'augmenter sensiblement le volume de la cavité finale que l'on peut creuser sans avoir à déplacer le conduit d'injection ou le conduit d'extraction et en conservant une stabilité mécanique donnée. Le coût de l'opération de creusement rapportée au volume de la cavité est donc réduit.

[0015] Il sera alors très avantageux de multiplier le nombre d'ébauches de tunnels borgnes en liaison avec l'espace de communication.

[0016] Dans toute la description, le terme "ébauche" désigne l'état initial d'un espace ou d'un tunnel (avant dissolution du sel par le solvant).

[0017] Afin d'améliorer encore la dissolution dans le tunnel borgne, l'invention propose qu'à l'endroit de la liaison entre l'ébauche de l'espace de communication et l'ébauche du tunnel borgne (lequel endroit pourrait être disposé a priori n'importe où le long de l'ébauche d'espace de communication entre les deux conduits), on puisse réaliser l'extrémité ouverte de l'ébauche du tunnel borgne en surplomb de l'espace de communication.

[0018] Une variante permettant également d'améliorer

rer la dissolution dans le tunnel borgne consiste à :

- réaliser l'extrémité ouverte de l'ébauche du tunnel borgne à proximité du conduit d'injection,
- faire circuler le solvant dans le conduit d'injection et le faire ressortir de ce conduit par une extrémité formant point d'injection dans la cavité,
- réaliser l'ébauche du tunnel borgne avec la partie de son extrémité ouverte en surplomb du point d'injection.

[0019] Afin d'améliorer encore la dissolution dans le tunnel borgne, l'invention propose que :

- on réalise les conduits d'injection et d'extraction distants l'un de l'autre,
- on ménage une partie allongée dans l'ébauche de l'espace de communication,
- on réalise l'ébauche du tunnel borgne et la partie allongée de l'ébauche de l'espace de communication sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre, et le conduit d'injection entre l'ébauche du tunnel borgne et la partie allongée de l'espace de communication.

[0020] Par contre, si l'on souhaite réduire les coûts de réalisation d'une cavité ou augmenter l'éventail des formes réalisées, l'invention propose de disposer sensiblement coaxialement les conduits d'injection et d'extraction de sorte que l'un de ces conduits est situé au centre et est entouré par l'autre, au moins sur une partie de sa longueur axiale. Il n'y a alors plus qu'un trou à creuser pour réaliser les deux conduits.

[0021] L'invention va apparaître encore plus clairement dans la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre en coupe une première forme d'ébauche de cavité réalisée dans une mine de sel,
- la figure 2 montre en coupe une première forme de cavité obtenue à partir de l'ébauche de la figure 1 après creusement par dissolution d'une partie du sel contenu dans la mine,
- la figure 3 montre en coupe une deuxième forme de cavité obtenue après creusement par dissolution d'une partie du sel contenu dans la mine,
- la figure 4 montre en coupe une troisième forme de cavité obtenue après creusement par dissolution d'une partie du sel contenu dans la mine.

[0022] A la figure 1, est illustrée une mine de sel 1 se présentant sous forme stratifiée et comprise entre deux couches minérales contenues dans le sol 10. Un conduit d'injection 16 et un conduit d'extraction 18 ont été disposés dans deux puits, après creusement de ceux-ci, sensiblement verticalement entre le niveau du sol et une ébauche la de cavité creusée dans la mine de sel 1.

[0023] Ces conduits comprennent une extrémité si-

tuée au niveau du sol 16a, 18b et une extrémité 16b, 18a située dans l'ébauche la de cavité. Les extrémités 16b, 18a situées dans l'ébauche de cavité la sont reliées par une ébauche 4 d'espace de communication. Ici, l'ébauche 4 de l'espace de communication a été forée à partir du conduit 18. L'axe de forage 13 a été représenté en trait interrompu. Le diamètre de l'ébauche est d'environ 6 cm et de préférence inférieure à 10 cm.

[0024] L'ébauche 4 de l'espace de communication comporte une partie allongée et sensiblement rectiligne et horizontale 4c comprise entre une partie extrême 4b en liaison avec le conduit d'extraction 18, et une autre partie extrême 4a entourant le conduit d'injection 16 sur une partie de sa longueur, à proximité de son extrémité 16b formant point d'injection dans la cavité.

[0025] Une ébauche 2 de tunnel borgne a été réalisée par prolongement de la partie allongée 4c de l'ébauche 4 de l'espace de communication au-delà du conduit d'injection 16. Cette ébauche 2 de tunnel borgne comprend ainsi une extrémité close 2b et une extrémité ouverte 2a communicant avec l'ébauche 4 de l'espace de communication. L'extrémité ouverte 2a surplombe le point d'injection 16a, de sorte que l'extrémité ouverte 2a est disposée à proximité du point d'injection 16b et que la partie basse de l'extrémité ouverte 2a est plus haute que le point d'injection 16b.

[0026] Ici, l'ébauche 4c de la partie allongée de l'espace de communication et l'ébauche 2 de tunnel borgne sont sensiblement horizontales. On pourrait également prévoir de les réaliser légèrement inclinées. Dans ce cas, en raison de la plus forte densité de la saumure par rapport à l'eau injectée, l'extrémité ouverte des trous borgnes devra nécessairement être plus basse que l'extrémité close et de même la partie allongée de l'espace de communication devra être plus basse du côté du conduit d'extraction que du côté du conduit d'injection.

[0027] A la figure 2, on injecte un solvant (ici de l'eau) tel qu'illustré par la flèche 17 par l'extrémité 16a du conduit d'injection 16. L'eau ressort du conduit 16 par le point d'injection 16b où elle est injectée dans l'extrémité 14a de l'espace de communication tel qu'illustré par les flèches 15a. Cet espace de communication, tout comme l'ensemble de la cavité est entièrement ou du moins presque entièrement rempli de d'eau et de saumure. L'eau injectée étant moins dense que la saumure, celle-ci monte en partie supérieure de la cavité 11a. L'eau est injectée à une pression légèrement supérieure à la pression régnant dans la cavité.

[0028] L'eau injectée circule de l'extrémité 14a de l'espace de communication vers la partie allongée 14c de l'espace de communication 14 et le tunnel borgne 12. L'eau n'est pas introduite du fait de la pression d'injection dans le tunnel borgne, mais sous l'action d'un flux créé par la dissolution du sel.

[0029] Tel qu'illustré par les flèches 15c, 15e, l'eau remplissant cette cavité creuse la mine de sel en dissolvant le sel, de sorte qu'après creusement, les ébauches 4; 2 de l'espace de communication et du tunnel borgne

forment l'espace de communication 14 et le tunnel borgne 12 de largeur, de longueur et de hauteur supérieures à leur ébauche respective. L'eau chargée en sel formant saumure circule alors en partie inférieure de l'espace de communication 14 et du tunnel borgne 12 tel qu'illustré par les flèches 15d, 15f.

[0030] La saumure passe du tunnel borgne 12 vers la partie allongée et horizontale 14c de l'espace de communication 14, de sorte que la saumure formée dans le tunnel borgne est récupérée dans l'espace de communication pour y être extraite.

[0031] En appliquant une pression d'injection supérieure à la pression d'extraction, la saumure circule de la partie allongée 14c de l'espace de communication 14 vers le conduit 18 via l'extrémité 14b de l'espace de communication 14, tel qu'illustré par la flèche 15b.

[0032] Le tunnel borgne 12 communique avec l'espace de communication 14 uniquement par l'extrémité ouverte, qui permet de noyer le tunnel borgne d'eau en y introduisant l'eau dans le tunnel et de récupérer la saumure formée par dissolution du sel du tunnel borgne.

[0033] A la figure 3, les éléments correspondant à ceux de la figure 2 ont été repérés par un numéro augmenté de 10. Cette figure se différencie essentiellement de la figure 2 en ce que les circuits d'injection 26 et d'extraction 28 sont disposés coaxialement. Le circuit d'injection 26 descendant le plus bas dans la cavité 21a, il est situé à l'intérieur et le circuit d'extraction 28 à l'extérieur. Le circuit d'extraction 28 entoure le circuit d'injection sur la majeure partie de sa longueur.

[0034] Du fait de cette conformation particulière, l'espace de communication ne comprend plus ici de partie allongée horizontale et est réalisé entièrement autour du circuit d'injection 26, entre les extrémités 26b, 28a des conduits d'injection et d'extraction. Le forage de l'ébauche d'espace de communication pourra être obtenu aisément en même temps que celui destiné au conduit d'extraction. L'axe 23 de l'ébauche de tunnel borgne a été représenté en trait interrompu.

[0035] La circulation d'eau, et donc de saumure, est réalisée à l'aide d'une pompe de compression 30 injectant l'eau sous pression dans le conduit d'injection 26 tel qu'indiqué par la flèche 27.

[0036] A la figure 4, les éléments correspondant à ceux de la figure 3 ont été repérés par un numéro augmenté de 10. Cette figure se différencie essentiellement de la précédente en ce qu'une deuxième ébauche 43 de tunnel borgne a été réalisée. Cette figure illustre la réalisation de multiples tunnels borgnes 32, 42 en liaison fluide par leur extrémité ouverte 32a, 42a avec l'espace de communication 34.

[0037] L'eau injectée par le point d'injection 36b monte puisqu'elle est moins dense que la saumure contenue dans la cavité et que le point d'injection est situé sous les extrémités ouvertes 32a, 42a des trous borgnes. L'eau se répartit ensuite entre les différents tunnels borgnes et les creuse en se chargeant en sel. La saumure ainsi formée a ensuite tendance à descendre dans l'ex-

trémité 34a de l'espace de communication, tel qu'illustré par les flèches 35c. En pratique, le flux 35a d'eau injectée dirige la saumure vers l'extrémité 38a du tube d'extraction 38, tel qu'illustré par les flèches 35b. La saumure est alors extraite par le tube d'extraction 38.

[0038] Sur cette figure 4, la circulation d'eau, et donc de saumure, est réalisée à l'aide d'une pompe d'aspiration 40 aspirant la saumure par l'intermédiaire du tube d'extraction 38, tel qu'indiqué par la flèche 39.

[0039] Bien entendu l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus. Ainsi, on pourrait prévoir d'inverser les conduits d'injection et d'extraction, sans que cela modifie l'invention.

Revendications

1. Procédé pour creuser, par dissolution, une cavité (1a) dans un terrain (1) contenant en majorité du sel, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- réaliser un conduit d'injection (16, 26, 36), un conduit d'extraction (18, 28, 38), une ébauche (4) d'espace de communication (14, 24, 34) mettant en liaison les conduits d'injection et d'extraction, et au moins une ébauche (2) de tunnel borgne (12, 22, 32, 42) tel que :
 - le tunnel borgne s'étende entre une extrémité ouverte (2a) et une extrémité close (2b), et
 - le tunnel borgne soit en liaison par son extrémité ouverte avec l'espace de communication,
- puis injecter, par le conduit d'injection, un solvant du sel dans l'espace de communication (4, 14, 24, 34), afin de creuser la cavité par dissolution du sel au contact du solvant,
- extraire ensuite, par le conduit d'extraction, la saumure formée par la dissolution du sel,

caractérisé en ce que l'on dispose l'extrémité close du tunnel borgne à une hauteur supérieure ou sensiblement égale à celle de l'extrémité ouverte, de telle sorte que l'on creuse également le tunnel borgne par circulation du solvant dans ce tunnel, en faisant passer par son extrémité ouverte le solvant depuis l'espace de communication dans ledit tunnel et que l'on récupère la saumure ainsi formée pour l'en extraire.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on réalise l'extrémité ouverte (2a) de l'ébauche (2) du tunnel borgne (12, 22, 32, 42) en surplomb de l'ébauche (4) de l'espace de communication (14, 24, 34), à l'endroit de leur liaison.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** :

- on réalise l'extrémité ouverte (2a) de l'ébauche (2) du tunnel borgne (12, 22, 32, 42) à proximité du conduit d'injection (16, 26, 36), et 5
- on fait circuler le solvant dans le conduit d'injection et ressortir de ce conduit par une extrémité (16b, 26b, 36b) formant point d'injection dans la cavité, 10
- on réalise l'ébauche du tunnel borgne avec son extrémité ouverte en surplomb du point d'injection.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on dispose sensiblement coaxialement les conduits d'injection (16, 26, 36) et d'extraction (18, 28, 38) de sorte que l'un de ces conduits est situé au centre et est entouré par l'autre, au moins sur une partie de sa longueur axiale. 20

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** :

- on réalise les conduits d'injection (16) et d'extraction (18) distants l'un de l'autre, 25
- on ménage une partie allongée (4c) dans l'ébauche de l'espace de communication,
- on réalise l'ébauche (2) du tunnel borgne et la partie allongée (4c) de l'ébauche (4) de l'espace de communication sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre, et le conduit d'injection (16) entre l'ébauche (2) du tunnel borgne et la partie allongée (4c) de l'ébauche (4) de l'espace de communication. 30 35

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on réalise plusieurs ébauches de tunnels borgnes (33, 43) en liaison avec l'espace de communication (34). 40

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on réalise l'ébauche (2) du tunnel borgne avec un diamètre inférieur à 10 cm. 45

Claims

1. Process for excavating a cavity (1a) in ground (1) predominantly containing salt, said process comprising the following steps:

- producing an injection duct (16, 26, 36), an extraction duct (18, 28, 38), a void (4) for a communication space (14, 24, 34) which places the injection and extraction ducts in communica-

tion, and at least one void (2) for a blind tunnel (12, 22, 32, 42) such that:

- the blind tunnel extends between an open end (2a) and a closed end (2b); and
- the blind tunnel communicates via its open end with the communication space;
- then injecting via the injection duct a salt solvent into the communication space (4, 14, 24, 34) in order to excavate the cavity by dissolution of the salt on contact with the solvent; and
- then extracting via the extraction duct the brine formed by the dissolution of the salt;

characterised in that, the closed end of the blind tunnel is disposed at a level which is higher than or substantially the same as that of the open end, so that the blind tunnel is likewise excavated by circulating solvent in this tunnel, by making the solvent pass into the tunnel via its open end from the communication space and the resultant brine is recovered so that it can be extracted therefrom.

2. Process according to claim 1, **characterised in that** the open end (2a) of the blind tunnel (12, 22, 32, 42) void (2) is produced such that it overhangs the communication space (14, 24, 34) void (4) at the point where they are connected.

3. Process according to claim 1, **characterised in that**:

- the open end (2a) of the blind tunnel (12, 22, 32, 42) void (2) is provided in the vicinity of the injection duct (16, 26, 36); and
- the solvent is circulated in the injection duct, emerges therefrom via an end (16b, 26b, 36b) forming the point of injection into the cavity; and
- the blind tunnel void is produced such that its open end overhangs the injection point.

4. Process according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the injection duct (16, 26, 36) and extraction duct (18, 28, 38) are disposed substantially coaxially such that one of these ducts is located in the centre and is surrounded by the other, at least over part of its axial length.

5. Process according to one of claim 1 to 3, **characterised in that**:

- the injection duct (16) and extraction duct (28) are produced at a spacing from each other;
- an elongate part (4c) is provided in the communication space void,
- the blind tunnel void (2) and the elongate part (4c) of the communication space void (4) are

produced substantially as an extension of each other, and the injection duct (16) is produced between the blind tunnel void (2) and the elongate part (4c) of the communication space void (4).

6. Process according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of blind tunnel (33, 43) voids are produced connected to the communication space (34).
7. Process according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the blind tunnel void has a diameter of less than 10 cm.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aushöhlen eines Hohlraums (1a) durch Auflösung in einem Boden (1), der überwiegend Salz enthält, wobei das Verfahren aus den folgenden Schritten besteht:

- Herstellen einer Einlassleitung (16, 26, 36), einer Auslassleitung (18, 28, 38), einer Vorstufe (4) einer Verbindungskammer (14, 24, 34), die die Einlassleitung und die Auslassleitung verbindet und wenigstens einer Vorstufe (2) eines Blindtunnels (12, 22, 32, 42), so dass:
 - sich der Blindtunnel zwischen einem offenen Ende (2a) und einem geschlossenen Ende (2b) erstreckt, und
 - der Blindtunnel mit seinem offenen Ende mit der Verbindungskammer verbunden ist,
- anschließendes Einleiten eines Salzlösers durch die Einlassleitung in die Verbindungskammer (4, 14, 24, 34), um den Hohlraum durch die Auflösung des Salzes bei Kontakt mit dem Löser auszuhöhlen,
- darauf folgendes Ableiten der durch die Auflösung des Salzes gebildeten Salzlösung durch die Auslassleitung,

dadurch gekennzeichnet, dass man das geschlossene Ende des Blindtunnels in einer größeren oder im wesentlichen der gleichen Höhe wie das offene Ende anordnet, so dass man durch Zirkulation des Löser in dem Tunnel auch den Blindtunnel aushöhlt, indem man den Löser aus der Verbindungskammer durch sein offenes Ende in den Tunnel leitet und die so gebildete Salzlösung zum Ausleiten wieder gewinnt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** man das offene Ende (2a) der Vor-

stufe (2) des Blindtunnels (12, 22, 32, 42) in der Verlängerung der Vorstufe (4) der Verbindungskammer (14, 24, 34) an ihrer Verbindungsstelle herstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- man das offene Ende (2a) der Vorstufe (2) des Blindtunnels (12, 22, 32, 42) in der Nähe der Einlassleitung (16, 26, 36) herstellt, und
- man den Löser in der Einlassleitung zirkulieren und aus diesem durch ein Ende (16b, 26b, 36b) austreten lässt, das einen Einlasspunkt in die Aushöhlung bildet,
- man die Vorstufe des Blindtunnels mit seinem offenen Ende als Verlängerung des Einlasspunkts herstellt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Einlassleitung (16, 26, 36) und die Auslassleitung (18, 28, 38) im Wesentlichen coaxial anordnet, so dass eine der Leitungen sich wenigstens über einen Teil ihrer axialen Länge in der Mitte der anderen befindet und von dieser umgeben ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- man die Einlassleitung (16) und die Auslassleitung (18) in einem Abstand zueinander anordnet,
- man einen länglichen Abschnitt (4c) der Vorstufe der Verbindungskammer herstellt,
- man die Vorstufe (2) des Blindtunnels und den länglichen Abschnitt (4c) der Vorstufe der Verbindungskammer im Wesentlichen als Verlängerung der einen gegenüber der anderen, sowie die Einlassleitung (16) zwischen der Vorstufe (2) des Blindtunnels und des länglichen Abschnitts (4c) der Vorstufe der Verbindungskammer realisiert.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man mehrere Vorstufen von Blindtunneln (33, 43) schafft, die mit der Verbindungskammer (34) verbunden sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Vorstufe (2) des Bildtunnels mit einem Durchmesser von unter 10 cm erstellt.

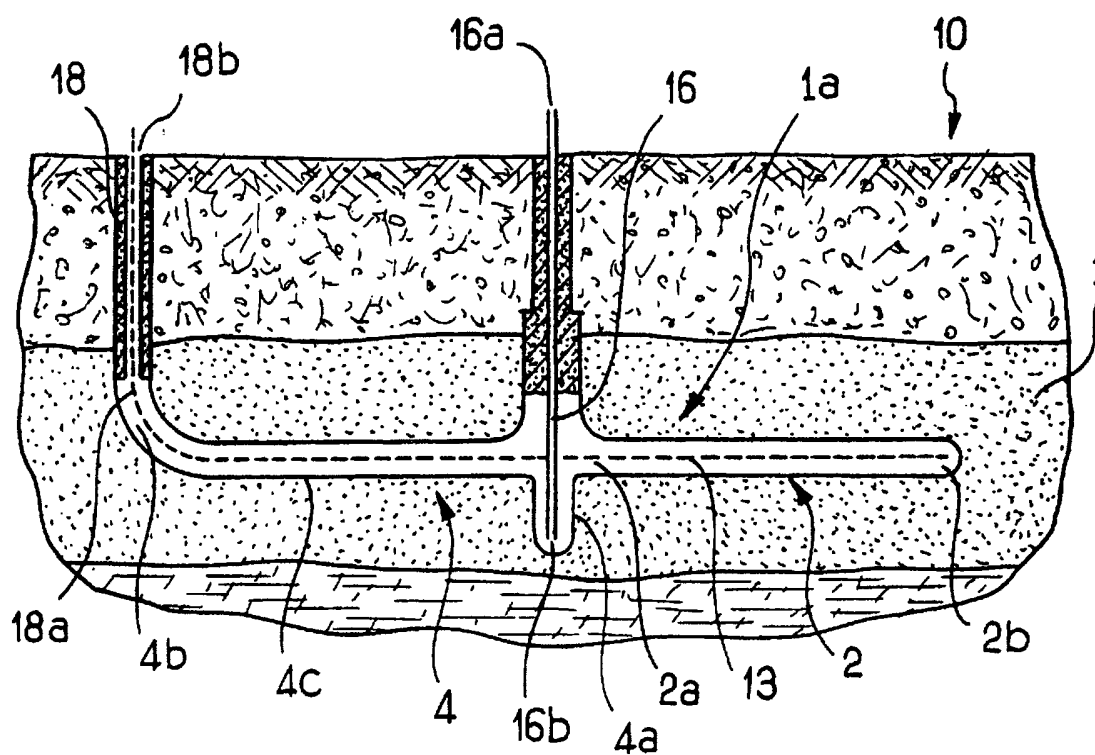


FIG. 1

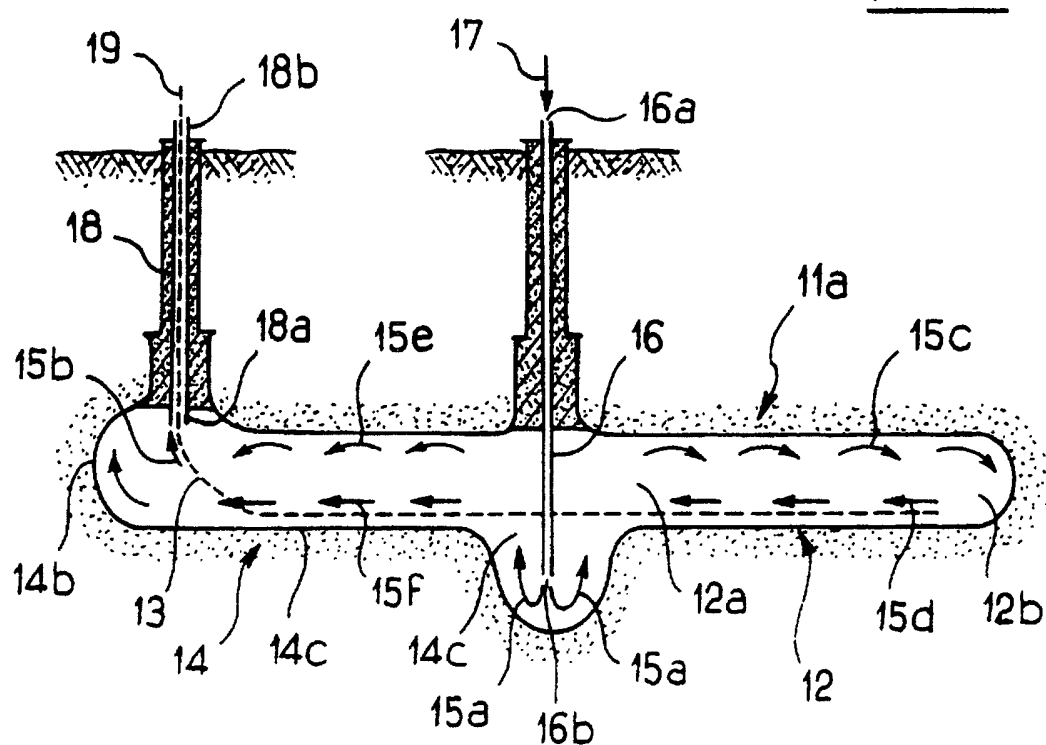


FIG. 2

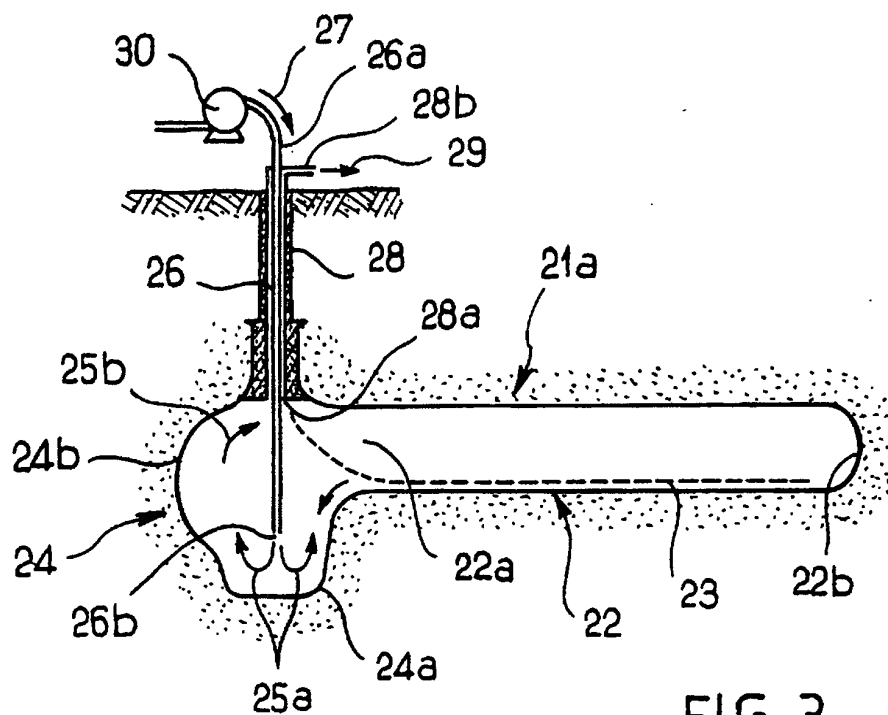


FIG. 3

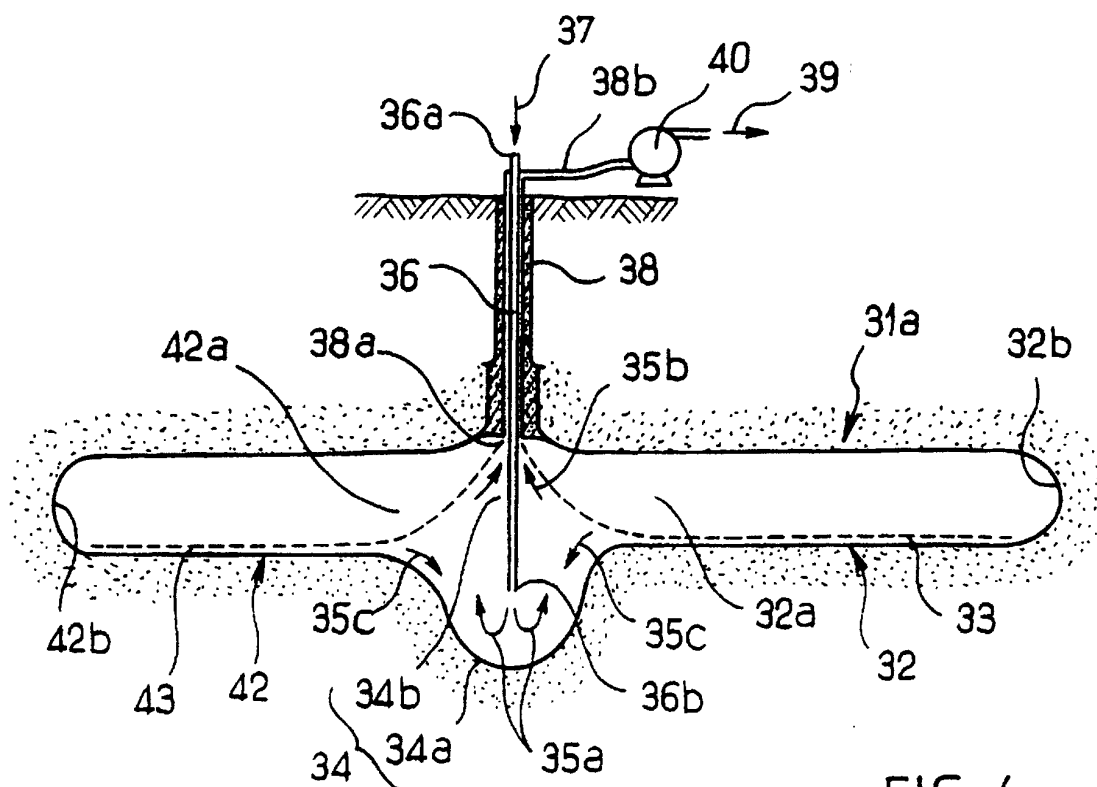


FIG. 4