



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/04/28
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2010/01/21
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2010/12/14
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/000497
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2010/007219
 (30) Priorité/Priority: 2008/06/24 (FR0803533)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B65G 5/00* (2006.01),
B09B 1/00 (2006.01), *E21F 17/00* (2006.01),
F17C 1/00 (2006.01)

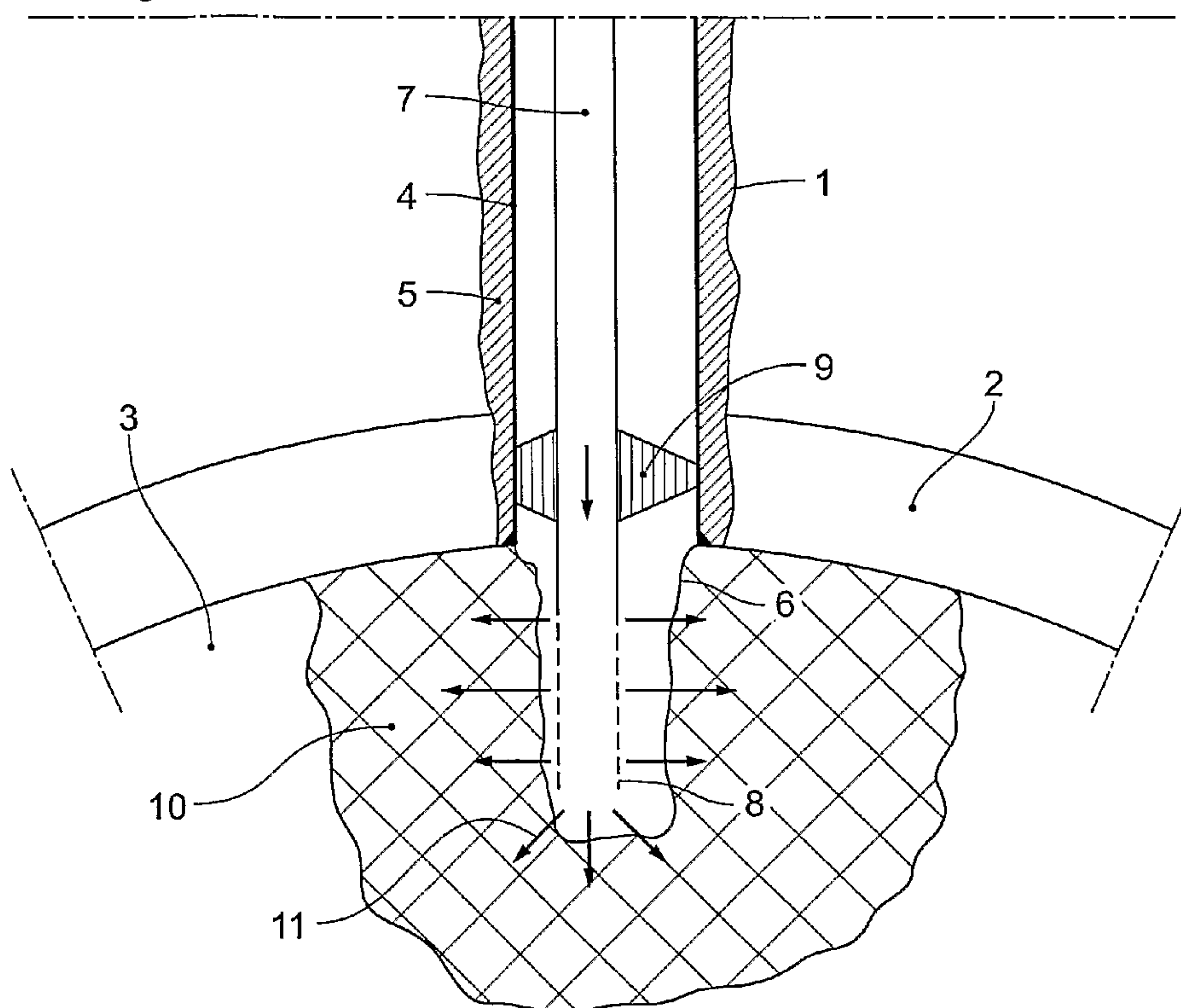
(71) Demandeur/Applicant:
IFP ENERGIES NOUVELLES, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
CANGEMI, LAURENT, FR;
HERZHAFT, BENJAMIN, FR;
LECOLIER, ERIC, FR;
LONGAYGUE, XAVIER, FR;
PASQUIER, DAVID, FR;
VINCKE, OLIVIER, FR;
WITTRISCH, CHRISTIAN, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : METHODE DE TRAITEMENT DES ABORDS DES Puits DE STOCKAGE DE GAZ ACIDES
 (54) Title: METHOD OF TREATING THE APPROACHES OF ACID GAS STORAGE WELLS

Figure 1



(57) **Abrégé/Abstract:**

Méthode de traitements des abords d'un puits (1) de stockage de gaz acide utilisant une solution réactive, dans laquelle on effectue les étapes suivantes : a) on injecte à partir du puits un fluide de lavage de la roche desdits abords de façon à ce qu'ils ne contiennent pas de produits réactifs avec ladite solution, b) on injecte dans la roche ainsi lavée un volume déterminé de solution réactive adaptée à réagir avec des gaz acides.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/007219 A1(43) Date de la publication internationale
21 janvier 2010 (21.01.2010)(51) Classification internationale des brevets :
B65G 5/00 (2006.01) F17C 1/00 (2006.01)
B09B 1/00 (2006.01) E21F 17/00 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/000497(22) Date de dépôt international :
28 avril 2009 (28.04.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0803533 24 juin 2008 (24.06.2008) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : IFP
[FR/FR]; 1 et 4 avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
CANGEMI, Laurent [FR/FR]; 46, rue de la Croix aux Vents, F-78380 Bougival (FR). HERZHAFT, Benjamin [FR/FR]; 24, rue Ledru Rollin, F-92150 Suresnes (FR). LECOLIER, Eric [FR/FR]; 1, Villa Marie de Médicis,

F-92370 Chaville (FR). LONGAYGUE, Xavier [FR/FR]; 1 allée des Bouvreuils, F-78390 Bois d'Arcy (FR). PASQUIER, David [FR/FR]; 1, Impasse du Four, F-92150 Suresnes (FR). VINCKE, Olivier [FR/FR]; 3, rue Cassini, F-95110 Sannois (FR). WITTRISCH, Christian [FR/FR]; 24, rue George Sand, F-92500 Rueil-Malmaison (FR).

(74) Mandataire : ELMALEH, Alfred; IFP, 1 et 4 avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil-Malmaison cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

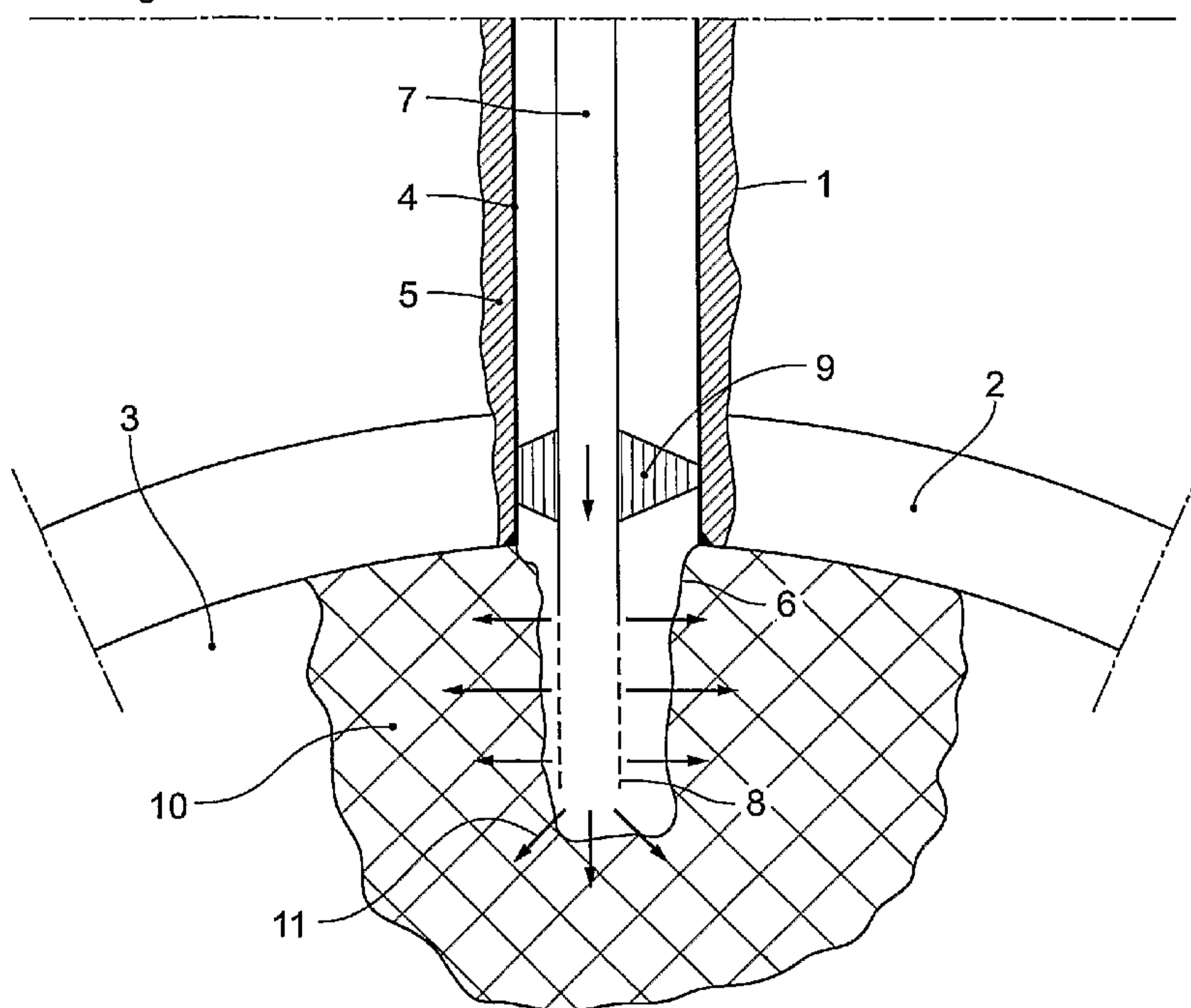
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD OF TREATING THE APPROACHES OF ACID GAS STORAGE WELLS

(54) Titre : METHODE DE TRAITEMENT DES ABORDS DES PUIITS DE STOCKAGE DE GAZ ACIDES

Figure 1



(57) Abstract : Method of treating the approaches of an acid gas storage well (1) using a reactive solution, in which method the following steps are carried out: a) a fluid is injected via the well, for washing the rock of said approaches so that they do not contain products that react with said solution; and b) a specified volume of reactive solution suitable for reacting with acid gases is injected into the rock thus washed.

(57) Abrégé : Méthode de traitements des abords d'un puits (1) de stockage de gaz acide utilisant une solution réactive, dans laquelle on effectue les étapes suivantes : a) on injecte à partir du puits un fluide de lavage de la roche desdits abords de façon à ce qu'ils ne contiennent pas de produits réactifs avec ladite solution, b) on injecte dans la roche ainsi lavée un volume déterminé de solution réactive adaptée à réagir avec des gaz acides.

WO 2010/007219 A1



ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

MÉTHODE DE TRAITEMENT DES ABORDS DES PUITS DE STOCKAGE DE GAZ ACIDES

5 La présente invention concerne le domaine des stockages géologiques des gaz acides, dont le CO₂. En particulier, l'invention concerne la fermeture des puits donnant accès aux formations géologiques dans lesquelles le stockage à lieu par injection. Un des objectifs est de prévenir les fuites de gaz acides, par exemple de CO₂, par lesdits puits ou son voisinage.

10

On connaît les procédures d'abandon de puits dans lesquelles on introduit des bouchons de différentes qualités dans les cuvelages du puits : des bouchons mécaniques en matériau expansible, des bouchons de ciment, de résine. Cependant, la durabilité de ces matériaux, ainsi que du tube de
15 cuvelage soumis à la corrosion, n'est pas suffisante dans le cas de stockage de gaz acides, notamment du CO₂.

On connaît aussi les injections sous pression ("squeeze") de produits spécifiques de colmatage par les perforations du puits afin d'obturer la formation poreuse et perméable. Cependant, on sait qu'il est difficile de
20 maîtriser le placement de ces produits injectés, ce qui rend aléatoire l'efficacité du colmatage.

Ainsi, la présente invention concerne une méthode de traitements des abords d'un puits de stockage de gaz acide utilisant une solution réactive, dans
25 laquelle on effectue les étapes suivantes :

a) on injecte à partir dudit puits un fluide de lavage de la roche desdits abords de façon à ce qu'ils ne contiennent pas de produits réactifs avec ladite solution,

b) on injecte dans la roche ainsi lavée un volume déterminé de
30 solution réactive adaptée à réagir avec des gaz acides, ladite solution

comportant des oxydes basiques de façon à précipiter des minéraux dans la roche, au contact des gaz acides.

Selon la méthode, un stockage de gaz acide peut être effectué préalablement aux étapes a) et b).

5 La solution réactive peut être adaptée à précipiter des carbonates, des hydrogéo-carbonates, ou des sulfures.

Les oxydes basiques peuvent être choisis dans le groupe suivant : les oxydes alcalins ou alcalino-terreux, leurs formes hydratées, les oxydes de Zn, Ti, Mn, Fe, Zr, ou leurs mélanges.

10 Les oxydes basiques peuvent provenir de minéraux suivants : les roches basiques et ultrabasiques, tels les basaltes, serpentinites, les péridotites, la magnésite éventuellement calcinée, la dolomite, l'albite, les ciments hydratés ou non, les ciments ultrafins, les laitiers de hauts fourneaux, les géopolymères, les silicates alcalins, la wollastonite, les matières pouzzolaniques, le plâtre, les
15 mâchefers, le talc, le kaolin, les autres argiles, éventuellement calcinées, les fumées de silice, les cendres volantes, les zéolites.

On peut boucher le puits après injection de la solution réactive.

On peut effectuer les étapes a) et b) après le forage de la zone géologique de couverture dudit stockage de gaz de façon à réduire, ou à colmater, les
20 fuites éventuelles de gaz acide dans ladite zone.

La solution réactive peut comporter des oxydes de granulométrie déterminée par rapport à la nature du milieu poreux injecté.

La solution réactive peut comporter des agents de contrôle des propriétés rhéologiques, tels des polymères hydrosolubles, des polymères
25 associatifs, des argiles.

Les oxydes basiques peuvent être des particules colloïdales.

La solution de lavage peut être aqueuse.

La densité et les propriétés d'écoulement de la solution de lavage peuvent être déterminées pour déplacer de façon optimisée les gaz acides.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description des modes de réalisation ci-après, nullement limitatifs, et illustrés par les figures ci-après annexées, parmi lesquelles :

- 5 - la figure 1 montre schématiquement un mode de mise en œuvre de l'invention,
 - la figure 2 montre également schématiquement un autre mode de réalisation.

10 Le principe de l'invention repose sur la mise en place dans le voisinage d'un puits donnant accès entre la surface du sol et le réservoir géologique de stockage de gaz acides, d'un matériau réactif au contact du gaz acide. La réaction a pour résultat de limiter fortement la perméabilité de la roche du réservoir, et même de la colmater, dans ledit voisinage du puits.

15 La figure 1 montre un forage 1 exécuté à travers la roche couverture 2 qui surmonte la roche réservoir 3. Le forage 1 est cuvelé par un tube 4 cimenté dans le trou foré 1 par un matériau de cimentation 5. L'accès au réservoir est obtenu par un drain foré 6. Un tube d'injection 7 se terminant par une crépine 8 est descendu dans le puits et l'annulaire entre ledit tube d'injection et le
20 cuvelage 4 est obturé par des éléments d'étanchéité de type "packer" 9, ou équivalents, bien connus dans la profession.

 Le schéma de la figure 1 montre un exemple d'équipement de puits, nullement limitatif, d'autres variantes sont applicables à la présente invention, en particulier les "complétions" ou équipements de puits, pour des
25 puits horizontaux.

 L'injection de gaz acide est effectuée par l'intermédiaire du tube 7. Une fois le remplissage du réservoir achevé, on effectue un lavage pour repousser le CO₂, ou H₂S, de la zone 10 que l'on souhaite traiter. On utilise de préférence de l'eau, mais d'autres fluides peuvent être utilisés pour ce lavage dans la
30 mesure où ils réalisent les fonctions équivalentes à celles de l'eau. Par exemple, on peut ajouter des additifs viscosifiants pour améliorer le lavage.

Le volume du fluide de lavage injecté doit être suffisant pour repousser le gaz acide à une distance radiale d'au moins quelques mètres des abords du puits. Ce rinçage, préférentiellement à l'eau, assure par la suite une bonne injectivité de la formulation comprenant le matériau réactif aux abords du puits. En l'absence de rinçage la méthode pourrait être inopérante car il y a un risque de former rapidement des composés minéraux (carbonates et/ou sulfures) superficiels entraînant localement un bouchage de la porosité qui limiterait l'envahissement des abords de puits par la formulation réactive.

Après le lavage, une formulation comprenant les produits réactifs aux gaz acides est alors injectée aux abords du puits et dans un rayon de quelques mètres. Les flèches 11 schématisent ladite injection.

Le matériau réactif a pour objectif, en cas de circulation du CO₂ (soit sous forme supercritique, soit en solution aqueuse) ou de gaz acides aux abords du puits, de minéraliser ce gaz acide, en induisant une forte réduction de la perméabilité des abords de puits ce qui permet notamment de protéger le puits d'une attaque par le gaz acide.

Ce matériau réactif pour la présente invention est choisi parmi les oxydes basiques de formule générique M_xO_y, avec M un élément choisi parmi les alcalins, les alcalinoterreux ou d'autres éléments, caractérisés en ce qu'en présence d'eau, ils se dissocient au moins partiellement en formant des ions hydroxyle, et en ce qu'ils réagissent en présence de gaz acides, tels que CO₂ ou H₂S, en formant respectivement des carbonates ou des sulfures peu solubles dans l'eau.

On choisit préférentiellement les oxydes alcalins ou alcalino-terreux notamment les oxydes de sodium, potassium, calcium, baryum et magnésium, ou leur forme hydratée (LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂, Mg(OH)₂), mais aussi les oxydes de Zn, Ti, Mn, Fe, Zr, ...

Ces oxydes, peuvent être amenés sous la forme de particules minérales, les minéraux étant choisis parmi les roches basiques et ultrabasiques (comme les basaltes, serpentinites, les péridotites qui sont connues pour être riches en magnésium), la magnésite éventuellement calcinée, la dolomite, l'albite, les

ciments (hydratés ou non), les ciments ultrafins, les laitiers de hauts fourneaux, les géopolymères, les silicates alcalins, la wollastonite, les matières et autres liants pouzzolaniques en général, le plâtre, les mâchefers, le talc, le kaolin et les autres argiles, éventuellement calcinées, les fumées de silice, les
5 cendres volantes, les zéolites,...

On choisit préférentiellement des matériaux contenant des quantités importantes d'oxydes de magnésium et/ou de calcium qui en présence de CO₂ forment des carbonates très stables.

Des exemples de réactions de carbonatation de différents oxydes de calcium et magnésium sont données ci-après :

- Oxyde de calcium : $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$
- Oxyde de magnésium : $MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$
- Hydroxyde de calcium (chaux) : $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
- Hydroxyde de magnésium : $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O$
- 15 ○ Talc : $\frac{1}{3}Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + \frac{4}{3}SiO_2 + \frac{1}{3}H_2O$
- Forsterite : $\frac{1}{2}Mg_2SiO_4 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + \frac{1}{2}SiO_2$
- Wollastonite : $CaSiO_3 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + SiO_2$

Lorsque le gaz acide a tendance à retourner vers le puits, ces bases
20 réagissent avec le gaz acide provenant du stockage, et vont minéraliser ce dernier dans les pores des milieux poreux aux abords du puits sous forme de carbonates, ou d'hydrogène carbonates, dans le cas du CO₂, et sous forme de sulfures dans le cas de l'H₂S, réduisant par là même la porosité et la perméabilité des abords de puits, et diminuant donc le débit de fuite potentiel
25 de gaz acide vers la surface en passant par le puits. Les minéraux précipités forment aussi une couche protectrice pour les équipements de puits vis-à-vis des gaz acides stockés.

Ces bases sont mises en solutions aqueuses, voire en solutions sursaturées, c'est-à-dire en suspension. Dans le cas de suspensions, la

granulométrie doit être adaptée et contrôlée, en rapport avec la porosité du milieu, la taille des particules devant être suffisamment petite pour pénétrer dans le milieu poreux. Ceci est assuré par la sélection rigoureuse des oxydes (ou mélanges d'oxydes) constituant la formulation, et leur bonne dispersion. Le
5 D50 des particules choisies se situe préférentiellement entre 0,2 et 200 μm , le D90 devant être inférieur au 1/3 du diamètre moyen des pores de la formation. Une formulation comprenant un mélange de granulométries peut être préférée.

La surface spécifique des oxydes choisis est maximisée afin de présenter
10 le maximum de réactivité.

La rhéologie de la suspension ainsi constituée est également adaptée afin d'assurer une injection performante tout en évitant la fracturation. Selon les caractéristiques de la formation rocheuse dans laquelle on pratique l'injection, la viscosité de la suspension est ajustée pour que les pressions
15 d'injection se situent entre la pression de pore et la pression de fracturation du milieu. La viscosité est également adaptée pour assurer le maintien en suspension desdites particules pendant la mise en œuvre de l'injection. Des viscosités se situant entre 1 mPa.s et 1 Pa.s sont recherchées.

Pour cela, on ajoute avantageusement des additifs modificateurs de
20 rhéologie, notamment des polymères hydrosolubles stables en milieu basique, de masse molaire suffisamment élevée pour garantir un effet de viscosité à faible fraction volumique en additif polymère dans la formulation autobloquante.

On peut utiliser des polymères vinyliques porteurs de groupements
25 carboxylate, sulfonate, ou phosphate, par exemple des polyacrylates de masse molaire supérieure à 10^6 g/mol, ou des polymères sulfonés tels que le polystyrène sulfonate, le polynaphtalène sulfonate.

On peut également ajouter des particules colloïdales, notamment des argiles gonflantes telles que bentonites, smectites, dont les feuillets se
30 dispersent en phase aqueuse basique et ont pour fonction de fournir au fluide

une propriété de seuil d'écoulement, fonction utile à la suspension efficace de particules minérales, (tels que les oxydes basiques en sursaturation).

De plus, la masse volumique de la formulation est ajustée en fonction des caractéristiques du milieu (pression de fracturation de la roche), par rapport à la pression hydrostatique. Pour cela, on sélectionne les oxydes, ou on en ajuste leurs mélanges, en fonction de leur densité et de leur fraction volumique respectives. La phase aqueuse peut contenir des sels dissous pour augmenter la masse volumique de l'eau, telles les pratiques dans les fluides de forages classiques (CaCl_2 , NaCl ,...).

La formulation peut comprendre des agents alourdissants tels que des sels (sulfate de baryum ou autres), peu solubles et maintenus à l'état dispersé. Leur granulométrie devra être adaptée et contrôlée, en rapport avec la porosité du milieu, la taille des particules devant être suffisamment petite pour pénétrer dans le milieu poreux.

L'état de dispersion de la formulation peut être contrôlé par l'ajout d'agents dispersants tels que des tensioactifs préférentiellement anioniques, tels que des alkyl sulfonates, alkyl phosphates, alkyl carboxylates, ou non ioniques, tels que les polyoxyéthylène alkylés.

L'invention s'applique en premier lieu à la fermeture d'un puits injecteur que l'on a décidé de ne plus utiliser, ce que l'on peut assimiler à l'abandon d'un puits pétrolier. Mais l'invention peut également être mise en œuvre lors de la construction d'un puits spécifiquement foré pour le stockage géologique des gaz acides, qu'il ait lieu dans des roches réservoirs, des aquifères, ou des veines de charbon.

A la fin de l'injection de gaz acides, de l'eau, ou plus généralement le fluide de lavage, est injectée par le tube 7 d'injection de gaz acide de manière à repousser le gaz acide stocké loin des abords de puits. Dans le cas d'un stockage de gaz acides en aquifère salin, l'eau utilisée pour le flush de lavage peut provenir de cet aquifère qui aura été éventuellement produite lors de l'injection des gaz acides. Une fois cette opération réalisée, on injecte toujours

par le tube d'injection 7, la formulation réactive que l'on "squeeze" (esquiche) dans la formation rocheuse. Le volume injecté (esquiché) est adapté pour envahir quelques mètres aux abords de puits.

L'opération se termine par l'injection d'un bouchon de ciment, ou tout
5 autre formulation colmatante, pour maintenir le matériau réactif en place. Cette première opération terminée, il est possible de procéder à la même opération dans d'autres zones, en particulier au toit du réservoir après perforation du cuvelage et de la cimentation primaire de façon à permettre l'injection.

10

L'invention s'applique également lors du forage d'un nouveau puits en vue d'y injecter des gaz acides à stocker. Dans ce cas, une fois la roche couverture du réservoir atteinte et traversée par le forage, on applique alors la méthode précédemment décrite. La figure 2 montre un forage 21 qui a atteint
15 la roche couverture 20 qui surmonte le réservoir de stockage 22. On effectue un "flush" à l'eau, puis l'injection, juste au-dessous du niveau de la couverture (au toit du réservoir), d'une formulation réactive. Pour cela, on utilise une garniture de tubes 23, et un packer d'isolation de l'annulaire 24. La zone 25 est ainsi envahie d'un matériau réactif qui réagira en cas de fuite de gaz acide
20 dans ladite zone. On poursuit le forage avec le fluide de forage jusqu'à la profondeur désirée, puis on procède au cuvelage et à la cimentation, puis aux perforations nécessaires à l'injection ultérieure du/des gaz acide(s). Cette méthode préventive, réalisée en amont de l'injection de CO₂, permet de limiter les risques de fuites au niveau de la couverture, là où le panache de CO₂
25 pourrait s'accumuler pendant et après l'injection, en diminuant fortement la perméabilité de la roche réservoir juste au-dessous de la couverture argileuse. Lors de la fermeture pour abandon de ce puits, la procédure décrite ci-dessus est mise en œuvre.

REVENDEICATIONS

5 1) Méthode de traitements des abords d'un puits de stockage de gaz acide utilisant une solution réactive, dans laquelle on effectue les étapes suivantes :

a) on injecte à partir dudit puits un fluide de lavage de la roche desdits abords de façon à ce qu'ils ne contiennent pas de produits réactifs avec ladite solution,

10 b) on injecte dans la roche ainsi lavée un volume déterminé de solution réactive adaptée à réagir avec des gaz acides, ladite solution comportant des oxydes basiques de façon à précipiter des minéraux dans la roche, au contact des gaz acides.

15 2) Méthode selon la revendication 1, dans laquelle un stockage de gaz acide a été effectué préalablement aux étapes a) et b).

3) Méthode selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la solution réactive est adaptée à précipiter des carbonates, des hydrogéo-carbonates, ou des
20 sulfures.

4) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les oxydes basiques sont choisis dans le groupe suivant : les oxydes alcalins ou alcalino-terreux, leurs formes hydratées, les oxydes de Zn, Ti, Mn, Fe, Zr, ou
25 leurs mélanges.

5) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les oxydes basiques proviennent de minéraux suivants : les roches basiques et ultrabasiques, tels les basaltes, serpentinites, les péridotites, la magnésite
30 éventuellement calcinée, la dolomite, l'albite, les ciments hydratés ou non, les ciments ultrafins, les laitiers de hauts fourneaux, les géopolymères, les

silicates alcalins, la wollastonite, les matières pouzzolaniques, le plâtre, les mâchefers, le talc, le kaolin, les autres argiles, éventuellement calcinées, les fumées de silice, les cendres volantes, les zéolites.

5 6) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle on bouche le puits après injection de la solution réactive.

7) Méthode selon la revendication 1, dans laquelle on effectue les étapes a) et b) après le forage de la zone géologique de couverture dudit stockage de gaz de
10 façon à réduire, ou à colmater, les fuites éventuelles de gaz acide dans ladite zone.

8) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la solution réactive comporte des oxydes de granulométrie déterminée par
15 rapport à la nature du milieu poreux injecté.

9) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la solution réactive comporte des agents de contrôle des propriétés rhéologiques, tels des polymères hydrosolubles, des polymères associatifs, des argiles.
20

10) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les oxydes basiques sont des particules colloïdales.

11) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la
25 solution de lavage est aqueuse.

12) Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la densité et les propriétés d'écoulement de la solution de lavage sont déterminées pour déplacer de façon optimisée les gaz acides.

Figure 1

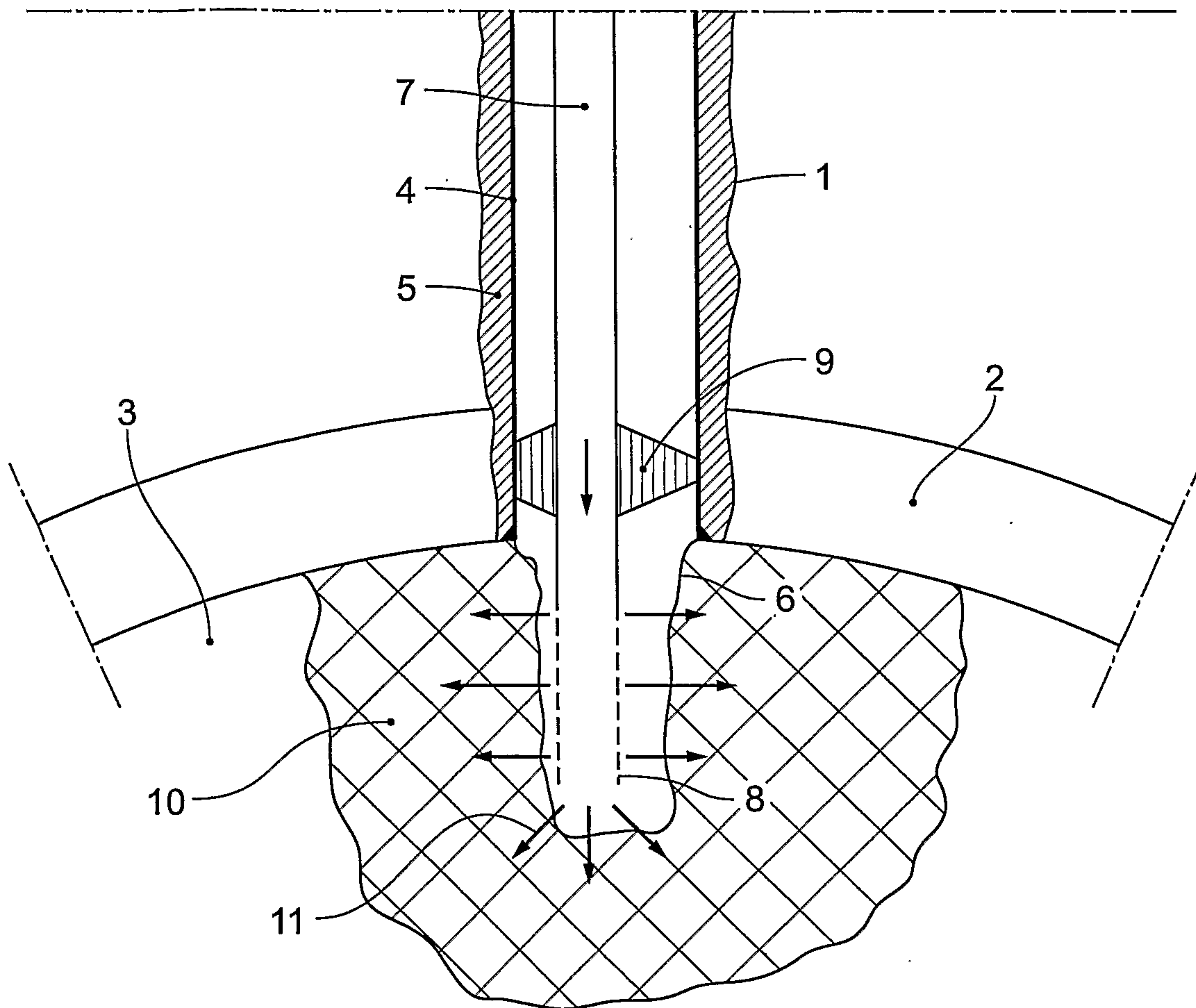


Figure 2

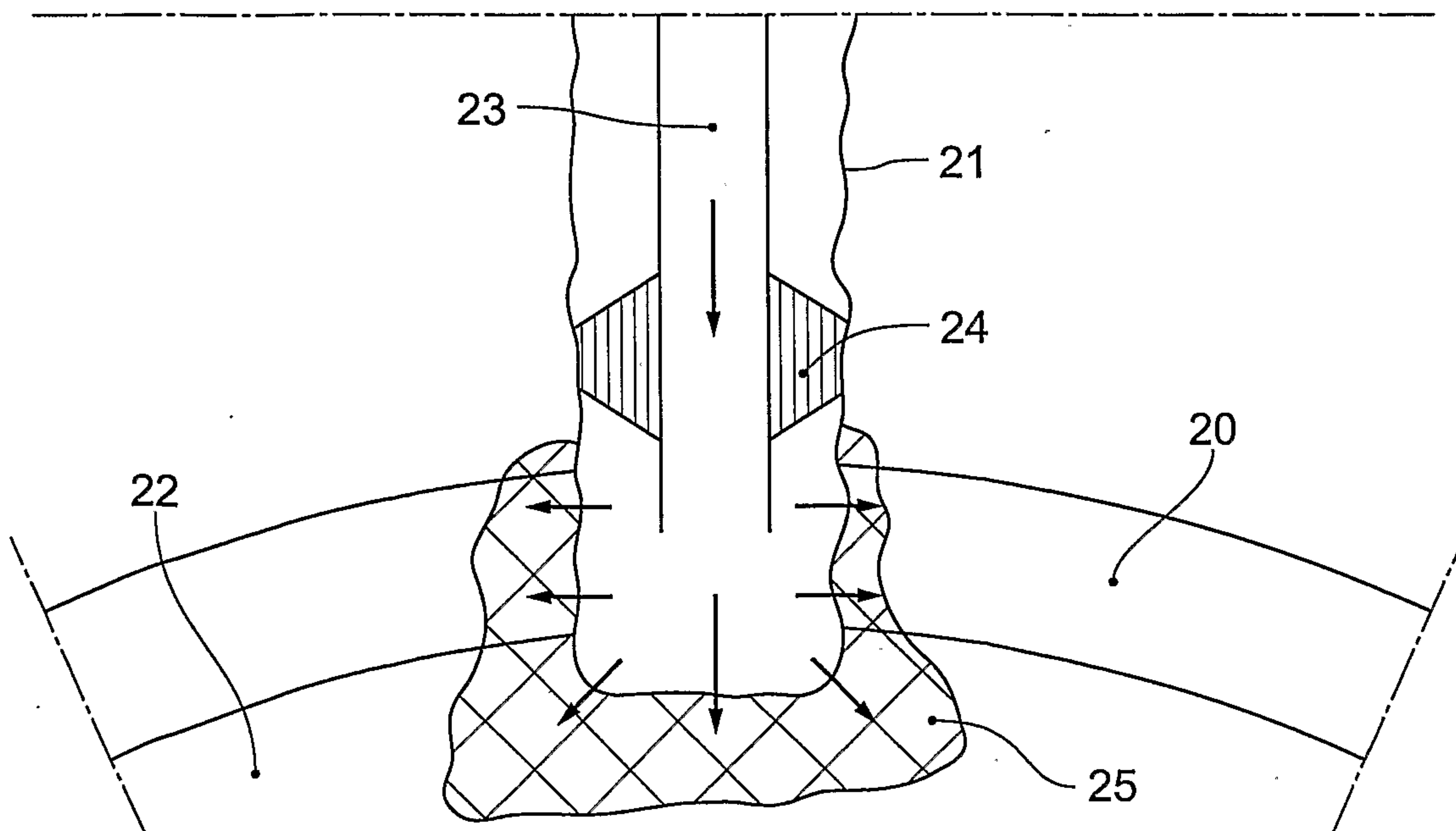


Figure 1

