(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3786987号
(P3786987)
(45)発行日　平成18年6月21日(2006.6.21)　(24)登録日　平成18年3月31日(2006.3.31)

(51)Int.Cl.　　F I
B09C 1/00 (2006.01)　　B09B 5/00 ZABS
E21B 43/00 (2006.01)　　E21B 43/00

請求項の数 12　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平7-97098
(22)出願日　平成7年4月21日(1995.4.21)
(65)公開番号　特開平7-290038
(43)公開日　平成7年11月7日(1995.11.7)
審査請求日　平成14年4月22日(2002.4.22)
(31)優先権主張番号　235571
(32)優先日　平成6年4月29日(1994.4.29)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(73)特許権者　596170170
ゼロックス　コーポレイション
ＸＥＲＯＸ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国　コネチカット州　スタンフォード、ロング・リッジ・ロード　８００
(74)代理人　100079049
弁理士　中島　淳
(74)代理人　100084995
弁理士　加藤　和詳
(72)発明者　エリオット　エヌ．ドゥフニー
アメリカ合衆国　ニューヨーク州　１４６２６　ロチェスター　スピンリー　コート　３２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】汚染物質除去方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１透水性を有する土を含む地盤（18、20）の汚染領域（12、14）から汚染物質を除去する方法であって、前記地盤は複数の優先流路（22、24、26）を有し、各経路は前記第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記方法が、
汚染物質領域に少なくとも第１優先流路（22）及び第２優先流路（24）と交差するせん孔（42）を設けること、
前記第２優先流路（24）は前記第１優先流路（22）よりも深く配置され、前記第１優先流路（22）内に配置された底部開口を有する第１真空取出管（30ｃ）及び前記第２優先流路（24）内に配置された底部開口を有する第２真空取出管（30ｂ）をせん孔（42）内に配置し、前記第１優先流路（22）に配置された底部開口を有する真空取出管に加えられる真空が前記第２優先流路ではなく前記第１優先流路（22）から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路（24）に配置された底部開口を有する第２真空取出管に加えられる真空が前記第１優先流路からではなく前記第２優先流路（24）から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路（22）を前記第２優先流路（24）から隔離させること、
少なくとも一本の真空取出管に真空を加えて少なくとも一つの優先流路から真空取出管へ気体及び液体を送ること、
前記気体及び前記液体の両方を共通の流れとして表面へ搬送し、共通の流れから主に液体である流れ及び主に気体状である流れを形成すること、
前記液体流れ及び気体状流れの少なくとも一方から汚染物質を除去すること、

とを有する、汚染物質除去方法。

【請求項２】

第１透水性を有する土を含む地盤（18、20）の汚染物質領域（12、14）から汚染物質を除去する装置（10）であって、前記地盤が複数の優先流路（22、24、26）を有し、各優先流路は前記第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記地盤の汚染物質領域が少なくとも第１優先流路（22）及び第２優先流路（24）と交差するように地盤の表面から下方へ延出するせん孔（42）を有し、前記第２優先流路（24）は前記第１優先流路（22）よりも深く配置され、前記装置が、

前記せん孔（42）の内側に配置される少なくとも第１真空取出管（30ｃ）及び第２真空取出管（30ｂ）であって、前記第１真空取出管（30ｃ）は前記第１優先流路（22）内に配置される底部開口を有し、第２真空取出管（30ｂ）は前記第２優先流路（24）内に配置される底部開口を有し、前記第１優先流路（22）に配置された底部開口を有する前記第１真空取出管（30ｃ）に加えられる真空は前記第２優先流路（24）ではなく前記第１優先流路（22）から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路（24）に配置された底部開口を有する前記第２真空取出管（30ｂ）に加えられる真空は前記第１優先流路（22）ではなく前記第２優先流路（24）から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路（22）を前記第２優先流路（24）から隔離する、第１真空取出管（30ｃ）及び第２真空取出管（30ｂ）と、

前記第１真空取出管（30ｃ）及び第２真空取出管（30ｂ）と流体連通の関係にある真空形成装置（32）であって、この真空形成装置（32）はせん孔（42）の周りの前記第１（22）及び第２優先流路（24）に減圧ゾーンを形成するために用いられ、気体及び液体は前記第１（22）及び第２優先流路から真空取出管へ送られ、共通の流れとして表面に搬送される、真空形成装置（32）と、

前記真空形成装置及び前記第１（30ｃ）且つ第２真空取出管（30ｂ）と流体連通関係にある気液分離装置（32）であって、前記気液分離装置は共通の流れを気体及び液体の流れに分離する、気液分離装置（32）と、

汚染物質除去システム（36）であって、前記汚染物質除去システムは前記液体流れ及び前記気体流れの少なくとも一方から汚染物質を除去するために配置されている、汚染物質除去システム（36）と、

とを有する、汚染物質除去装置。

【請求項３】

前記第１の透水性が毎秒１×１０$^{-4}$ｃｍ以下である、請求項１に記載の汚染物質除去方法。

【請求項４】

前記優先経路の透水性が毎秒１×１０$^{-3}$ｃｍ以上である、請求項３に記載の汚染物質除去方法。

【請求項５】

前記せん孔から離れたところに少なくとも一つの取入プローブ（27）を少なくとも一つの優先流路に設けて、前記少なくとも一つの優先流路に流体を誘導することを含む、請求項１に記載の汚染物質除去方法。

【請求項６】

前記少なくとも一つの優先流路が前記第１優先流路であり、前記第１真空取出管（30ｃ）に真空がかけられる間、取入プローブ（27）から前記第１優先流路に流体が誘導される、請求項５に記載の汚染物質除去方法。

【請求項７】

前記少なくとも一つの優先流路が前記第２優先流路であり、前記第２真空取出管（30ｂ）に真空がかけられる間、取入プローブ（27）から前記第２優先流路に流体が誘導される、請求項５に記載の汚染物質除去方法。

【請求項８】

前記第１真空取出管（30ｃ）及び前記第２真空取出管（30ｂ）へ同時に真空がかけられ

る間、取入プローブ（27）から前記第１優先流路及び前記第２優先流路へ同時に流体が誘導される、請求項５に記載の汚染物質除去方法。
【請求項９】
前記第２真空取出管に真空がかけられる間、前記第１真空取出管に流体が誘導される、請求項１に記載の汚染物質除去方法。
【請求項１０】
前記第１真空取出管に真空がかけられる間、前記第２真空取出管に流体が誘導される、請求項１に記載の汚染物質除去方法。
【請求項１１】
前記第１真空取出管及び前記第２真空取出管へ同時に真空がかけられる、請求項１に記載の汚染物質除去方法。
【請求項１２】
少なくとも一つの真空取出管に真空がかけられるとき、前記複数の優先流路の少なくとも一つの経路から取り出されて真空取出管に入る前記液体が水分を含む、請求項１に記載の汚染物質除去方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は地盤の優先流路（paths of preferential flow）に沿って地中液体及び地中気体から汚染物質を取出する処理に関する。更に詳細には、本発明は、単一井筒（井戸）を有する地盤の少なくとも二つの異なる優先流路から、高真空技術によって選択的に汚染物質を取出する処理に関する。
【０００２】
【従来の技術】
公知の装置及び処理はある意図された目的には適切であるが、通気性、透水性並びに間隙率が変化する土からの汚染物質の取出を可能にする、地下水及び土から汚染物質を除去する処理及び装置の必要性が残る。更に取出井筒の配置の自由度を増加させる地下水及び土から汚染物質を除去する処理及び装置の必要性がある。既存の真空取出システムを変更することによって実行可能な、地下水及び土から汚染物質を除去する処理及び装置の必要性もある。
【０００３】
更に、地盤の地下水から汚染物質及び地盤から土中気体を除去することが必要な場合がある。この地盤はシルト、粘土、砂とシルトと粘土との混合物、塊状粘土等の比較的不透水性の土、又は積層砂岩、けつ岩、泥岩、塊状火成岩及び変成岩等の比較的不透水性の岩を含む。これらの土の透水性は非常に低く、通常毎秒およそ10^{-6}から10^{-8}センチメートルの範囲か又はそれ以下であり、地盤汚染物質を取出す多くの公知の処理が適切でなく又は有効ではない。公知の処理は典型的には少なくとも毎秒およそ10^{-4}センチメートルを下回らない透水性の土に適切である。
【０００４】
更に、相対的に低透水性の領域が相対的に高透水性の領域に囲まれている地盤のある一つの領域内では一つ以上の優先流路から選択的に汚染物質を除去することが望ましい。この例では単一の穿孔又は井筒を介して一つ以上の優先流路から選択的に汚染物質を取出可能なことも望ましい。単一の穿孔を介して複数の優先流路から汚染物質を取出すことによって設置コストが減少し、装置が減少及びより簡略化され、汚染物質領域における事業の中断が減少する。更に、一つ以上の優先流路に真空取出を適用し、それと同時に一つ以上の隣接する優先流路に流体（気体及び／又は液体を含む）を導くことも望まれる。更に複数の優先流路に同時に又は所望の順番で真空取出を適用することも望ましい。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
本発明の目的は、上記の利点によって地下水及び土から汚染物質を除去する処理及び装置

を提供することである。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明の（又は本発明の特定の実施例）これらの及び他の目的は第１透水性を有する土を含む地盤の汚染領域から汚染物質を除去する処理によって達成され、前記地盤は複数の優先流路を有し、各経路は第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記処理は、汚染物質領域に少なくとも第１優先流路及び第２優先流路を横切るせん孔を設けることを含み、前記第２優先流路は前記第１優先流路よりも深く配置され、前記第１優先流路内に配置された底部開口部（開口）を有する第１真空取出管及び前記第２優先流路内に配置された底部開口部を有する第２真空取出管をせん孔内に配置し、前記第１優先流路に配置され、底部開口部を有する真空取出管に加えられる真空が前記第２優先流路ではなく前記第１優先流路から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路に配置され、底部開口部を有する第２真空取出管に加えられる真空が前記第１優先流路からではなく前記第２優先流路から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路を前記第２優先流路から独立させ、少なくとも一本の真空取出管に真空を加えて少なくとも一つの優先流路から真空取出管へ気体及び液体を引き込み、前記気体及び前記液体の両方を共通の流れとして表面へ搬送し、共通の流れから主に液体である流れ及び主に気体状である流れを形成し、前記液体の流れ及び気体状の流れの少なくとも一方から汚染物質を除去する。本発明の別の実施例は第１透水性を有する土を含む地盤の汚染された領域から汚染物質を除去する装置に向けられ、前記地盤は複数の優先流路を有し、各経路は前記第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記地盤の汚染物質領域は少なくとも第１優先流路及び第２優先流路を横切って土の表面から下方へ延出するせん孔を有し、前記第２優先流路は前記第１優先流路よりも深く配置され、前記装置は少なくとも前記せん孔の内側に配置される第１真空取出管及び第２真空取出管を備え、前記第１真空取出管は前記第１優先流路内に配置された底部開口部を有し、第２真空取出管は前記第２優先流路内に配置された底部開口部を有し、前記第１優先流路に配置された前記底部開口部を有する前記第１真空取出管に加えられる真空は前記第２優先流路ではなく前記第１優先流路から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路に配置された前記底部開口部を有する前記第２真空取出管に加えられる真空は前記第１優先流路ではなく前記第２優先流路から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路を前記第２優先流路から独立させ、前記第１真空取出管及び第２真空取出管と流体連通関係（流体が流れ得る状態の関係）にある真空形成装置を有し、せん孔の周りの前記第１及び第２優先流路に減圧ゾーンを形成するために用いられ、気体及び液体は前記第１及び第２優先流路から真空取出管へ送られ、共通の流れとして表面に搬送され、前記真空形成装置及び前記第１且つ第２真空取出管と流体連通関係にある気液分離器を有し、前記気液分離器は共通の流れを気体及び液体の流れに分離し、汚染物質除去システムを有し、前記汚染物質除去システムは前記液体の流れ及び前記気体流の少なくとも一方から汚染物質を除去するために配置されている。

【０００７】

本発明の請求項１の態様では、第１透水性を有する土を含む地盤の汚染領域から汚染物質を除去する方法であって、前記地盤は複数の優先流路を有し、各経路は前記第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記方法は、汚染物質領域に少なくとも第１優先流路及び第２優先流路と交差するせん孔を設けることを含み、前記第２優先流路は前記第１優先流路よりも深く配置され、前記第１優先流路内に配置された底部開口を有する第１真空取出管及び前記第２優先流路内に配置された底部開口を有する第２真空取出管をせん孔内に配置し、前記第１優先流路に配置された底部開口を有する真空取出管に加えられる真空が前記第２優先流路ではなく前記第１優先流路から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路に配置された底部開口を有する第２真空取出管に加えられる真空が前記第１優先流路からではなく前記第２優先流路から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路を前記第２優先流路から隔離させ、少なくとも一本の真空取出管に真空を加えて少なくとも一つの優先流路から真空取出管へ気体及び液体を送り、前記気体及び前記液体の両

方を共通の流れとして表面へ搬送し、共通の流れから主に液体である流れ及び主に気体状である流れを形成し、前記液体流れ及び気体状流れの少なくとも一方から汚染物質を除去する、ことを含む。

【０００８】

請求項２に記載の発明に係る、第１透水性を有する土を含む地盤の汚染物質領域から汚染物質を除去する装置は、前記地盤が複数の優先流路を有し、各優先流路は前記第１透水性よりも少なくとも１０倍高い透水性を有し、前記地盤の汚染物質領域が少なくとも第１優先流路及び第２優先流路と交差するように地盤の表面から下方へ延出するせん孔を有し、前記第２優先流路は前記第１優先流路よりも深く配置され、前記装置が、前記せん孔の内側に配置される少なくとも第１真空取出管及び第２真空取出管であって、前記第１真空取出管は前記第１優先流路内に配置される底部開口を有し、第２真空取出管は前記第２優先流路内に配置される底部開口を有し、前記第１優先流路に配置された底部開口を有する前記第１真空取出管に加えられる真空は前記第２優先流路ではなく前記第１優先流路から気体及び液体を取出し、前記第２優先流路に配置された底部開口を有する前記第２真空取出管に加えられる真空は前記第１優先流路ではなく前記第２優先流路から気体及び液体を取出するように、前記第１優先流路を前記第２優先流路から隔離する、第１真空取出管及び第２真空取出管と、前記第１真空取出管及び第２真空取出管と流体連通の関係にある真空形成装置であって、この真空形成装置はせん孔の周りの前記第１及び第２優先流路に減圧ゾーンを形成するために用いられ、気体及び液体は前記第１及び第２優先流路から真空取出管へ送られ、共通の流れとして表面に搬送される、真空形成装置と、前記真空形成装置及び前記第１且つ第２真空取出管と流体連通関係にある気液分離装置であって、前記気液分離装置は共通の流れを気体及び液体の流れに分離する、気液分離装置と、汚染物質除去システムであって、前記汚染物質除去システムは前記液体流れ及び前記気体流れの少なくとも一方から汚染物質を除去するために配置されている、汚染物質除去システムと、を有する。

請求項３に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記第１の透水性が毎秒1×10^{-4}ｃｍ以下である。

請求項４に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項３に記載の方法において、前記優先経路の透水性が毎秒1×10^{-3}ｃｍ以上である。

請求項５に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記せん孔から離れたところに少なくとも一つの取入プローブを少なくとも一つの優先流路に設けて、前記少なくとも一つの優先流路に流体を誘導することを含む。

請求項６に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記少なくとも一つの優先流路が前記第１優先流路であり、前記第１真空取出管に真空がかけられる間、取入プローブから前記第１優先流路に流体が誘導されることを特徴とする。

請求項７に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項５に記載の方法において、前記少なくとも一つの優先流路が前記第２優先流路であり、前記第２真空取出管に真空がかけられる間、取入プローブから前記第２優先流路に流体が誘導されることを特徴とする。

請求項８に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項５に記載の方法において、前記第１真空取出管及び前記第２真空取出管へ同時に真空がかけられる間、取入プローブから前記第１優先流路及び前記第２優先流路へ同時に流体が誘導されることを特徴とする。

請求項９に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記第２真空取出管に真空がかけられる間、前記第１真空取出管に流体が誘導されることを特徴とする。

請求項１０に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記第１真空取出管に真空がかけられる間、前記第２真空取出管に流体が誘導されることを特徴とする。

請求項１１に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、前記第１真空取出管及び前記第２真空取出管へ同時に真空がかけられることを特徴とする。

請求項１２に記載の発明に係る汚染物質除去方法は、請求項１に記載の方法において、少なくとも一つの真空取出管に真空がかけられるとき、前記複数の優先流路の少なくとも一つの経路から取り出されて真空取出管に入る前記液体が水分を含むことを特徴とする。

【０００９】

【実施例】

本発明は優先流路に沿って地下水及び土から汚染物質を除去するための処理及び装置に向けられている。

【００１０】

汚染物質はベイドス帯（vadoze zone）及び／又は地下水面の下に存在する。処理水は土に戻されるか従来の方法で処理される。本発明の一つの実施例では、各真空取出管は立て上り管（riser pipe）に囲まれている。各立て上り管は、自然地下水面の下、不飽和（ベイドス帯）ゾーンに位置するか、飽和及び不飽和ゾーンの両方に位置する複数の穿孔（ふるい：screening)を伴って構成されている。ある実施例では、一本の立て上り管は地下水面の上下の両側に複数の穿孔を有する。本発明の別の実施例では、少なくとも一本の立て上り管が地下水面下のみに延出する透孔（ふるい）で構成されている。また別の実施例では、少なくとも一本の立て上り管が地下水面の上のベイドス帯にのみ穿孔を有する。不飽和ゾーンは自然地下水面の上にある自然ベイドス帯であるか、取出井筒を介した地下水のくみ上げが地下水面の局所低下を起こす時に形成される「人工の」ベイドス帯である。そのようなふるいが地下水面下及びベイドス帯の両側に延出するように、ふるいを配置することによって、気相の汚染物質を含む土中気体が真空取出管に接続する真空生成装置の影響下で立て上り管へ取入可能である。気体は液相を伴い、両方の相が真空取出管を介して共通の流れで共に表面に搬送される場合がある。表面では気相と液相とはサイクロンセパレータ、ノックアウト（突き出し）ポット又は他の適切な構成要素等の気液引離装置で分離され、分離の後、気相と液相とは更なる処理工程による汚染物質除去のためにシステムに個々に送られる。汚染物質除去の適切な処理は、濾過、吸着、空気除去（air stripping）、沈降、凝集、析出、洗浄（scrubbing）等を含む。

【００１１】

別法として、水の除去が地下水面の局部的な沈降をもたらす状態であってもふるいが常に地下水面の下であるように一本以上の立て上り管が配置されてもよい。そのような配置では、この立て上り管から表面へ搬送された流体は主に液相であるが、真空装置の取入側での乱流及び圧力減少の結果として起こる相変態（転換）を処理するために、表面に気液分離及び個々の相の処理を提供する必要がある。真空取出管を詰まらせ破損させる、シルト、土、又は沈殿物の真空取出管への流入（entrainment）を防ぐために、土が微粒子である場合は各真空取出管を囲むスロット形成された立て上り管が好ましい。周囲土質が岩ならば、スロット形成された立て上り管は必要ない。

【００１２】

図１（一定の縮尺で描かれていない）は本発明に従った真空取出及び処理のための、一般的には参照番号１０で示されるシステムを概略的に例示している。図１に見られるのは、汚染物質ゾーン１２であり、その中の中央ゾーン１４の汚染物質は周囲ゾーン１２より高い汚染濃度である。汚染物質は吸着、溶解又は懸濁されない相及び土における気相の汚染物質である。図１に示されるように、点線１６は典型的に下部土２０よりも透水性が高い上部土１８の境界面を示している。例えば、上部土１８は毎秒およそ1×10^{-7}センチメートルの典型的な透水性を有する風化粘土であり、下部土２０は毎秒およそ1×10^{-8}センチメートルの典型的な透水性を有する未風化粘土である。ここで、汚染物質ゾーン１２が異なる地盤の透水性を有する複数の領域に延在する場合は、本発明の目的として要求されていないため、汚染物質ゾーン１２及び１４、優先流路２２、２４、２６及び取出井筒（井戸）２８の全ては単一透水性の地盤内に配置されるとする。

【００１３】

汚染ゾーン１２を含む地盤内には優先流路２２、２４及び２６があり、汚染ゾーン１２の土は上部土１８と下部土２０のどちらかよりもかなり透水性が高い。優先流路内の土の透

水性は、優先流路を囲む土の透水性よりも少なくとも１０倍高い。例えば周囲の土が毎秒およそ１×１０$^{-4}$センチメートル以下の透水性を有するならば、優先流路は毎秒およそ１×１０$^{-3}$センチメートルかそれ以上である。これらの優先流路は自然形成、または汚染物質領域に人工形成される場合がある。例えば、人工優先流路は破砕（裂け目を作る）処理によって形成され、相対的に高透水性流域が、相対的低透水性の地盤内に形成される。例えば、ハイドロフラク（水圧破砕）ケーシング及びランスチップ駆動を含み、前記ケーシング及びランスチップは鋼材等を含むあらゆる適切な資材からなり、地表面に最も近接した破砕部（fracture）の所望の深さまで地盤に埋め込まれる。その後延長ロッドがケーシングの中に駆動されてケーシングの終端部（terminal end）より下の深さまで地盤中にランスチップを駆動する。延長ロッド及びランスチップはその後ケーシングから除去され、ケーシングの終端部の下の露出土の井筒（井戸）を伴う地盤に空のケーシングを残す。そしてノッチがケーシングの終端部より下の土へ切削噴流によって切削され、ノッチは水平方向で且つ垂直ケーシングに直交するように延出する。その後砂が充填されたスラリーがケーシングへ圧力を加えて射出され、ケーシングは、ケーシングの終端部の下のノッチ内の露出土を除く全ての領域におけるスラリーの拡散を防ぎ、圧力によって水平ハイドロフラク（水圧破砕部）はノッチエッジから延出する。このように形成された破砕部は、破砕部の崩壊防止を助ける砂を含み、相対的不透水性の周囲の土において可能なよりも著しく高い割合で気体及び液体が破砕部を透過して流れることを可能にする。その後、より長いケーシング及びランスチップを土の元の穴に挿入しそれらを所望の深さまで駆動させることによって、追加の破砕部が順次より低い位置に形成され、次に新しい破砕部を形成するためにより低い位置に新しいノッチを切削しスラリーを射出する。破砕部はあらゆる所望の間隔で形成されることができ、典型的には少なくとも６インチ（１５cm）離間されるが、破砕部同士間の距離は望まれればより短くてもよい。本実施例では破砕部に注入されたスラリーは砂、水及び架橋グアーゴム（guar gum）の混合物を含み、その混合物は粘性が高い。混合物はグアーゴムの交差結合を腐食させる酵素のような化学剤も含むため、一定期間、典型的にはおよそ１～２日を過ぎるとグアーゴムの交差結合は崩壊し、それによってスラリーの粘性は低下する。従って水がスラリーから流出し破砕部に留まった砂を残す。この目的のための商業的に入手可能で適切な、砂／水スラリーへの添加剤の例は、REVERT（登録商標）のボーリング流体添加剤であり、Johnson Filtration Systems, Inc., St. Paul, MN から入手可能である。この添加剤はグアーゴムを含み、スラリーの初期粘性を向上させるが、グアーゴムの崩壊により数日内にスラリーの粘性を減少させる性質がある。

【００１４】

空気取入口プローブ２７が一つ以上の優先流路２２、２４、及び２６に任意に提供される。空気取入口プローブによって空気又は他の流体（液体及び／又は気体）が井筒から離間された位置で優先流路に誘導され、前記流体は井筒ボア（井戸穴）を介して取出される。大気と取出井筒間のコミュニケーション（通気）が不十分であるか又は土が十分な空気流を得ることができない場合にこの配置は有利である。詳細が記述される取出井筒２８は汚染物質ゾーン１２の領域にあり、上部土１８を通過して下部土２０へ延出している。取出井筒２８と関連しているのは真空取出システム３２であり、典型的におよそ７から２９水銀柱インチ（約２．４×１０^{4}Ｐａから９．８×１０^{4}Ｐａ）の高真空状態を生成するように設計されることが好ましい。真空取出システム３２によって除去された気体は、受容できる環境限度内なら大気３４へ排気され、あるいは焼却されるかコンデンサ（濃縮装置）、活性炭フィルター、又はそのような他の構成要素３６を通過することによって更に処理される。構成要素３６は取出された気体から汚染物質を除去するのに役立つ。その処理によって取出された水は金属除去、揮発性有機化合物除去又は他の浄化工程のための従来のシステムを通過することによって処理される。処理され浄化された水は、この段階で十分な清浄度を有するなら下水システム３８で直接地盤に戻される。汚染物質は時間経過的分解又は更なる処理のためにドラム４０に蓄えられる。

【００１５】

図２、３、及び４（一定の縮尺で描かれていない）は取出井筒２８の実施例を更に詳細に例示している。図２、３、及び４に概略的に例示されているように、本発明の例示されている形態での取出井筒２８は細長いボーリング孔４２を含み、その中には穿孔（perforation）された立て上り管４４ａ、４４ｂ、及び４４ｃが配置されていて、それぞれの管の底部は閉止されている。立て上り管４４ａ、４４ｂ、及び４４ｃは地下水面の上下どちらか片側又は地下水面の上下両方で開孔されている。例示の実施例では、立て上り管は開孔されていない上部部分４６ａ、４６ｂ、且つ４６ｃ及び開孔された（スクリーンまたはふるいが設けられた）下部分４８ａ、４８ｂ及び４８ｃを含む。立て上り管４４ａ、４４ｂ、及び４４ｃは塩化ビニル樹脂、ステンレススチール、亜鉛メッキ鋼等の金属、テフロン（登録商標）等プラスチックのような、あらゆる適切な材料から形成される。スクリーン（ふるい）形成又は開孔された部分はあらゆる所望の又は適切な形状及び寸法の開孔を有し、例えば、ある実施例では開孔部分は０．０１０インチ（約２．５４×10^{-4}ｍ）のスロットを備える。立て上り管４４ａ、４４ｂ及び４４ｃの内側に配置されているのは真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃである。真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃは塩化ビニル樹脂、ステンレススチール、亜鉛メッキ鋼又はそれらの類似物のような金属、テフロン（登録商標）等プラスチックのようなあらゆる適切な材料から成る。立て上り管４４ａ、４４ｂ及び４４ｃの上部終端部はここではコンクリート床又はデッキと関連して示され、適切な管継ぎ手５２が設けられ、立て上り管４４ａ、４４ｂ且つ４４ｃ及び真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃが真空取出システム３２（図２、３、及び４には図示せず）の残りに連結可能とされ、真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃは真空取出システムと流体連通されている。真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃは互いに独立して作動できることが好ましい。従って、ある実施例では、真空は真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃに同時に加えられる。別の実施例では、真空は連続的に管に加えられ、例えば、真空は最初に管３０ａのみに加えられ、引き続き管３０ａに真空が加えられたままか加えられずに管３０ｂへ真空が加えられ、引き続き管３０ａ及び／又は３０ｂに真空が加えられたままか加えられずに３０ｃに真空が加えられる。また別の実施例では、例えば一つの真空取出管３０ａに真空が加えられ、一方気体は別の取出管に誘導され、該管は例えば真空が加えられる３０ｃのような管よりも地盤の深くに配置された開口部を有する。また別の実施例においては、例えば一つの真空取出管３０ａに真空が加えられ、一方気体は別の取出管へ誘導され、該管は例えば真空が加えられる管３０ａよりも地盤に浅く配置された開口部を有する。井筒の複数管への適用として、真空、正の圧力、又は圧力を与えない場合のあらゆる組み合わせが可能である。

【００１６】

真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃは全て取出井筒２８内に底部開口部を有する。各真空取出管はその底部開口部が優先流路内にあるように配置される。例えば、図２に示されるように、真空取出管３０ａは優先流路２６内に配置され、真空取出管３０ｂは優先流路２４内に、真空取出管３０ｃは優先流路２２内にそれぞれ配置されている。優先流路２２、２４及び２６並びに真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃの底部開口部は相対的不透水性土質又は岩層によって、かつせん孔内で立て上り管４４ａ、４４ｂ及び４４ｃの不透水性部分４６ａ、４６ｂ及び４６ｃを囲む実質的不透水性密封部によって互いに隔離されている。例えば図２に示されるように、真空取出管３０ｃの底部開口部は、グラウト層５４ａ、５４ｂ及びベントナイトセメント層５６ａ、５６ｂによって優先流路２２内で隔離されている。真空取出管３０ｂの底部開口部は、グラウト層５４ｂ、５４ｃ及びベントナイトセメント層５６ｂ、５６ｃによって優先流路２４内で隔離されている。真空取出管３０ａの底部開口部は、グラウト層５４ｃ、ベントナイトセメント層５６ｃ及びせん孔４２の底部によって優先流路２６内で隔離されている。せん孔４２内に配置された砂４９はせん孔及び立て上り管内のベントナイトセメント層及びグラウト層を支持する。複数の優先流路を互いに隔離させるために、その他のグラウト、ベントナイト粘土、無収縮エポキシ物質、水硬性セメント、プラスチック、ゴム材等あらゆる他の適切な又は所望の材料が使用可能である。

【００１７】
必ずしも必要ではないが、真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃの底部は水平面に平行以外のある角度で終わることが好ましい。管端部を傾斜させることによって開口部の表面領域が広くなり、井筒の始動が容易になる。真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃの底部開口部の好ましい角度は、水平面に対しておよそ１０°から８０°であり、水平面に対しておよそ４５°がより好ましいが、この傾斜角度はこの範囲外の値でもよい。
【００１８】
本発明のある実施例においては、地盤表面又はその近くの取出井筒２８の端に配置されているのは少なくとも一本の立て上り管と関連する一つ以上の任意の空気取入口３１であり、前記任意の取入口３１は空気流量計（図示せず）を装備することが好ましく、該流量計によって減圧、大気圧又は増加か強制圧力を含むあらゆる所望の圧力で空気を立て上り管４４ａ、４４ｂ及び／又は４４ｃへ誘導することが可能になる。好ましくは別々の接続によって４４ａ、４４ｂ及び４４ｃの少なくとも一本への選択的な空気の誘導が可能になる。示されるように取入口３１ａは立て上り管４４ａへの空気の誘導を可能にし、取入口３１ｂは立て上り管４４ｂへ、取入口３１ｃは立て上り管４４ｃへの空気の誘導をそれぞれ可能にする。大気圧よりも大きな圧力で空気を追加することが望まれるなら、空気圧は追加のポンプ（図示せず）によって又は真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び／又は３０ｃと接続する真空ポンプの排気口又は排出口を空気取入口又はその類似物と接続させることによって提供される。空気取入口を介した空気流率はほぼ０から真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び３０ｃと接続する真空ポンプのＣＦＭ（立方フィート／分）定格容量より小さいあらゆる値をとりうる。ある空気流がシステムの始動時に所望されるが、処理が一定期間作動された後、いくつかの例では空気流はゼロに減少されてもよく、空気取入口を介して井筒に誘導される空気は無く、最大真空が地表下土層及び地下水に加えられる。更に空気取入口を介して誘導された空気は、所望の場合ある汚染物質の取出を向上させるために加熱されてもよい。更に空気取入口は他の物質又は化合物を立て上り管及び取出流動へ導入するための入口として使用される理由は、そのように導入された化合物又は物質は取入空気と共に立て上り管を介して底部へ送られ、真空取出管３０を介して水と空気の混合物と共に戻され、水と空気の混合物と化学的に又はその他に相互作用する。例えば、酸化剤、界面活性剤又は他の化合物は真空取出管によって除去された水及び蒸気によりもたらされる汚染物質の処理のために導入される。更に、本発明の装置及び処理が生物形質転換処理と連結して用いられる状態では、地盤汚染物質はバクテリアとの相互作用又は他の生物学的な方法によって無害の物質に生物学的に変化され、気体吸込口はセルロース等の生物形質転換のための養分、嫌気的過程を向上させるための窒素又は好気的過程を向上させるための酸素を真空取出管へ誘導するために使用される。これらの物質も真空取出管３０ａ、３０ｂか３０ｃ又は一つ以上の空気取入プローブ２７を介して追加される。土の汚染物質を処理する生物学的な処理に関する更なる情報は例えば以下の文献に開示されている。ダブリュー．ケー．アラート氏ほかによる「メチルベンゼン類による汚染地盤の現位置バイオリミジエーション」、エム．エー．フランソン氏の「無鉛ガソリン汚染地下水の現位置バイオリミジエーションについてのコネチカット州プレインフィールドの事例研究」、エム．リービット氏ほかによる「現位置バイオリミジエーションシステムのための界面活性剤の適用」以上１９９２年米国ＥＰＡ／Ａ＆ＷＷＡ国際シンポジウム（１９９２年ピッツバーグにおける、大気・廃棄物管理協会による）の論文集「汚染地盤及び汚染水の原位置処理」、及びテキサス州ダラスでの１９９２年６月２１～２４日の地下環境回復会議（１９９２年テキサス、ヒューストンのライス大学環境、科学及び工学部）である。（W.K.Ahlert et al., "In situ Bioremediation of Soil Contaminated with Methyl Benzene Species", M. A. Franson, "In Situ Bioremediation of Unleaded Gasoline Contaminated Ground Water, Plainfield, Connecticut, A Case Study," M. Leavitt et al., "Implications of Surfactant Augmentation for In Situ Bioremediation Systems", In Situ Treatment of Contaminated Soil and Water, Proceedings of the 1992 U. S. EPA/A&WWA International Symposium, Air and Waste Management Association (Pittsburgh 1992

); Subsurface Restoration Conference, June 21-24, 1992, Dallas, Texas(Rice University Dept. of Envi. Sci. & Eng., Houston TX 1992))

【００１９】

真空取出管３０ａ、３０ｂ及び３０ｃを通して引き上げられた液体は、必ずしも必要ではないが２相形態つまり、スラグ流と対照的に液滴、霧、及び／又は液体に含まれる蒸気であることが好ましい。本システムによる空気流は以下の一つ以上の空気によって提供される。即ち、その空気は不飽和ゾーン（ベイドス帯）からの空気、脱水後の飽和ゾーンからの空気、減圧、大気圧又は強制圧力での一つ以上の任意の空気取入口機構３１からの空気、大気圧又は強制圧力での任意の気体取入口４１からの空気、一つの優先流路（空気取入口プローブ２７又は真空取出管３０を介する）を介して導入され、別の一つの優先流路から取出される空気である。従って、空気は取出井筒の付近の地盤から取出される必要は無い。一般的には、高蒸気／空気流速度がシステム中で維持されている。真空取出管内の空気流速度は、空気中の様々な大きさの液滴等の蒸気相の水を運搬又は上昇させるのに十分であるべきである。毎秒およそ１フィートから２００フィート（約毎秒０．３ｍから約毎秒６１ｍ）以上の範囲の気流速度値で十分である。

【００２０】

各真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び／又は３０ｃは少なくとも一つの気体取入口４１を任意に備える。図２に示されるように、真空取出管３０ｃは単一の任意気体取入口（入口）４１を備える。図３に概略的に例示されるように、単純化のために、単一の真空取出管３０のみが示され（実際の作動では真空取出管を有する少なくとも二本の立て上り管がせん孔４２に配置される）、真空取出管３０は三つの任意の気体取入れチューブ４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃを備える。図４に概略的に例示されるように、真空取出管３０は三つの任意の気体取入口４１ｄ、４１ｅ、及び４１ｆを備え、それらは全て一本の気体取入れチューブ４１に連通する。

【００２１】

更に詳細には図２に示されるように、任意の気体取入れ口４１は真空取出管３０の底部開口部から真空取出管３０へ入る。あるいは（図示せず）、気体取入れ口４１は真空取出管３０の側面の開口部を介して真空取出管３０に入ることもできる。気体取入れ口４１は大気か他の所望の気体である気体供給部及び任意の圧縮装置４３と流体連通の関係である。圧縮空気を含んだタンクも気体供給部の働きをする。気体取入れ口４１への気体供給は弁４５によって制御され、気体取入れ口４１の圧力は、所望により、任意の圧力ゲージ４７によって監視される。更に所望されれば、弁４５をオン及びオフにし、継続時間及び／又は気体取入れ口４１から真空取出管３０に印加される気体の圧力を制御するための自動制御部が気体取入れ口４１の構成に追加される。

【００２２】

図３に示されるように、任意の気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃは真空取出管３０の側面の開口部を介して真空取出管３０に入る。気体取入れ口４１ｂは地下水面より上、地下水面、その付近又はその下に配置される（そしてそれに対応してポンプ処理の開始の前に真空取出管３０に入った地下水のおよその位置の上、地下水面、その付近又はその下となる）。気体取入れ口４１ａは通常、自然地下水面より下に配置されるが、ポンプ処理が一定時間作動された後地下水が滴下する位置より上である。気体取入れ口４１ｃはポンプ処理が一定時間作動された後地下水が滴下する位置より下の位置に配置される。気体取入れ口４１ｃが、この例示では、真空取出管３０の底部開口部直上の真空取出管３０の側壁の開口部を介して真空取出管３０に入るように示されているが、気体取入れ口４１ｃも真空取出管３０の底部開口部を介して直接か真空取出管３０のどちらかの側を介して真空取出管３０へ入る。本発明のこの実施例の任意の気体取入れ口の数は２又は３に限定せず、例えば、２００フィート（約６１ｍ）の深さの井筒ではより多数の気体取入れ口の数が所望される。更に、真空取出管３０への任意の気体取入れ口開口部は全て互いに均等に離間される必要は無く、各気体取入れ口の長さは井筒の最適な作動のために所望の変更が可能である。各気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃは大気又は他の所望の気体であ

る気体サプライ及び任意のエアコンプレッサ４３ａ、４３ｂ及び４３ｃと流体連通の関係である。圧縮空気を備えたタンクも気体供給源としての役割を果たす。気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃへの気体供給はバルブ４５ａ、４５ｂ、及び４５ｃによって制御され、気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃ内の圧力は所望により、任意の圧力ゲージ４７ａ、４７ｂ、及び４７ｃによって監視される。更に所望により、バルブ４５ａ、４５ｂ、及び４５ｃをターンオン及びオフし、継続時間及び／又は気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃから真空取出管３０に加えられる気体の圧力を制御する自動コントローラが気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃの構成に追加される。

【００２３】

図４に示されるように、その単純化のために一本の真空取出管３０しか示されないが、（実際の作動では少なくとも二本の真空取出管がせん孔４２内に配置される）任意の気体取入れ口４１ｄ、４１ｅ、及び４１ｆは真空取出管３０の開口部を介して真空取出管３０に入る。気体取入れ口４１ｄ、４１ｅ、及び４１ｆは全てメイン気体取入れ口４１と流体連通の関係である。真空取出管３０の頂部に最も近く配置された気体取入れ口４１ｄの直径は気体取入れ口４１ｄと４１ｆの間の気体取入れ口４１ｅの直径よりも小さい。気体取入れ口４１ｅの直径は真空取出管３０の底部開口部に最も近くに配置される気体取入れ口４１ｆの直径よりも小さい。気体取入れ口４１ｄは地下水面の位置より上、地下水面、その付近、又はその下に配置される（それに対応してポンプ処理の開始の前に真空取出管３０に入る地下水面のおよその位置より上、地下水面、その付近又はその下になりうる）。気体取入れ口４１ｅは、通常、自然地下水面より下に位置するが、ポンプ処理が一定時間作動された後地下水が滴下する位置より上である。気体入口４１ｆはポンピング処理が一定時間作動した後地下水液滴が落下する位置より下の位置に位置する。気体取入れ口４１ｆがこの例示では真空取出管３０の底部開口部のすぐ上の真空取出管３０の側壁の開口部を介して真空取出管３０に入るように示されているが、気体取入れ口４１ｆも真空取出管３０の底部開口部を介して直接か真空取出管３０のどちらかの側を介して真空取出管３０に入ってもよい。本発明のこの実施例の任意の気体取入れ口の数は２又は３に限られないが、例えば、２００フィート（約６１ｍ）の深さの井筒ではより多数の気体取入れ口が所望される。更に、真空取出管３０への気体取入れ口開口部は互いに均等に離間される必要は無く、気体取入れ口同士間の距離は井筒の最適な作動のために所望されるように変化してよい。気体取入れ口４１への気体供給は、弁４５を介して制御され、気体取入れ口４１の圧力はもし所望されれば最適な圧力ゲージ４７によって監視される。更に所望されれば、弁４５をオン及びオフし、継続時間及び／又は気体取入れ口４１から真空取出管３０に印加される気体の圧力を制御するための自動制御部が気体取入れ口４１の構造に追加される。圧縮空気が気体取入れ口４１に加えられたとき圧縮空気が優先的に最初に４１ｄへ、続いて４１ｅへ、さらに続いて４１ｆへ流れ、その結果、真空取出管の頂部、中間部及び底部が連続して始動されるように、気体取入れ口開口部４１ｄ、４１ｅ、及び４１ｆの相対直径は選択される。井筒の深さ及びシステムを始動させるために必要な取出チューブの長さによる水頭の影響を上回るためには、より圧縮された空気が必要なため、最も小さい直径４１ｄの開口部は頂部に、最も大きい直径の４１ｆの開口部は底部にそれぞれ配置される。

【００２４】

作動においては、真空取出管３０内で２相流を開始させるために真空が真空取出管に加えられる前、その最中、又はその後のに気体は真空取出管３０へ導入される。図２に示されるように真空取出管３０が単一の気体取入れ口４１を備える実施例においては、真空が真空取出管３０に加えられると、真空取出管３０内に２相流が確立され、その点で気体取入れ口４１を介した気体流が停止するまで気体は気体取入れ口４１を介して連続的に加えられる。気体取入れ口４１を介した気体の実施の実際の継続時間は井筒の深さ、気体取入れ口４１の井筒内の深さ、真空取出管３０内に含まれる地下水の深さ、井筒、真空取出管３０及び気体取入れ口４１の寸法、気体取入れ口４１を介して加えられる気体の圧力ほかのような因子（ファクタ）に依存して変化する。直径４インチ（約０．１ｍ）の井筒で、そ

の中で１平方インチ当たりおよそ２０から６０ポンド（約１．４×１０^{5}Ｐａから４．１×１０^{5}Ｐａ）の圧力で気体が導入される典型的な継続時間は、地下水位が１５フィート（約４．６ｍ）より少ない深さのときはおよそ１５から２０秒であり、地下水位がおよそ１８から２５フィート（約５．５ｍから約７．６ｍ）の深さのときはおよそ４５秒である。気体取入れ口４１を介して気体を加える継続時間は５分以上でもよい場合もある。

【００２５】

例えば図３に例示されるように真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び／又は３０ｃが多数の気体取入れ口を備える本発明の実施例においては、真空が真空取出管３０に加えられると、真空取出管３０内に気体取入れ口４１ｂの深さから２相流が確立されるまで気体は典型的には最初に最上の気体取入れ口４１ｂを介して連続的に加えられる。この点で、図３では気体取入れ口４１ａである次の深さの取入れ口を介した気体流が開始され、真空取出管３０内で気体取入れ口４１ａの深さから２相流が確立するまで維持される。次に図３では気体取入れ口４１ｃである次の深さの取入れ口を介した気体流が開始され、真空取出管３０内で気体取入れ口４１ｃの深さから２相流が確立されるまで維持される。各取入れ口を介した気体流は一度２相流がその深さから確立されてしまうと終了するが、２相流が真空取出管でどんな時にも停止しないことを確実にするために、一つの取入れ口を介した気体流と次の深さの取入れ口を介した気体流の間の少なくともいくらかの重ね合わせを維持することが好ましい。例えば、特定の井筒では、気体は最初に最上部の気体取入れ口４１ｂに約１０秒間導入され、その後気体取入れ口４１ｂの深さから真空取出チューブ内に２相流が確立され、引き続いて気体取入れ口４１ｂを介した気体流が維持されると共に気体取入れ口４１ａを介した約５秒間の気体流が行われ、気体取入れ口４１ａを介して気体が１５秒間流され続けながら気体取入れ口４１ｂを介した気体流が終了し、その後気体取入れ口４１ａの深さから真空取出チューブ内で２相流が確立され、気体取入れ口４１ｃを介した約５秒間の気体流が行われながら気体取入れ口４１ａを介した気体流が維持され、気体取入れ口４１ｃを介した気体が２０秒間流され続けながら気体取入れ口４１ａを介した流れが終了し、その後気体取入れ口４１ｃの深さから真空取出チューブ内に２相流が確立され、気体取入れ口４１ｃを介した流れが終了する。各取入れ口を介した流れの継続時間及び２つ以上の取入れ口からの流れの重ね合わせの継続時間は各井筒によって変化する。しかしながら、一つの取入れ口を介した流と別の取入れ口を介した流れの間に重ね合わせ無しで連続的に各取入れ口を介した流を開始させるか、深さを増加することによって連続的に流させる以外のある順序で複数の取入れ口の流を開始させることも可能である。更に多数の気体取入れ口を介した流れが同時に開始可能である。もし所望ならば、各気体取入れ口を介した流れの継続時間は各気体取入れ口４１ａ、４１ｂ、及び４１ｃをタイマー制御システムを介して稼動させることによって自動的に制御可能である。

【００２６】

一般的に気体取入れ口（単数又は複数）を介した流れは２相真空取出処理がうまく開始されると停止する。しかしながら、取出処理における様々な時点に真空取出管３０ａ、３０ｂ、及び／又は３０ｃを介した流は所望の２相流からスラグ流のようなある他の流の形態に変化することもある。この時、気体も気体取入れ口４１を介して導入され、真空取出管３０の流を所望の２相形態へ変換させる。

【００２７】

気体取入れ口（単数又は複数）はあらゆる適切な構造でありうるが、適切な構造の２、３の例が概略的に図５、６及び７に示される（必ずしも一定の縮尺で描かれていない）。概略的に図５に示されるように、気体取入れ口４１ａは真空取出管３０の側面の開口部を介して真空取出管３０に入り、真空取出管３０の壁におよそ直角で終わる。必要ではないが、真空取出管３０内の気体５３及び液体５５の２相流を開始させるために気体取入れ口４１ａを介して真空取出管３０に空気５１が導入されるときの摩擦力を最小化するために、気体取入れ口４１ａの開口部は真空取出管３０の内壁に比較的近接して配置されるのが好ましい。

【００２８】

図６に概略的に示されているように、気体取入れ口４１ａ’は真空取出管３０の側面の開口部を介して真空取出管３０に入り、真空取出管３０の壁におよそ平行な角度で終わる。必ずしも必要ではないが、真空取出管３０内の気体５３及び液体５５の２相流を開始させるために気体取入れ口４１ａ’を介して真空取出管３０に空気５１が導入されるときの摩擦力を最小化するために、気体取入れ口４１ａ’の開口部は真空取出管３０の内壁に比較的近接して配置されるのが好ましい。

【００２９】

図７に概略的に例示されているように、気体取入れ口４１ｃは真空取出管３０の底部開口部を介して真空取出管３０に入り、真空取出管３０の壁におよそ平行な角度で終わる。必ずしも必要ではないが、真空取出管３０内に気体５３及び液体５５の２相流を開始させるために気体取入れ口４１ｃを介して真空取出管３０に空気５１が導入されるときの摩擦力を最小化するために、気体取入れ口４１ｃの開口部は真空取出管３０の内壁に比較的近接して配置されるのが好ましい。

【００３０】

任意の気体取入れ口（単数又は複数）４１は可撓性又は剛性のどちらでもよく、塩化ビニル樹脂、テフロン（登録商標）、ポリエチレン、ポリプロエチレン等を含むポリマー及びプラスチック、ステンレス鋼、亜鉛メッキ鋼、銅、黄銅等の金属、又はあらゆる適切な材料から成る。真空取出管を介した所望の流量効率を可能にするために、気体取入れ口４１はあらゆる所望の又は適切な直径から成り、真空取出管の寸法、井筒の深さ、井筒の周りのパッキングの性質その他等に依存して典型的に変化する。

【００３１】

気体取入れ口（単数又は複数）４１を介して真空取出管３０に導入される気体のためにあらゆる所望の圧力が使用される。典型的な圧力は井筒の外側の大気圧（この場合空気圧縮装置は必要無い）から１平方インチ当たりおよそ１００ポンド（約６．９×10^5Ｐａ）までの範囲で、１平方インチ当たりおよそ２０から６０ポンド（約１．４×10^5Ｐａから約４．１×10^5Ｐａ）が好ましい圧力で、１平方インチ当たりおよそ３０から５０ポンド（約２．１×10^5Ｐａから約３．４×10^5Ｐａ）がより好ましいが、これらの範囲以外の値の場合もある。圧力が大きくなるほど真空取出管３０内の２相流をより早く開始させ、水の相対的な深さ（この場合相対的な深さは気体取入れ口と真空取出管内の地下水位の深さの違いによる）が大きくなるとより望ましい。

【００３２】

あらゆる所望の気体が任意の気体取入れ口（単数又は複数）を介して真空取出管３０へ導入されうる。周囲空気は最も安価な気体として選択されうる。更に気体取入れ口４１を介して誘導される空気は幾つかの汚染物質の取出を向上させるために所望されれば加熱される。また気体取入れ口４１は他の物質又は化学物質を立て上り管及び取出流動に導入し、水と空気の混合物と化学的に又はその他の方法で相互作用させるために使用されうる。例えば、酸化剤、界面活性剤又は他の化合物は真空取出管によって除去される水又は蒸気をもたらす汚染物質の処理のために導入可能である。更に本発明の装置及び処理が生物形質転換処理と連結して用いられる場合、地盤汚染物質はバクテリアとの相互作用又は他の生物学的方法によって無害の物質に生物学的に変換され、気体取入れ口はセルロースその他等の生物形質転換のための養分、嫌気的過程を向上させるための窒素又は好気的過程を向上させるための酸素を真空取出管へ誘導するために用いられる。

【００３３】

図２、３、及び４を参照すると、立て上り管４４の上部分４６はベントナイトセメント５４ａのような透水性の低いグラウトで囲まれていて、グラウト５４ａの下はベントナイト密封部５６ａによって囲まれている。追加層のグラウト５４ｂ及び追加層のベントナイトセメント５６ｂは真空取出管３０ｃ及び真空取出管３０ｂの終端部を隔離させ、破砕部２２も破砕部２４から隔離される。追加層のグラウト５４ｃ及び追加層のベントナイトセメント５６ｃは真空取出管３０ｂ及び３０ａの終端部（終端）を隔離させ、破砕部２４も破砕部２６から隔離される。せん孔及び立て上り管内のグラウト及びベントナイト層を支持

するために比較的透水性の低い砂４９がグラウトとベントナイトの間のせん孔４２及び立て上り管４４に配置される。また、砂４９は、破砕部の崩壊を防ぐために破砕部２２、２４、及び２６内にも含まれることが好ましい。周囲を取り囲む砂から立て上り管４４への気体及び液体の流を容易にするために、立て上り管４４のスロット形成された下部分４８及びスロット形成された下部分４８より上の部分４６の部分を囲むせん孔４２内の領域は細かく微細にふるいわけされた砂でパックされる。

【００３４】

図８（一定の縮尺で描かれていない）は任意の空気取入れ口（入口）プローブ２７の例を概略的に示している。空気取入れ口プローブ２７は管６０を受けるせん孔（ボーリング孔）５８を含む。ある機能的な実施例では管６０は底部がキャップされた直径４インチのＰＶＣ管を備え、該管は０．０１０インチのスロットのスクリーンを有する。管６０はセメントカラー（えり部）又はベントナイト密封部６２によって上部分が囲まれていて、土表面６４に延出している。空気射出プローブを所望に開閉するために空気取入れ口プローブ２７と関連してあらゆる適切なバルブ６８が提供されうる。せん孔５８内の管６０の中間部分７０を取り囲むのは、管６０とせん孔５８の間に気体タイト密封部を提供する気密スラリー７２である。管６０のスロット形成された下部分７４は気体透過性のあるパックされた砂７６に取り囲まれている。明らかなように、管６０は優先流路への空気の射出を容易にする（優先流路２２がこの図面で示されている）。

【００３５】

ここに開示された情報を参照して当業者が本発明の他の実施例及び変更を行うことができ、これらの等価物と同様にこれらの実施例及び変更も本発明の範囲内に含まれている。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に従った地盤汚染物質の領域から汚染物質を真空取出するための一般的な構成を例示した断面の側面図である。

【図２】本発明に適切な取出井筒の側面の断面図である。

【図３】本発明に適切な別の取出井筒の断面の側面図である。

【図４】本発明に適切なまた別の取出井筒の断面の側面図である。

【図５】本発明の取出井筒における真空取出管の任意の気体取入れ口の三つの適切な構造の断面の側面図である。

【図６】本発明の取出井筒における真空取出管の任意の気体取入れ口の三つの適切な構造の断面の側面図である。

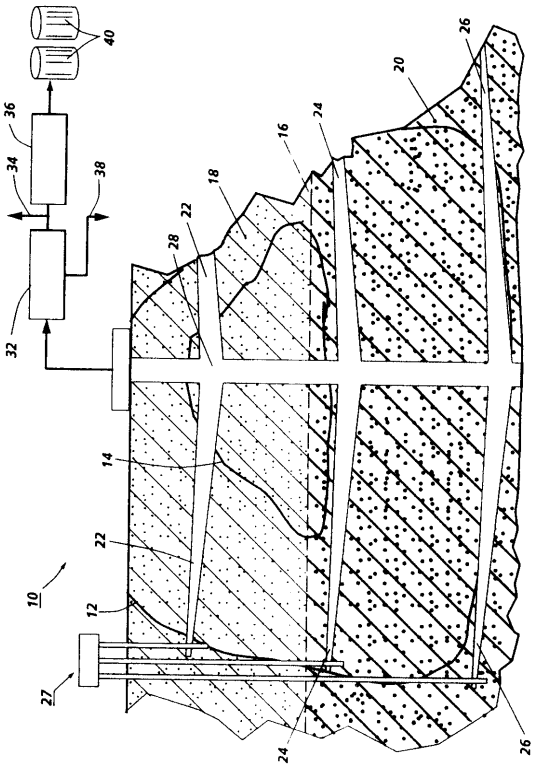
【図７】本発明の取出井筒における真空取出管の任意の気体取入れ口の三つの適切な構造の断面の側面図である。

【図８】本発明の使用に適切な空気取入れ井筒の側面の断面図である。

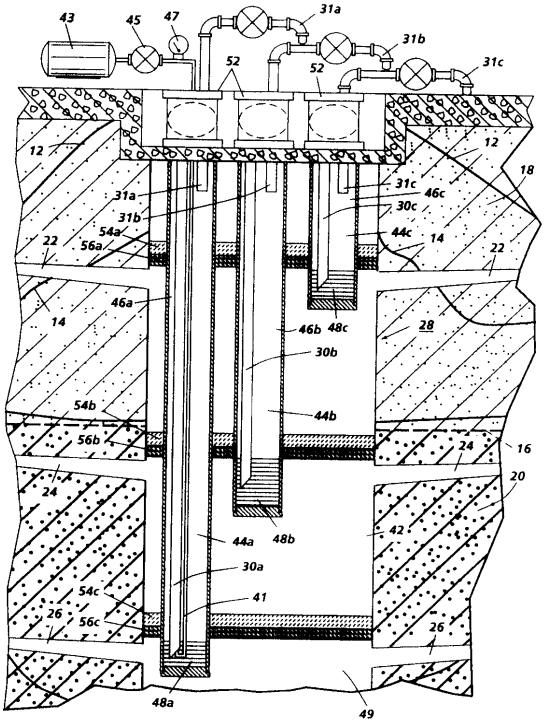
【符号の説明】

１２、１４　　汚染物質ゾーン
２２、２４、２６　　優先フロー経路
２８　　抽出ウェル
３０ａ、ｂ、ｃ　　真空抽出パイプ
３１ａ、ｂ、ｃ　　空気取り入れ口
３２　　真空抽出システム
４１ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅ、ｆ　　ガス取り入れ口
４２　　せん孔
５３　　ガス
５５　　液体
５８　　せん孔

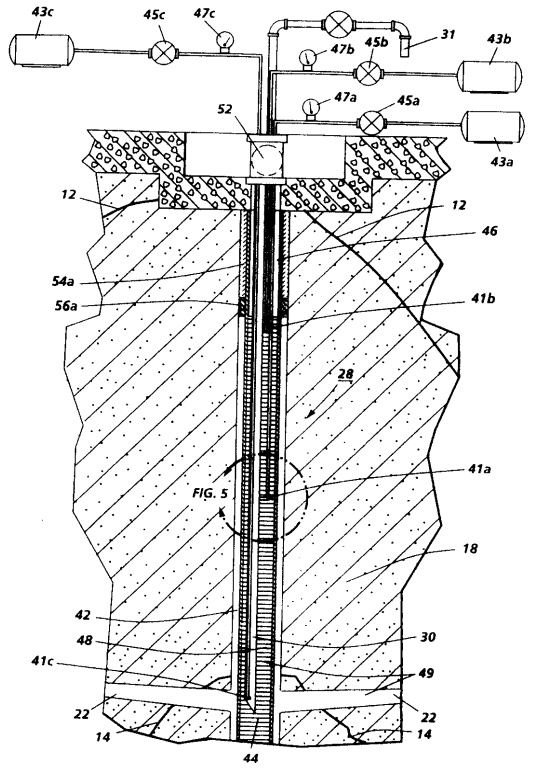
【図１】


40
36
34
38
32
10
27
12
14
22
28
18
16
24
20
26

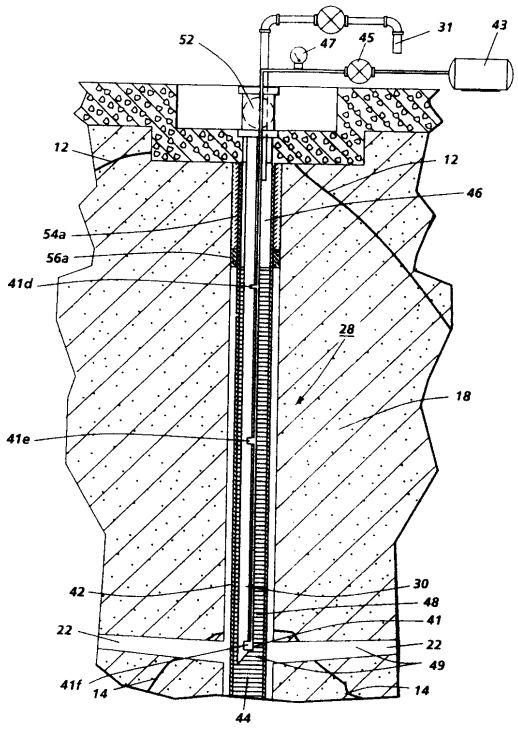
【図２】


43
45
47
31a
31b
31c
52
12
18
46c
30c
44c
14
22
54a
56a
31a
31b
46a
46b
48c
28
30b
54b
56b
44b
16
20
24
42
44a
48b
30a
54c
56c
41
26
48a
49

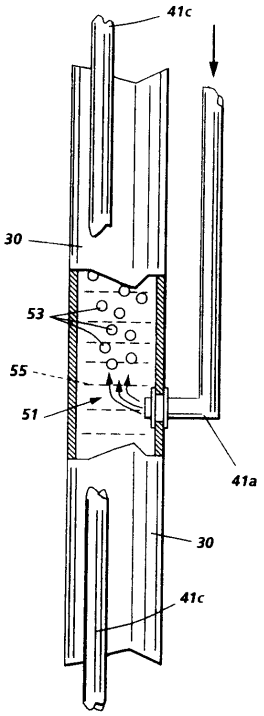
【図３】


43c
45c
47c
47b
45b
31
43b
47a
45a
52
43a
12
46
54a
56a
41b
28
FIG. 5
41a
18
42
48
30
41c
49
22
14
44

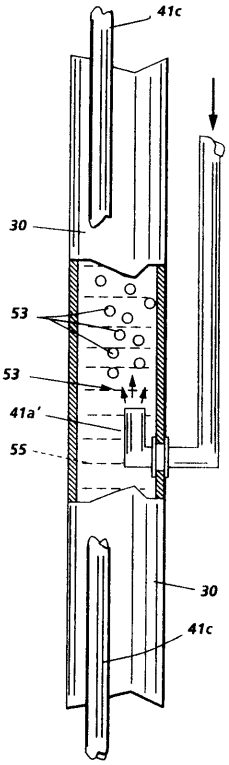
【図４】


52
47
45
31
43
12
46
54a
56a
41d
28
18
41e
42
30
48
41
22
49
41f
14
44

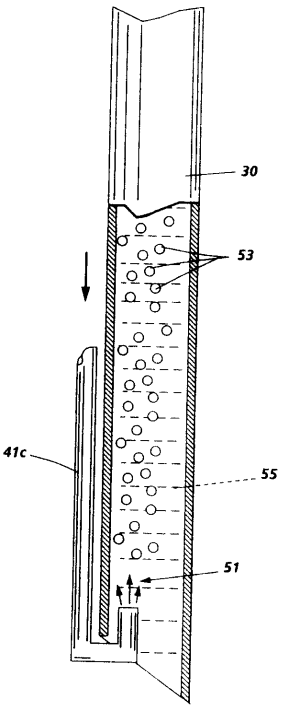
【図５】


41c
30
53
55
51
41a
30
41c

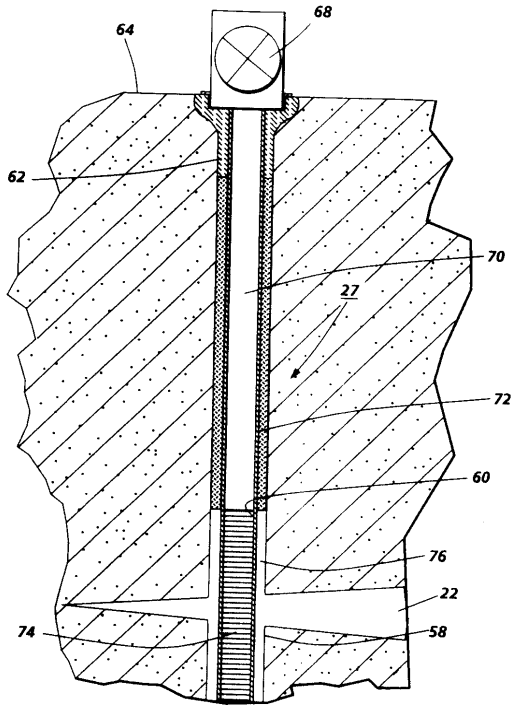
【図６】


41c
30
53
53
41a'
55
30
41c

【図７】


30
53
41c
55
51

【図８】


64
68
62
70
27
72
60
76
22
74
58

フロントページの続き

(72)発明者 ポウル エム. トーナトー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４５３４ ピッツフォード バーンリー ライズ ９
(72)発明者 スコット エム. ヒューバー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４４２４－オンタリオ カナンダイグア ア ホリデイ ハーバー ４６
(72)発明者 ロナルド イー. ヘス
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４５８０ ウェブスター ハイ タワー ウェイ ７５０

審査官 金 公彦

(56)参考文献 特開平０３－２０２５８６（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０４２３２４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
B09C 1/00- 1/10
E21B 43/00