



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월27일
(11) 등록번호 10-1746382
(24) 등록일자 2017년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B09C 1/00 (2006.01) B09C 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B09C 1/005 (2013.01)
B09C 1/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0003825
(22) 출원일자 2016년01월12일
심사청구일자 2016년01월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030039719 A*
KR1020030052802 A*
KR1020070118380 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 지오그린21
서울특별시 구로구 디지털로33길 55, 901호 (구로동, 이앤씨벤처드림타워2차)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
전성천
서울특별시 노원구 동일로230길 63 조흥한신아파트 1동 303호 (상계동, 한신아파트)
이중화
경기도 남양주시 천마산로 25, 109동 605호 (호평동, 대명투첸아파트)
(74) 대리인
전원
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 1 항

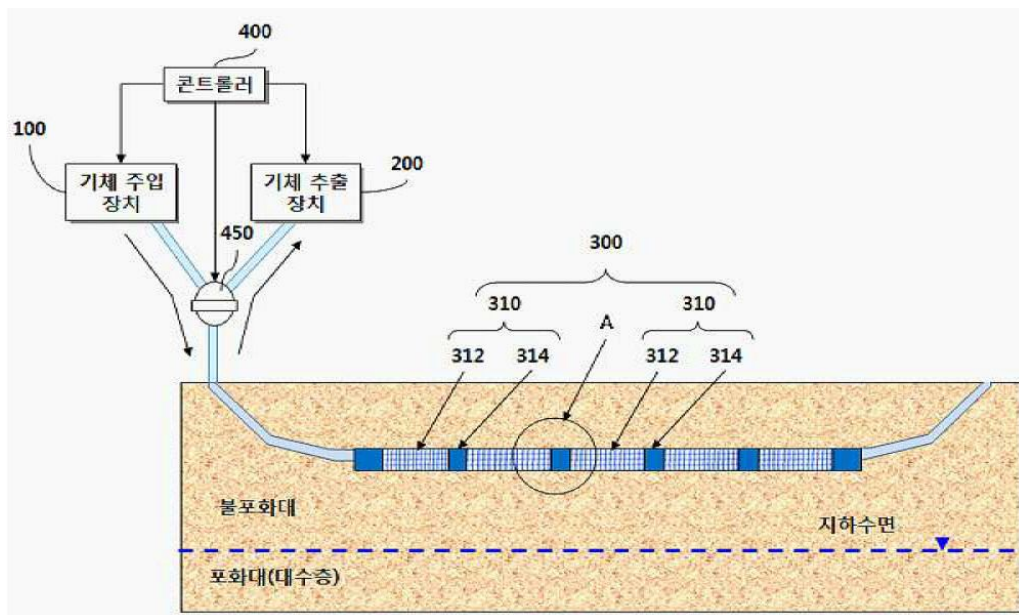
심사관 : 조민환

(54) 발명의 명칭 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템 및 그 방법

(57) 요약

관정의 천공 수를 줄이면서 오염물질 제거 효율을 증가시킬 수 있는 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템 및 그 오염토양 정화 방법이 개시된다. 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템은 오염토양에 오염제거제를 주입하여 오염물질을 추출함으로써 오염토양을 정화하기 위해 기체 주입 장치, 기체 추출 장치 및 (뒷면에 계속)

대표도



수평 관정 어셈블리를 포함한다. 기체 주입 장치는 토양에 기체를 강제적으로 주입한다. 기체 추출 장치는 토양의 기체를 추출한다. 수평 관정 어셈블리는 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하고 오염토양내에 수평하게 매몰되고, 기체 주입 조정 장치에서 제공되는 기체를 토양에 주입하거나, 토양의 공극 사이에서 기화되어 기체와 함께 배출되는 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염 물질을 기체 추출 장치의 제어에 의해 추출하는 수평 관정 어셈블리를 포함한다. 여기서, 관정 유닛들 각각은 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 수행한다.

(52) CPC특허분류

B09C 1/08 (2013.01)

B09C 2101/00 (2013.01)

윤성택

서울특별시 성북구 월곡로14길 26 월곡래미안루나
밸리아파트 108동 1003호 (하월곡동)

(72) 발명자

천정용

서울특별시 강동구 상암로 225 삼익가든아파트 5동
104호(명일동)

이명재

경기도 성남시 분당구 동판교로 275 풍성신미주아
파트 109동 701호 (삼평동, 봇들마을)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014001810001

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 CO2 저장 환경관리기술개발사업

연구과제명 CO2 지중 저장 환경관리 기술 개발 (Integrated Environmental Management of Geological CO2 Storage)

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2014.04.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

기체 주입 장치와, 기체 추출 장치와, 수평 관정 어셈블리와, 콘트롤러를 포함하는 기체 주입-추출 시스템을 이

용하되,

상기 기체 주입 장치는 상기 수평 관정 어셈블리를 통하여 오염토양에 기체상태의 오염제거제를 강제로 주입하며, 영역별 기체 주입량을 자동으로 조절하고 기록하고,

상기 기체 추출 장치는 상기 수평 관정 어셈블리를 통해 상기 오염토양의 기체를 추출하며, 상기 영역별 기체 추출량을 자동으로 조절하고 기록하고,

상기 수평 관정 어셈블리는 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하고 상기 오염토양내에서 수평하게 매몰되고, 대수층 위의 불포화대에 배치되며, 상기 기체 주입 장치에서 제공되는 기체를 상기 오염토양에 주입하거나, 상기 오염토양의 공극 사이에서 기화되어 상기 기체와 함께 배출되는 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염물질을 상기 기체 추출 장치의 제어에 의해 추출하고,

상기 관정 유닛들 각각은 슬롯들이 형성된 유공간부와 슬롯들이 미형성된 무공간부를 포함하며, 상기 관정 유닛에는 양단 영역 및 중앙 영역에 상기 무공간부가 형성되고 나머지 영역에 상기 유공간부가 형성되고,

상기 수평 관정 어셈블리는 상기 관정 유닛들을 서로 연결하기 위한 연결부재 및 오염 정화 영역을 분리하기 위한 영역 분리 격벽을 더 포함하며,

상기 연결부재는 상기 관정 유닛들 사이에 배치되어 상기 관정 유닛들을 서로 연결하며, 상기 연결부재는 서로 인접하는 관정 유닛들을 영구적으로 또는 반영구적으로 연결시키기 위해 용착되며, 상기 영역 분리 격벽은 상기 수평 관정 내에서 상기 연결부재에 인접하게 배치되어 상기 오염 정화 영역을 분리하며 우레탄 에폭시 재질을 포함하고,

상기 수평 관정 어셈블리에는 스위칭 밸브를 경유하여 상기 기체 주입 장치 및 상기 기체 추출 장치 각각에 연결되는 복수의 공기압 호스들이 배치되며, 상기 스위칭 밸브는 상기 컨트롤러의 제어에 응답하여 상기 기체 주입 장치와 상기 수평 관정 어셈블리 간의 통로 또는 상기 수평 관정 어셈블리와 상기 기체 추출 장치 간의 통로를 제공하며,

상기 공기압 호스들은 우레탄 재질을 포함하고, 10mm 내지 12mm의 직경을 가지며, 상기 기체 주입 장치에 연결되고, 상기 관정 유닛들 내에 배치되며, 상기 영역 분리 격벽에 형성된 구멍들 각각을 관통하고,

상기 공기압 호스들 각각의 종단에는 기체 유출을 위한 복수의 노즐들이 연결되며, 상기 노즐들을 통해 상기 기체가 상기 오염토양을 향해 주입되기도 하고 상기 오염토양의 공극 사이에서 존재하는 기화된 오염 물질인 상기 기체가 추출되기도 하며,

상기 영역 분리 격벽에는 상기 공기압 호스가 통과되도록 하나 이상의 구멍이 형성되며, 상기 공기압 호스들의 수는 상기 영역 분리 격벽에 의해 구분되는 상기 오염 정화 영역들의 수와 같고, 상기 기체 주입 장치나 상기 기체 추출 장치에 가까운 위치에서 상기 오염 정화 영역을 구분하기 위해 배치된 영역 분리 격벽에는 보다 많은 수의 구멍들이 형성되고, 상기 기체 주입 장치나 상기 기체 추출 장치로부터 먼 위치에서 상기 오염 정화 영역을 구분하기 위해 배치된 영역 분리 격벽에는 보다 적은 수의 구멍들이 형성되며,

상기 관정 유닛들 각각은 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 수행하며,

상기 컨트롤러는 상기 기체 주입 장치 및 상기 기체 추출 장치에 연결되어 상기 관정 유닛들의 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 제어하여, 상기 관정 유닛들 각각은 서로 독립적으로 활성화되어 상기 기체 주입 장치를 통한 상기 기체 주입 동작을 수행할 수 있고 비활성될 수 있으며, 상기 관정 유닛들 각각은 서로 독립적으로 활성화되어 상기 기체 추출 장치를 통한 상기 기체 추출 동작을 수행할 수 있고 비활성화될 수 있으며,

상기 오염제거제는 압축된 액화 질소, 산소, 이산화탄소 또는 압축공기를 포함하고,

상기 기체 주입 장치는 주입량 조절밸브와 상기 주입량 조절밸브의 후단에 위치하는 디지털 유량계, 압력계, 및 온도계를 포함하며,

상기 기체 추출 장치는 영역별 진공 펌프와, 상기 영역별 진공 펌프의 흡입부 앞쪽에 설치되는 디지털 압력계와, 상기 영역별 진공 펌프에서 기체가 배출되는 부분에 위치하는 디지털 유량계 및 온도계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기체 주입-추출 시스템을 이용하여,

상기 오염토양에 상기 오염제거제를 주입하여 상기 오염물질을 추출함으로써 상기 오염토양을 정화하는 상기 수

평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 방법으로서,

상기 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하는 상기 수평 관정 어셈블리를 건축물 하부와 같이 연직한 관정의 천공이 불가능한 지역의 오염토양내에 수평하게 매몰시키는 단계;

상기 수평 관정 어셈블리에 상기 오염제거제를 포함하는 상기 기체를 공급하여 상기 오염토양으로 주입시키는 단계; 및

상기 수평 관정 어셈블리에 상기 오염제거제와 함께 유입된 상기 휘발성 오염물질 또는 상기 준휘발성 오염물질을 포함하는 상기 기체를 지상으로 추출시키는 단계를 포함하되, 상기 오염 정화 영역별로 기체를 주입하는 경우,

상기 오염 정화 영역별로 시간당 기체 주입량 또는 주입 질량을 설정하는 단계;

상기 디지털 유량계를 통해 상기 기체 주입량을 실시간으로 측정하는 단계;

상기 측정된 기체 주입량이 설정된 기체 주입량보다 적으면 디지털 밸브를 열고, 상기 측정된 기체 주입량이 상기 설정된 기체 주입량보다 많으면 상기 디지털 밸브를 닫는 단계; 및

유량, 압력 및 온도를 포함하는 정보를 기록하는 단계를 더 포함하고,

상기 관정 유닛들의 재질은 PE 재질이고, 상기 관정 유닛들의 직경은 100mm 내지 150mm로 구성되어 건축물 하부와 같이 연직한 관정의 천공이 불가능한 지역에 대해서도 상기 관정 유닛들을 통해서 상기 오염물질을 추출하여 상기 토양오염을 정화하는 것을 특징으로 하는 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 방법.

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 관정의 천공 수를 줄이면서 오염물질 제거 효율을 증가시킬 수 있는 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업화가 가속화되고 유류 소비가 급증함에 따라, 유류 저장시설 및 운송 취급량 또한 이에 비례하여 증가하면서 유류에 의한 토양 오염이 심각한 환경문제로 대두되고 있다.

[0003] 유류에 의해 오염된 토양을 복원하는 기술은 복원 방법에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 기술로 분류된다. 그리고 복원하는 위치에 따라 지중 처리(In-situ)와 지상처리(Ex-situ) 기술로 분류된다.

[0004] 지중 처리 기술 중에서 주로 사용되는 기술로는, 토양 사이의 공기를 대기압보다 낮은 압력구배로 형성시켜 토양을 진공상태로 만들어 줌으로써, 공기를 외부로 추출시킬 때 토양의 공극 사이에 존재하는 휘발성, 준휘발성 오염 물질이 기화되어 공기와 함께 배출되는 원리를 이용하는 토양증기 추출법(SVE:Soil Vapor Extraction)과, 토양에 공기를 강제적으로 주입하여 토양의 산소농도를 증대시킴으로써 미생물의 활성도를 높이는 생물학적 통풍법(BV:Bio Venting) 등이 있다.

[0005] 그러나 토양증기 추출법은 상대적으로 설치가 용이하고 소요 비용이 저렴하고, 광범위하게 오염된 토양의 복원에 적합하지만, 포화된 지반 또는 지하수의 오염원을 정화할 수 없고, 생물학적 통풍법은 많은 정화시간이 요구된다는 단점이 있었다.

[0006] 한편, 종래의 오염토양 정화 시스템은 오염지역이 발생되기 쉬운 석유화학공장 및 주유소 등의 부지 검측에 있어 유류로 인해 오염 빈도가 높은 지역이 설정되면, 수직으로 관정시켜 그 지하에 스며든 유류의 오염도를 측정하여 오염 물질을 추출시키고 있다.

[0007] 하지만, 상기와 같은 수직 관정을 이용하여 오염 공간에서 오염 물질을 추출시키고자 하면, 우선 지역이 비교적 좁은 공간의 시설물 내에서는 수직 관정을 하기 위해서는 장비가 갖는 크기에 의해 위치 결정에 어려움이 따른다.

고, 시설물 내에서 수행하는 생산작업에 영향을 미치게 되는 문제가 있었다.

[0008] 또한, 수직 관정을 이용하여서는 건축물의 하부 등의 오염 공간에서는 굴착이 불가능할 뿐만 아니라, 지중의 오염공간에서 지하 매설물 등 지중 간섭 대상이 많은 경우 그 간섭 대상을 회피하여 적용하기 어려운 문제가 있었다.

[0009] 또한, 오염된 범위에 맞게 많은 수직 관정을 요하여야 하나, 이는 시설물 내의 주변에 영향을 미칠 수 있는 관계에서 수직 관정을 통한 폐 오일의 추출은 장비의 설치가 매우 어려울 뿐만 아니라 시설물이 훼손될 수 있다는 문제가 있었다.

[0010] 또한, 수직 관정을 이용하여 지하수층을 모니터링할 경우 모세관 현상에 의한 지하수층의 오차 발생 및 계절별 지하수위 변동에 따른 대처가 불가능하여 자유상 유류(지하수층에 유류가 떠 있는 상태)를 회수하기 어려운 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1461214호 (명칭: 방사형 수평 주입정과 수평 추출정을 이용한 오염토양 정화시스템 및 오염토양 정화방법)(2014. 11. 06. 자 등록)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1271727호 (명칭: 수평 주입정과 수평 추출정을 포함하는 오염 토양 정화 시스템 및 그 오염 토양 정화 방법)(2013. 05. 27. 자 등록)

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-0575653호 (명칭: 지하구조물 구축을 위한 수평관 압입장치와 이를 이용한 수평관 시공방법)(2006. 04. 25. 자 등록)

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-0447872호 (명칭: 비배토식 강관 수평압입공법의 강관압입장치)(2004. 08. 31. 자 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 관정의 천공수를 줄이면서 오염물질 제거 효율을 증가시켜 관정 천공에 소요되는 비용과 시간을 절감하기 위한 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 상기한 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템은 오염토양에 오염제거제를 주입하여 오염물질을 추출함으로써 오염토양을 정화한다. 상기한 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템은, 토양에 기체를 강제적으로 주입하기 위한 기체 주입 장치; 토양의 기체를 추출하기 위한 기체 추출 장치; 및 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하고 오염토양내에 수평하게 매몰되고, 상기 기체 주입 조정 장치에서 제공되는 기체를 토양에 주입하거나, 토양의 공극 사이에서 기화되어 기체와 함께 배출되는 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염 물질을 상기 기체 추출 장치의 제어에 의해 추출하는 수평 관정 어셈블리를 포함한다. 여기서, 상기 관정 유닛들 각각은 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 수행한다.

[0015] 일실시예에서, 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템은 상기 기체 주입 장치 및 상기 기체 추출 장치에 연결된 콘트롤러를 더 포함하고, 상기 콘트롤러는 상기 관정 유닛들의 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 제어할 수 있다.

[0016] 일실시예에서, 상기 관정 유닛들 각각은 슬롯들이 형성된 유공간부와 슬롯들이 미형성된 무공간부를 각각 포함

할 수 있다.

- [0017] 일실시예에서, 상기 수평 관정 어셈블리는, 상기 관정 유닛들 사이에 배치되어 상기 관정 유닛들을 서로 연결하는 연결부재; 및 상기 수평 관정 내에서 상기 연결부재에 인접하게 배치되어 오염 정화 영역을 분리하는 영역 분리 격벽을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 일실시예에서, 하나의 관정 유닛의 양단 각각에 상기 영역 분리 격벽이 배치되고, 상기 무공간부는 상기 영역 분리 격벽에 대응하며, 하나의 관정 유닛에는 1개의 유공간부가 형성될 수 있다.
- [0019] 일실시예에서, 하나의 관정 유닛의 양단 각각에 상기 영역 분리 격벽이 배치되고, 상기 무공간부는 상기 영역 분리 격벽 및 상기 수평 관정의 중간 부위 각각에 대응하며, 하나의 관정 유닛에는 2개의 유공간부가 형성될 수 있다.
- [0020] 일실시예에서, 상기 연결부재는 상기 수평 관정내에서 용착될 수 있다.
- [0021] 일실시예에서, 상기 영역 분리 격벽의 재질은 우레탄 및 에폭시 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 일실시예에서, 상기 수평 관정 어셈블리는, 상기 기체 주입 장치에 연결되고, 상기 수평 관정 내에 배치된 공기압 호스들을 더 포함하고, 상기 공기압 호스들 각각은 상기 영역 분리 격벽에 형성된 구멍들 각각을 관통할 수 있다.
- [0023] 일실시예에서, 상기 영역 분리 격벽에는 상기 공기압 호스가 통과되도록 구멍이 형성될 수 있다.
- [0024] 일실시예에서, 상기 공기압 호스들의 수는 상기 영역 분리 격벽에 의해 구분되는 오염 정화 영역들의 수와 같을 수 있다.
- [0025] 일실시예에서, 상기 공기압 호스들 각각의 종단이 서로 다른 오염 정화 영역들에 배치되도록 상기 공기압 호스들은 서로 다른 길이를 가질 수 있다.
- [0026] 일실시예에서, 상기 수평 관정 어셈블리는, 상기 공기압 호스들 각각의 종단에 연결되고, 상기 유공간부에 인접하게 배치되어 토양에 공급되도록 기체를 유출하거나 토양의 공극 사이에 존재하는 기화된 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염물질을 추출하는 복수의 노즐들을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따르면 오염토양에 오염제거제를 주입하여 오염물질을 추출함으로써 오염토양을 정화하기 위해, 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하는 수평 관정 어셈블리를 오염토양내에 수평하게 매몰시킨다. 이어, 상기 수평 관정 어셈블리에 오염제거제를 공급하여 오염토양으로 주입시킨다. 이어, 상기 수평 관정 어셈블리에 오염제거제와 함께 유입된 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염물질을 지상으로 반출시킨다.
- [0028] 일실시예에서, 상기 오염 정화 영역별로 기체를 주입하는 경우, 오염 정화 영역별로 시간당 기체 주입량 또는 주입 질량을 설정한다. 이어, 디지털 유량계를 통해 기체 주입량을 실시간으로 측정한다. 이어, 측정된 기체 주입량이 설정된 기체 주입량보다 적으면 디지털 밸브를 열고, 측정된 기체 주입량이 설정된 기체 주입량보다 많으면 디지털 밸브를 닫는다. 이어, 유량, 압력 및 온도를 포함하는 정보를 기록한다.
- [0029] 일실시예에서, 상기 오염 정화 영역별로 기체를 추출하는 경우, 오염 정화 영역별로 시간당 기체 추출량 또는 기체 추출압력을 설정한다. 이어, 기체 추출량으로 조절하는 경우에 디지털 유량계를 통해 기체 추출량을 실시간 측정하여 기체 추출량이 적으면 진공펌프의 회전을 증대시키며, 기체 추출량이 많으면 진공펌프의 회전을 감소시킨다. 기체 추출압력으로 조절하는 경우에도 디지털 압력계를 통해 압력을 실시간으로 측정하여 음압의 크기가 작으면 진공펌프의 회전수를 증대시키며, 음압의 크기가 크면 진공펌프의 회전수를 감소시킨다. 이어, 유량, 압력 및 온도를 포함하는 정보를 기록한다.

발명의 효과

- [0030] 이러한 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템 및 그 방법에 의하면, 수직 관정을 통한 오염토양 정화 기술보다 더 적은 관정의 천공에 의해서도 더 우수한 오염물질 제거 효율을 발휘하도록 함으로써, 관정 천공에 소요되는 비용과 시간을 절감할 수 있다. 또한 건축물 하부 등과 같이 연직한 관정의 천공이 불가능한 지역에 대해서도 관정을 통해서 오염물질을 추출하여 토양오염을 정화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템을 개략적으로 설명하기 위한 구성도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 영역 A를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 수평 관정 어셈블리에 배치된 공기압 호스를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 영역 분리 격벽을 개략적으로 설명하기 위한 사시도이다.
- 도 5는 도 1에 도시된 관정 유닛의 일례를 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 6은 도 5에 도시된 관정 유닛에 의해 이루어지는 주입에 의한 주입 기체 농도 분포 또는 추출에 의한 기체 압력 분포를 개략적으로 설명하기 위한 평면도이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 관정 유닛의 다른 예를 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 8은 도 7에 도시된 관정 유닛에 의해 이루어지는 주입에 의한 주입 기체 농도 분포 또는 추출에 의한 기체 압력 분포를 개략적으로 설명하기 위한 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0034] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0035] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템을 개략적으로 설명하기 위한 구성도이다. 도 2는 도 1에 도시된 영역 A를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다. 도 3은 도 1에 도시된 수평 관정 어셈블리에 배치된 공기압 호스를 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다. 도 4는 도 3에 도시된 영역 분리 격벽을 개략적으로 설명하기 위한 사시도이다.
- [0038] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템은 기체 주입 장치(100), 기체 추출 장치(200), 수평 관정 어셈블리(300) 및 콘트롤러(400)를 포함하고, 오염제거제와 같은 기체를 오염토양에 주입하거나 오염토양에서 오염물질을 추출함으로써 오염토양을 정화한다.
- [0039] 상기 기체 주입 장치(100)는 상기 수평 관정 어셈블리(300)를 통해 토양에 오염제거제와 같은 기체를 강제적으로 주입한다. 본 실시예에서, 상기 기체 주입 장치(100)는 영역별 기체 주입량을 자동으로 조절하고 기록하는 장치이다. 기체 주입의 경우, 통상적으로 압축된 액화 질소, 산소, 이산화탄소 또는 압축 공기를 이용하므로 영역별 디지털 유량계, 조절밸브, 압력계, 온도계 등으로 구성된다. 압력계나 온도계가 필요한 이유는 기체유량을

질량으로 환산하기 위해 필요하다. 디지털 유량계, 압력계, 온도계는 주입량 조절밸브의 후단에 위치한다.

- [0040] 영역별 기체 주입을 자동으로 조절하기 위해, 영역별로 시간당 기체 주입 유량 또는 질량을 설정한다. 개별 영역의 경우에 시간에 따라 주입량을 변경하도록 설정 가능하다. 이어, 디지털 유량계를 통해 주입량을 실시간으로 측정하여 주입량이 적으면 디지털 밸브를 열고, 많으면 닫는다. 이때, 모든 유량, 압력, 온도 등의 자료는 자동으로 기록한다.
- [0041] 상기 기체 추출 장치(200)는 상기 수평 관정 어셈블리(300)를 통해 오염토양의 기체를 추출한다. 본 실시예에서, 상기 기체 추출 장치(200)는 영역별 기체 추출량을 자동으로 조절하고 기록하는 장치이다. 기체 추출의 경우, 영역별 진공펌프 및 디지털 유량계, 압력계, 온도계 등으로 구성된다. 디지털 압력계는 진공 펌프의 흡입부 앞쪽에 설치하며, 디지털 유량계 및 온도계는 진공펌프에서 기체가 배출되는 부분에 위치한다. 배출부는 대기압이므로 압력측정이 불필요하다.
- [0042] 영역별 기체 추출을 자동으로 조절하기 위해, 영역별로 시간당 기체 추출량 또는 추출압력을 설정한다. 바람직하게, 진공펌프의 성능 내에서 조절한다. 개별영역의 경우에 시간에 따라 추출량 또는 추출압력을 변경하도록 설정 가능하다.
- [0043] 추출량으로 조절하는 경우에 디지털 유량계를 통해 추출량을 실시간 측정하여 추출량이 적으면 진공펌프의 회전을 증대시키며, 추출량이 많으면 진공펌프의 회전을 감소시킨다.
- [0044] 한편, 추출압력으로 조절하는 경우에도 디지털 압력계를 통해 압력을 실시간으로 측정하여 음압의 크기가 작으면 진공펌프의 회전수를 증대시키며, 음압의 크기가 크면 진공펌프의 회전수를 감소시킨다. 이때, 모든 유량, 압력, 온도 등의 자료는 자동으로 기록된다.
- [0045] 상기 수평 관정 어셈블리(300)는 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들(310)을 포함하고 오염토양내에서 수평하게 매몰되고, 상기 기체 주입 조정 장치에서 제공되는 기체를 토양에 주입하거나, 토양의 공극 사이에서 기화되어 기체와 함께 배출되는 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염 물질을 상기 기체 추출 장치(200)의 제어에 의해 추출한다. 상기 수평 관정 어셈블리(300)는 대수층 위의 불포화대에 배치된다. 상기 관정 유닛들(310)의 재질은 PE 재질이고, 상기 관정 유닛들(310)의 직경은 대략 100mm 내지 150mm일 수 있다. 여기서, 상기 관정 유닛들(310) 각각은 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 수행한다.
- [0046] 상기 컨트롤러(400)는 상기 기체 주입 장치(100) 및 상기 기체 추출 장치(200)에 연결되어 상기 수평 관정 어셈블리(300), 특히 상기 관정 유닛들(310)의 기체 주입 동작과 기체 추출 동작을 독립적으로 제어한다. 이에 따라, 상기 관정 유닛들(310) 각각은 서로 독립적으로 활성화되어 상기 기체 주입 장치(100)를 통한 기체 주입 동작을 수행할 수 있고 비활성될 수 있다. 또한, 상기 관정 유닛들(310) 각각은 서로 독립적으로 활성화되어 상기 기체 추출 장치(200)를 통한 기체 추출 동작을 수행할 수 있고 비활성화될 수 있다.
- [0047] 본 실시예에서, 상기 수평 관정 어셈블리(300)는 상기 관정 유닛들(310)을 서로 연결하기 위한 연결부재(320) 및 오염 정화 영역을 분리하기 위한 영역 분리 격벽(330)을 더 포함한다.
- [0048] 상기 연결부재(320)는 상기 관정 유닛들(310) 사이에 배치되어 상기 관정 유닛들(310)을 서로 연결한다. 상기 연결부재(320)는 서로 인접하는 관정 유닛들(310)을 영구적으로 또는 반영구적으로 연결시키기 위해 융착될 수 있다. 상기 영역 분리 격벽(330)은 상기 수평 관정(310) 내에서 상기 연결부재(320)에 인접하게 배치되어 오염 정화 영역을 분리한다. 상기 영역 분리 격벽(330)의 재질은 우레탄 에폭시일 수 있다.
- [0049] 상기 수평 관정 어셈블리(300)에는 복수의 공기압 호스들(340)이 배치된다. 상기 공기압 호스들(340)은 상기 기체 주입 장치(100) 및 상기 기체 추출 장치(200)에 연결된다. 도 1에서 상기 공기압 호스들(340)은 스위칭 밸브(450)를 경유하여 상기 기체 주입 장치(100) 및 상기 기체 추출 장치(200) 각각에 연결된다. 상기 스위칭 밸브(450)는 상기 컨트롤러(400)의 제어에 응답하여 상기 기체 주입 장치(100)와 상기 수평 관정 어셈블리(300)간의 통로 또는 상기 수평 관정 어셈블리(300)와 상기 기체 추출 장치(200)간의 통로를 제공한다.
- [0050] 상기 공기압 호스들(340)의 재질은 우레탄일 수 있고, 상기 공기압 호스들(340)의 직경은 대략 10mm 내지 12mm 일 수 있다. 상기 공기압 호스들(340)은 기체 주입 장치(100)에 연결되고, 상기 수평 관정(310) 내에 배치된다. 상기 공기압 호스들(340) 각각은 상기 영역 분리 격벽(330)에 형성된 구멍들 각각을 관통한다. 상기 공기압 호스들(340) 각각의 중단에는 기체 유출을 위한 또는 기체 추출을 위한 복수의 노즐들(342)이 연결된다. 상기 노즐들(342)을 통해 기체가 오염토양을 향해 주입되기도 하고 오염토양의 공극 사이에서 존재하는 기화된 오염 물질인 기체가 추출되기도 한다.

- [0051] 상기 영역 분리 격벽(330)에는 상기 공기압 호스(340)가 통과되도록 하나 이상의 구멍이 형성된다. 상기 공기압 호스들(340)의 수는 상기 영역 분리 격벽(330)에 의해 구분되는 오염 정화 영역들의 수와 같을 수 있다. 상기 기체 주입 장치(100)나 상기 기체 추출 장치(200)에 가까운 위치에서 오염 정화 영역을 구분하기 위해 배치된 영역 분리 격벽(330)에는 보다 많은 수의 구멍들이 형성되고, 상기 기체 주입 장치(100)나 상기 기체 추출 장치(200)로부터 먼 위치에서 오염 정화 영역을 구분하기 위해 배치된 영역 분리 격벽(330)에는 보다 적은 수의 구멍들이 형성된다.
- [0052] 상기 관정 유닛들(310) 각각은 슬롯들이 형성된 유공간부(312)와 슬롯들이 미형성된 무공간부(314)를 각각 포함한다.
- [0053] 일례로, 후술되는 도 5 및 도 6에서 설명되는 바와 같이, 상기 관정 유닛(310)에는 양단 영역 각각에 무공간부(314)가 형성되고 나머지 영역에 유공간부(312)가 형성될 수 있다.
- [0054] 다른 예로, 후술되는 도 7 및 도 8에서 설명되는 바와 같이, 상기 관정 유닛(310)에는 양단 영역 및 중앙 영역에 무공간부(314)가 형성되고 나머지 영역에 유공간부(312)가 형성될 수 있다.
- [0055] 그러면, 이하에서 본 발명에 따른 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 시스템을 통해 오염토양에 오염 제거제를 주입하여 오염물질을 추출함으로써 오염토양을 정화하는 수평 관정을 이용한 토양 내 기체 주입-추출 방법에 대해 간략히 설명한다.
- [0056] 먼저, 일례로 연결된 복수의 관정 유닛들(310)을 포함하는 수평 관정 어셈블리(300)를 오염토양내에 수평하게 매몰시킨다.
- [0057] 이어, 상기 기체 주입 장치(100)는 상기 수평 관정 어셈블리(300)에 오염제거제를 공급하여 오염토양으로 주입시킨다.
- [0058] 이어, 상기 기체 추출 장치(200)는 상기 수평 관정 어셈블리(300)에 오염제거제와 함께 유입된 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염물질을 지상으로 반출시킨다.
- [0059] 여기서, 상기 기체 주입 장치(100)가 오염 정화 영역별로 기체를 주입하는 경우, 오염 정화 영역별로 시간당 기체 주입량 또는 주입 질량을 설정한다. 이어, 디지털 유량계를 통해 기체 주입량을 실시간으로 측정한다. 이어, 측정된 기체 주입량이 설정된 기체 주입량보다 적으면 디지털 밸브로 구성될 수 있는 스위칭 밸브(450)를 열고, 측정된 기체 주입량이 설정된 기체 주입량보다 많으면 상기 스위칭 밸브(450)를 닫는다. 이어, 상기 컨트롤러(400)는 유량, 압력 및 온도를 포함하는 정보를 기록한다.
- [0060] 한편, 상기 기체 추출 장치(200)가 상기 오염 정화 영역별로 기체를 추출하는 경우, 오염 정화 영역별로 시간당 기체 추출량 또는 기체 추출압력을 설정한다. 이어, 기체 추출량으로 조절하는 경우에 디지털 유량계를 통해 기체 추출량을 실시간 측정하여 기체 추출량이 적으면 진공펌프의 회전을 증대시키며, 기체 추출량이 많으면 진공펌프의 회전을 감소시킨다. 한편, 기체 추출압력으로 조절하는 경우에도 디지털 압력계를 통해 압력을 실시간으로 측정하여 음압의 크기가 작으면 진공펌프의 회전수를 증대시키며, 음압의 크기가 크면 진공펌프의 회전수를 감소시킨다. 이어, 컨트롤러(400)는 유량, 압력 및 온도를 포함하는 정보를 기록한다.
- [0061] 도 5는 도 1에 도시된 관정 유닛의 일례를 설명하기 위한 개략도이다. 도 6은 도 5에 도시된 관정 유닛에 의해 이루어지는 주입에 의한 주입 기체 농도 분포 또는 추출에 의한 기체 압력 분포를 개략적으로 설명하기 위한 평면도이다.
- [0062] 도 5 및 도 6을 참조하면, 관정 유닛(310)의 양단 영역 각각에 무공간부(314)가 형성되고 나머지 영역에 유공간부(312)가 형성된다. 이에 따라, 관정 유닛(310)에는 상기 유공간부(312)가 하나의 영역에 형성된다. 상기 유공간부(312)는 기체 주입 영역 또는 기체 추출 영역으로 사용된다.
- [0063] 관정 유닛(310)의 양단 각각의 무공간부(314)에 대응하여 연결부재(320, 도 2에 도시됨) 및 영역 분리 격벽(330, 도 2에 도시됨)이 배치된다. 상기 영역 분리 격벽(330)은 인접하는 관정 유닛(310)에 의해 서로 공유될 수 있다. 즉, 하나의 영역 분리 격벽(330)은 서로 인접하는 관정 유닛(310) 내부에 배치되어 오염 정화 영역을 분리한다.
- [0064] 기체 주입 동작 또는 기체 추출 동작이 이루어질 때, 하나의 관정 유닛(310)을 단위로 하여 주입에 따른 기체 농도 분포가 서로 구분되어 정의되거나 추출에 따른 기체 압력 분포가 서로 구분되어 정의된다. 즉, 하나의 관정 유닛(310)의 양단 영역에는 무공간부가 형성되고 나머지 영역에는 유공간부(312)가 형성되므로 주입에 따른

기체 농도 분포는 유공간부(312)에 대응하여 정의된다. 도 6에서, 5개의 관정 유닛들이 직렬 형태로 연결된다. 따라서, 기체 주입 동작이 이루어지는 경우 5개의 기체 농도 분포 영역이 정의되고, 기체 추출 동작이 이루어지는 경우 5개의 기체 압력 분포 영역이 정의된다. 기체 주입 동작이 이루어지는 경우, 도 6에서 유공간부(312)에 가까운 영역은 기체 농도가 높은 영역이고, 유공간부(312)에서 먼 영역은 기체 농도가 낮은 영역이다. 한편, 기체 추출 동작이 이루어지는 경우, 도 6에서 유공간부(312)에 가까운 영역은 기체 압력이 높은 영역이고, 유공간부(312)에서 먼 영역은 기체 압력이 낮은 영역이다.

[0065] 도 7은 도 1에 도시된 관정 유닛의 다른 예를 설명하기 위한 개략도이다. 도 8은 도 7에 도시된 관정 유닛에 의해 이루어지는 주입에 의한 주입 기체 농도 분포 또는 추출에 의한 기체 압력 분포를 개략적으로 설명하기 위한 평면도이다.

[0066] 도 7 및 도 8을 참조하면, 관정 유닛(310)의 양단 영역 및 중앙 영역에 무공간부(314)가 형성되고 나머지 영역에 유공간부(312)가 형성된다. 이에 따라, 관정 유닛(310)에는 상기 유공간부(312)가 두 영역에 형성된다. 상기 유공간부(312)는 기체 주입 영역 또는 기체 추출 영역으로 사용된다.

[0067] 상기 관정 유닛(310)의 양단 영역 각각의 무공간부(314)에 대응하여 연결부재(320, 도 2에 도시됨) 및 영역 분리 격벽(330, 도 2에 도시됨)이 배치된다. 상기 영역 분리 격벽(330)은 인접하는 관정 유닛(310)에 의해 서로 공유될 수 있다. 즉, 하나의 영역 분리 격벽(330)은 서로 인접하는 관정 유닛(310) 내부에 배치되어 오염 정화 영역을 분리한다.

[0068] 기체 주입 동작 또는 기체 추출 동작이 이루어질 때, 하나의 관정 유닛(310)을 단위로 하여 주입에 따른 기체 농도 분포가 서로 구분되어 정의되거나 추출에 따른 기체 압력 분포가 서로 구분되어 정의된다. 즉, 하나의 관정 유닛(310)의 양단 영역 및 중앙 영역에는 무공간부(314)가 형성되고 나머지 영역에는 유공간부(312)가 형성되므로 주입에 따른 기체 농도 분포는 유공간부(312)에 대응하여 정의된다. 도 6에서, 5개의 관정 유닛들이 직렬 형태로 연결된다. 따라서, 기체 주입 동작이 이루어지는 경우 10개의 기체 농도 분포 영역이 정의되고, 기체 추출 동작이 이루어지는 경우 10개의 기체 압력 분포 영역이 정의된다. 기체 주입 동작이 이루어지는 경우, 도 6에서 유공간부(312)에 가까운 영역은 기체 농도가 높은 영역이고, 유공간부(312)에서 먼 영역은 기체 농도가 낮은 영역이다. 한편, 기체 추출 동작이 이루어지는 경우, 도 6에서 유공간부(312)에 가까운 영역은 기체 압력이 높은 영역이고, 유공간부(312)에서 먼 영역은 기체 압력이 낮은 영역이다.

[0069] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

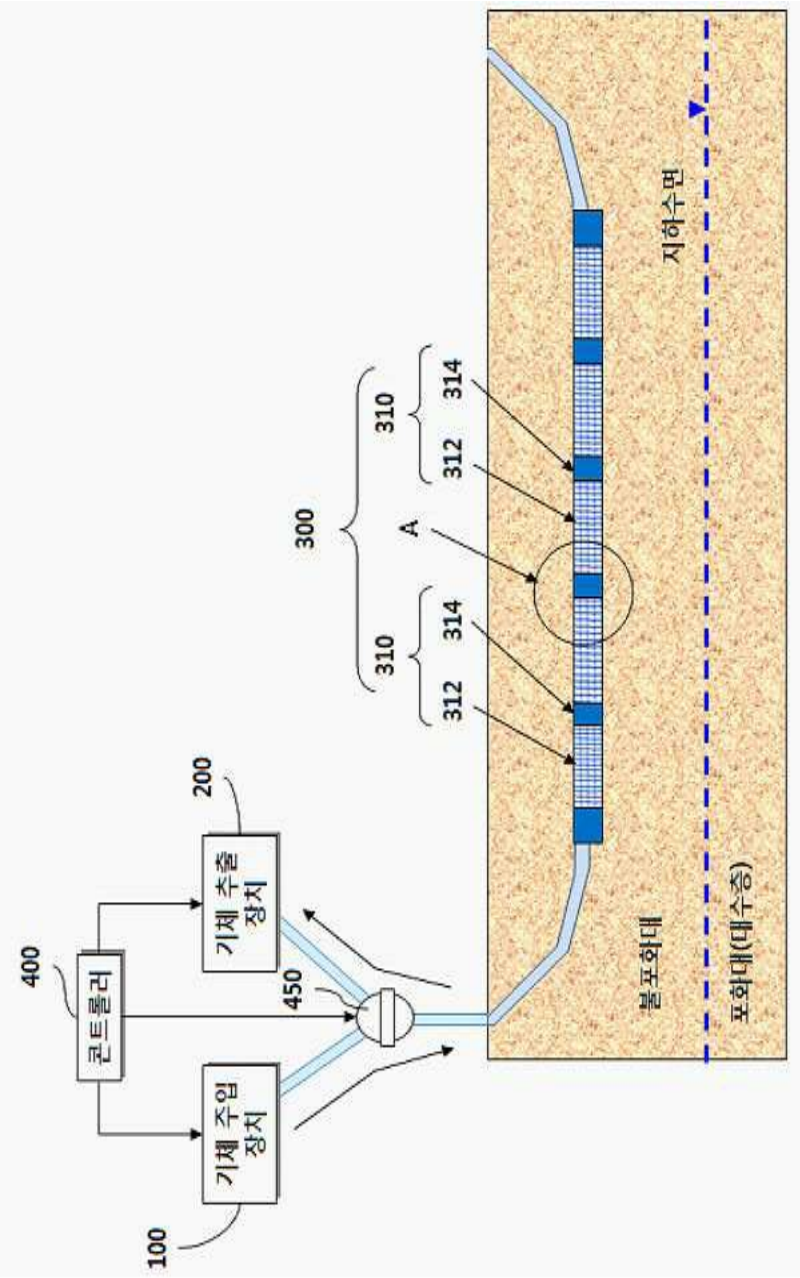
[0070] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 수평 관정 어셈블리는 일렬로 연결된 복수의 관정 유닛들을 포함하고 오염토양내에 수평하게 매몰시켜 기체 주입 조정 장치에서 제공되는 기체를 토양에 주입하거나, 토양의 공극 사이에서 기화되어 기체와 함께 배출되는 휘발성 오염물질 또는 준휘발성 오염 물질을 상기 기체 추출 장치의 제어에 의해 추출하도록 구성한다. 이에 따라, 수직 관정을 통한 오염토양 정화 기술보다 더 적은 관정의 천공에 의해서도 더 우수한 오염물질 제거 효율을 발휘하도록 함으로써, 관정 천공에 소요되는 비용과 시간을 절감할 수 있다. 또한 건축물 하부 등과 같이 연직한 관정의 천공이 불가능한 지역에 대해서도 관정을 통해서 오염물질을 추출하여 토양오염을 정화할 수 있다.

부호의 설명

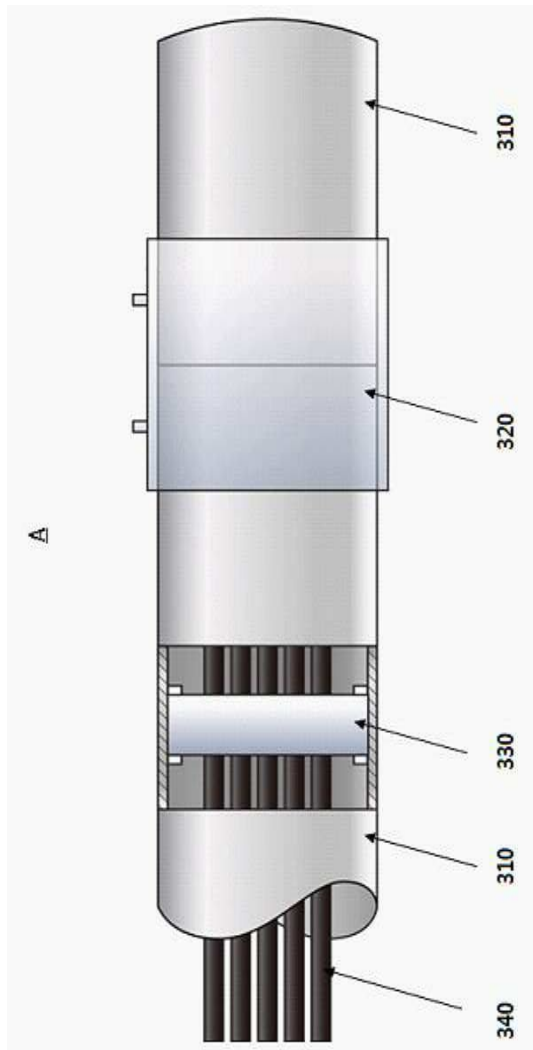
[0071]	100 : 기체 주입 장치	200 : 기체 추출 장치
	300 : 수평 관정 어셈블리	310 : 관정 유닛들
	312 : 유공간부	314 : 무공간부
	320 : 연결부재	330 : 영역 분리 격벽
	340 : 공기압 호스들	400 : 컨트롤러
	450 : 스위칭 밸브	

도면

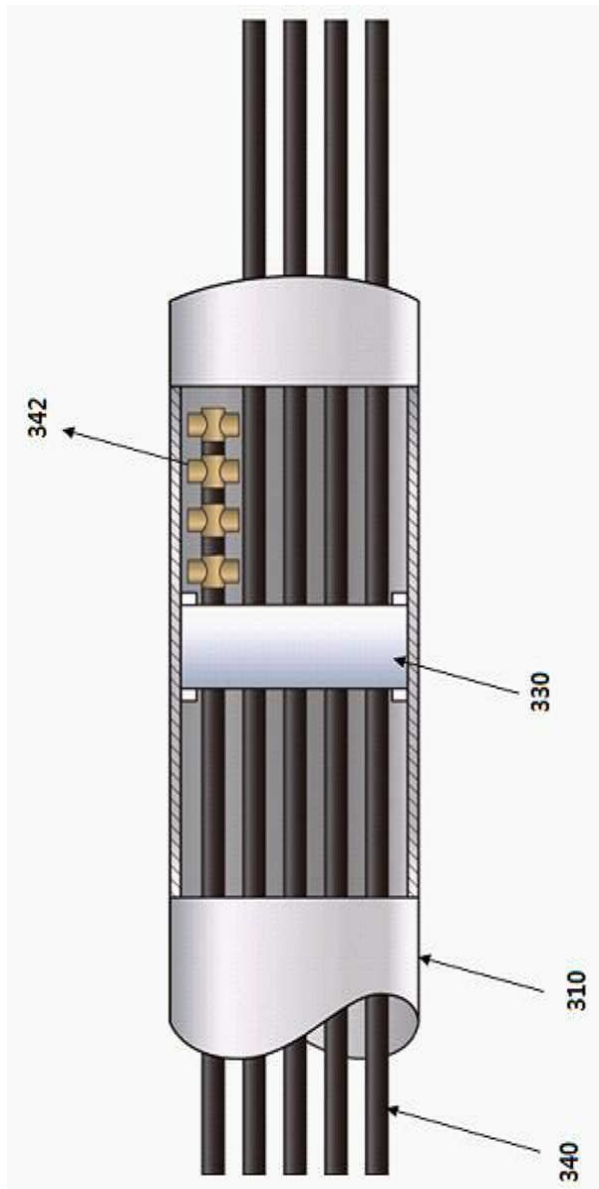
도면1



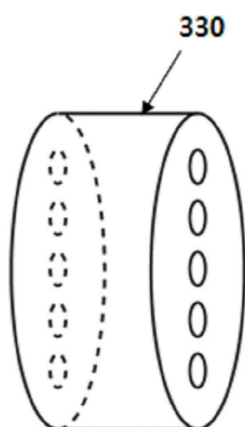
도면2



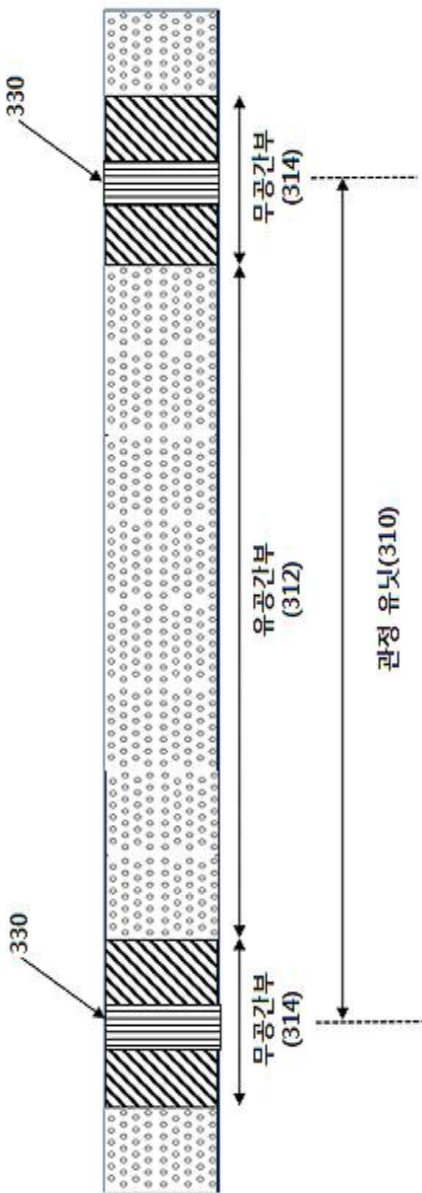
도면3



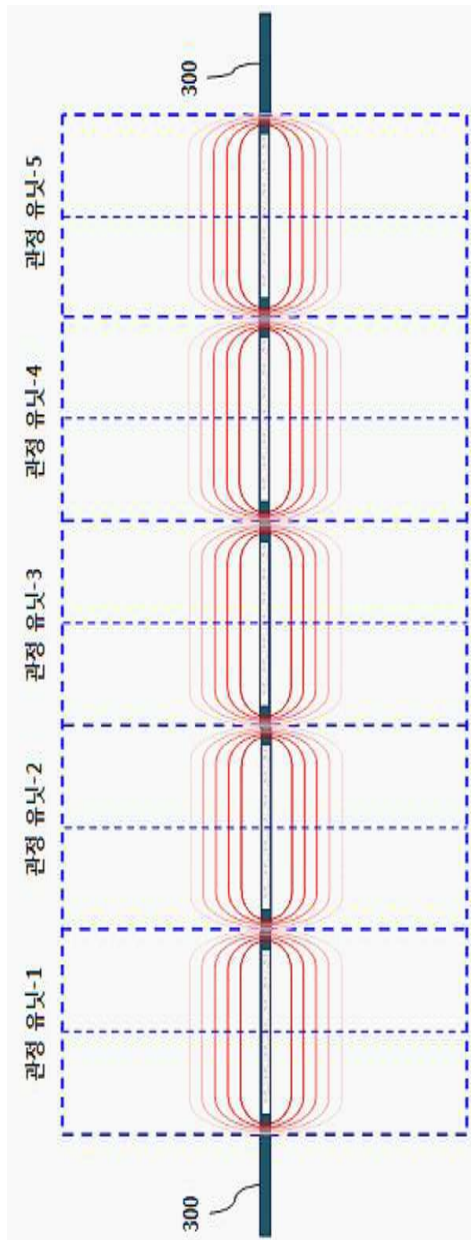
도면4



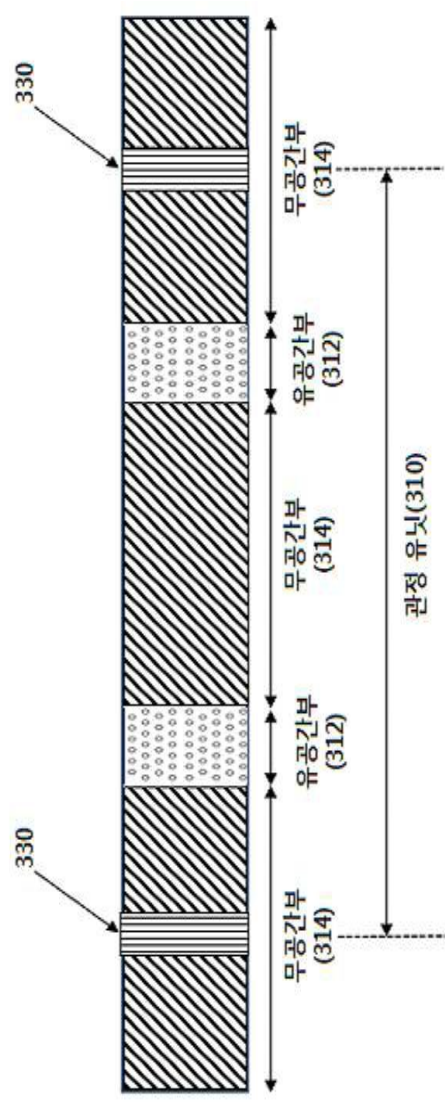
도면5



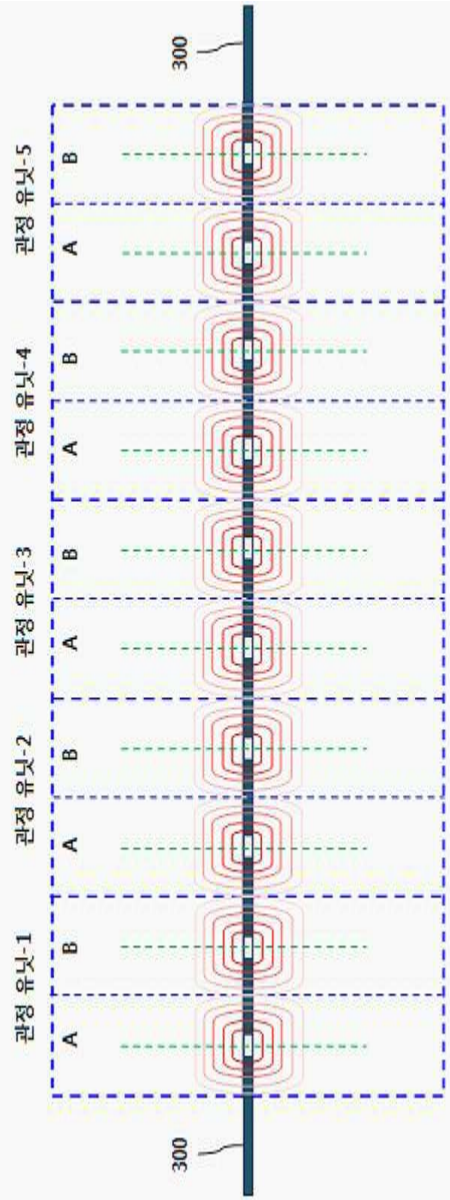
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

유공강부

【변경후】

유공간부

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

상기 디지털 밸브를 열고

【변경후】

디지털 밸브를 열고

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

질수

【변경후】

질소

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

무공감부

【변경후】

무공간부