



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0039377
(43) 공개일자 2018년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 33/00 (2006.01) B01J 19/00 (2018.01)

F17C 13/02 (2006.01) G06Q 50/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G01N 33/004 (2013.01)

B01J 19/00 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2016-0130609

(22) 출원일자 2016년10월10일

심사청구일자 2016년10월10일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

손요환

서울특별시 성북구 종암로9길 71, 204동 2002호

김현준

서울특별시 송파구 송이로31길 56, 10동 1107호

윤현민

서울특별시 도봉구 해등로 50, 312동 506호

(74) 대리인

정은열

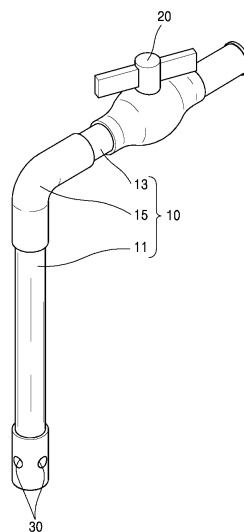
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 토양의 이산화탄소 누출감지장치

(57) 요약

본 발명은 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 관한 것으로, 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치는 "ㄱ"자형으로 형성되고, 지중에 매설된 일단으로 지중에 저장된 이산화탄소(3)가 유입되어, 외부에 노출된 타단으로 상기 이산화탄소(3)가 배출되는 배기관(10), 및 배기관(10)의 타단에 배치되는 밸브(20)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F17C 13/02 (2013.01)

G06Q 50/00 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G21600181040100000000000000

부처명 환경부

연구관리전문기관 환경부

연구사업명 CO2 저장 환경관리기술개발사업(CCS)

연구과제명 [3/4]CO2 지중 저장 환경관리 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2016.04.01 ~ 2017.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

"┐"자형으로 형성되고, 지중에 매설된 일단으로 상기 지중에 저장된 이산화탄소가 유입되어, 외부에 노출된 타단으로 상기 이산화탄소가 배출되는 배기관; 및

상기 배기관의 타단에 배치되는 밸브;

를 포함하는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 배기관의 일단 쪽 외주면에, 상기 이산화탄소가 유입되도록 천공된 유입홀이 형성되는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 유입홀은 다수 개로, 상기 배기관의 내부를 중심으로 서로 다른 방향을 향하도록 천공되는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 배기관은

상기 지중에 매설되어 지면에 대해 수직으로 배치되는 수직관;

상기 수직관과 결합되어 지면에 대해 수평으로 배치되는 수평관; 및

상기 수직관 및 상기 수평관을 연결하는 엘보;

를 포함하는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 수직관은

외부관체;

상기 외부관체의 내부로 삽입 가능한 내부관체; 및

상기 내부관체를 상기 외부관체에 고정하는 고정부;

를 포함하여, 길이 조절이 가능한 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 수직관과 상기 수평관이 이루는 각도가 변하도록, 상기 수평관은 상기 엘보를 중심으로 회동하는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 수직관이 상기 지면에 대해 기울어지지 않도록, 상기 배기관을 상기 지면에 고정하는 앵커부;
를 더 포함하는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 앵커부는

상기 배기관의 외주연으로부터 연장되어, 말단이 상기 지면에 박히는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 배기관의 일단은 콘(cone) 형상으로 뾰족하게 형성되는 토양의 이산화탄소 누출감지장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기후변화와 지구온난화는 환경문제인 동시에 경제문제와 직결되므로, 자국의 산업경쟁력과 경제활동 보호를 위해 각국은 혁신적인 에너지 기술 확보에 열을 올리고 있다. 혁신적 에너지 기술 중 이산화탄소 포집 및 저장(carbon dioxide capture and storage, CCS) 기술은 단일 기술로는 이산화탄소 감축에 대한 기여도가 가장 클 것으로 평가되어 가장 주목받는 기술분야에 해당한다.

[0003] 이산화탄소 저장 기술로는 해양 저장 기술, 광물 탄산염화 기술 및 지중 저장 기술 등이 있다. 해양 저장 기술(ocean storage technology)은 기체, 액체, 고체 또는 수화물(hydrate) 상태로 이산화탄소를 해양이나 해저 바닥에 분사 또는 주입하여 저장하는 기술이다. 그러나 이산화탄소의 해양 분사 및 주입은 해양 생태계를 빠른 속도로 파괴시키고, 해양 자체가 열린계로써, 대기와 함께 탄소 순환을 형성하기 때문에, 주입된 이산화탄소의 장기적이고 안정적인 저장을 보장할 수 없는 문제가 있다.

[0004] 광물 탄산염화 기술(mineral carbonation technology)은 이산화탄소를 주로 칼슘과 마그네슘 등의 금속 산화물(metal oxide)과 화학적으로 반응시켜서 불용해성의 탄산염 광물(carbonate mineral) 상태로 침전시켜서 이산화탄소를 저장하는 기술이다. 그러나 이러한 광물 침전 화학 반응은 그 반응 속도가 너무나 느리고, 많은 양의 반응 에너지가 필요하며, 생성된 탄산염 광물의 저장과 처리 자체가 새로운 환경 문제를 야기시킬 수 있다.

[0005] 지중 저장 기술(geologic storage technology)은 육상이나 해저에서 750 ~ 1,000 m 심도에 존재하는 적합한 지층(geologic formation)에 이산화탄소를 주입하여 저장하는 기술로서, 선진국에서 석유 및 천연가스 개발 사업

과 연계하여 활발히 개발·적용되고 있으며, 이산화탄소 지중 저장에 석유 및 천연가스 회수 증진 등과 같은 부가가치 효과도 가지므로, 현재까지 세 가지 이산화탄소 저장 기술 중에서 지중 저장 기술이 가장 효과적이고 경제적인 기술로 평가되고 있다.

[0006] 이러한 이산화탄소 지중 저장을 위해서, 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 바와 같이, 이산화탄소 지중 저장 통합 관리 시스템이 개발되었다. 이산화탄소 지중 저장에는 지층 특성화 및 평가 기술, 시추 및 주입 기술, 거동 예측 또는 수치 모델링 기술, 거동 관측 기술, 환경 영향 평가 기술, 및 폐쇄 후 관리 기술이 요구된다. 여기서, 환경 영향 평가 기술, 및 폐쇄 후 관리 기술은 이산화탄소의 누출 특성을 분석하고, 지상으로의 누출 경로화할 가능성이 가장 큰 주입정 및 관측정의 안정적인 폐쇄와 모니터링을 통하여 이산화탄소 지중 저장의 장기적인 안정성을 제고하기 위한 기술로서, 종래 이산화탄소 지중 저장 통합 관리 시스템에서 중요한 핵심 기술이다.

[0007] 다만, 종래 이산화탄소 지중 저장 통합 관리 시스템에 사용되는 이산화탄소의 누출 측정은 지표면에서만 이루어져, 측정값에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제가 있다. 또한, 동시에 여러 지점에서의 이산화탄소 농도 변화를 측정할 수 없어서, 이산화탄소 측정에 장시간이 소요된다.

[0008] 이에, 종래 기술에 따른 지중 저장 이산화탄소의 누출 감지 방법에 대한 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 10-2012-0052797 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 "ㄱ"자형 배기관의 일단을 소정의 깊이까지 지중에 매설하여, 배기관을 통해 지중에 저장된 이산화탄소를 외부로 배출함으로써, 신속하고 정확하게 지중의 이산화탄소의 누출을 측정할 수 있는 토양의 이산화탄소 누출감지장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치는 "ㄱ"자형으로 형성되고, 지중에 매설된 일단으로 상기 지중에 저장된 이산화탄소가 유입되어, 외부에 노출된 타단으로 상기 이산화탄소가 배출되는 배기관; 및 상기 배기관의 타단에 배치되는 밸브;를 포함한다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 배기관의 일단 쪽 외주면에, 상기 이산화탄소가 유입되도록 천공된 유입홀이 형성된다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 유입홀은 다수 개로, 상기 배기관의 내부를 중심으로 서로 다른 방향을 향하도록 천공된다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 배기관은 상기 지중에 매설되어 지면에 대해 수직으로 배치되는 수직관; 상기 수직관과 결합되어 지면에 대해 수평으로 배치되는 수평관; 및 상기 수직관 및 상기 수평관을 연결하는 엘보;를 포함한다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 수직관은 외부관체; 상기 외부관체의 내부로 삽입 가능한 내부관체; 및 상기 내부관체를 상기 외부관체에 고정하는 고정부;를 포함하여, 길이 조절이 가능하다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 수직관과 상기 수평관이 이루는 각도가 변하도록, 상기 수평관은 상기 엘보를 중심으로 회동한다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 수직관이 상기 지면에 대해 기

올어지지 않도록, 상기 배기관을 상기 지면에 고정하는 앵커부;를 더 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 앵커부는 상기 배기관의 외주면으로부터 연장되어, 말단이 상기 지면에 박힌다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치에 있어서, 상기 배기관의 일단은 콘(cone) 형상으로 뾰족하게 형성된다.

[0020] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0021] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, "┐"자형 배기관의 일단을 소정의 깊이까지 지중에 매설하여, 배기관을 통해 지중에 저장된 이산화탄소를 외부로 배출함으로써, 이산화탄소의 누출을 신속하고 효과적으로 감지하고, 누출되는 이산화탄소의 농도를 측정하여 정확하게 이산화탄소의 누출을 측정할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따르면, 배기관의 일단이 지중에 매설되어, 지중에서의 이산화탄소를 측정하므로, 보다 정확하게 이산화탄소의 누출을 감지하고, 지중 이산화탄소의 증가가 환경, 토양, 생태 등에 미치는 영향을 통하여 위해성 평가 연구를 실행하고, 이산화탄소 포집 및 처리 사업의 안정성 평가에 활용가능한 자료를 취득할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 측면도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이다.

도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치가 배치되는 지점을 도시한 평면도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지중에서의 이산화탄소 농도 변화량을 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 거리에 따른 지중에서의 이산화탄소 농도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지점별 지중에서의 이산화탄소의 수평적 분산을 나타내는 사진이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지점별 시간에 따른 지중에서의 이산화탄소 농도 변화의 회귀분석 곡선이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 측면도이다.

- [0028] 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치는 "ㄱ"자형으로 형성되고, 지중에 매설된 일단으로 지중에 저장된 이산화탄소(3)가 유입되어, 외부에 노출된 타단으로 상기 이산화탄소(3)가 배출되는 배기관(10), 및 배기관(10)의 타단에 배치되는 밸브(20)를 포함한다.
- [0029] 기후변화와 지구온난화에 대응하기 위한 혁신적인 에너지 기술 중 하나가 이산화탄소 포집 및 저장(carbon dioxide capture and storage, CCS) 기술이다. CCS 기술은 단일 기술로는 이산화탄소 감축에 대한 기여도가 가장 클 것으로 평가되기 때문에 국가별로 관련 연구가 집중되는 분야이다. 한편, 이산화탄소 저장 기술로서는 육상이나 해저에서 750 ~ 1,000 m 심도에 존재하는 적합한 지층(geologic formation)에 이산화탄소를 주입하여 저장하는 지중 저장 기술(geologic storage technology)이 가장 효과적이고 경제적이다.
- [0030] 다만, CCS 관련 연구는 대부분 이산화탄소의 포집 부문에 치우쳐 있고, 기술영향평가, 전략환경평가 및 환경영향평가 분석 등을 포함한 관리 방안에 대해서는 매우 미진한 실정이다. 그러나 안전한 CCS 기술을 구현하기 위해서는 이산화탄소의 거동 및 누출에 대한 지중 모니터링 시스템 개발과 환경위해성 및 환경영향평가 등이 필요하고, 이산화탄소 지중 저장 통합 관리 시스템에 있어서 이산화탄소 저장의 장기적인 안정성을 제고하기 위해서도 이산화탄소 누출감지 기술은 매우 중요하다. 이에, 보다 효과적이고 신속하게, 지중에 저장된 이산화탄소의 누출을 감지하기 위해서 본 발명이 안출되었다.
- [0031] 본 발명에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치는 배기관(10), 및 밸브(20)를 포함한다. 여기서, 배기관(10)은 "ㄱ"자형으로 형성된 파이프 관으로서, 그 일단은 지중에 매설되고, 반대쪽 타단은 외부에 노출되도록, 토양(1)에 설치된다. 이때, 지중에 저장되어 누출되는 이산화탄소(3)는 배기관(10)의 일단으로 유입되어, 배기관(10) 내부를 따라 이동한 후, 배기관(10)의 타단으로 배출된다.
- [0032] 여기서, 배기관(10)의 일단 쪽 외주면에 유입홀(30)이 형성될 수 있는데, 유입홀(30)은 배기관(10)의 일단 쪽 외주면의 두께 방향을 따라 관통된 구멍으로, 그 곳을 통해 이산화탄소(3)가 배기관(10) 내부로 유입된다. 이때, 배기관(10)의 일단은 배기관(10) 중 지중에 매설되는 부분을 의미한다.
- [0033] 이러한 유입홀(30)은 다수 개일 수 있고, 각각의 유입홀(30)은 배기관(10)의 내부를 중심으로 서로 다른 방향을 향하도록 천공될 수 있다. 토양(1)의 공극을 통해 서로 다른 방향으로 유동하는 이산화탄소(3)는 다수 개의 유입홀(30)을 통해 보다 효과적으로 배기관(10)으로 유입된다. 여기서, 유입홀(30)은 예를 들어, 4개일 수 있지만, 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니고, 적어도 2개 이상이면 족하다.
- [0034] 한편, 배기관(10)의 타단으로 지중의 이산화탄소(3)가 배출되므로, 배출되는 이산화탄소(3)의 농도를 측정하여 이산화탄소(3)의 누출을 감지할 수 있다. 이때, 이산화탄소 측정장비의 튜브를 연결할 수 있도록, 배기관(10)의 타단에 연결구(50)를 추가적으로 장착할 수 있다(도 3 참조). 또한, 배기관(10)의 일단이 매설된 깊이로부터 이산화탄소(3)가 누출되어 유동하는 토양(1)의 깊이를 파악할 수 있고, 지중의 이산화탄소(3)가 누출되는 경로를 파악할 수도 있다.
- [0035] 배기관(10)의 타단에는 밸브(20)가 배치된다. 밸브(20)는 이산화탄소(3)가 흐르는 배기관(10)의 통로를 개폐한다. 지중의 이산화탄소(3)를 측정하기 위해서는 배기관(10)의 통로를 개방하고, 측정이 완료된 후에는 배기관(10)의 통로를 폐쇄함으로써, 이산화탄소(3)가 대기 중으로 확산되는 것을 방지한다.
- [0036] 한편, 배기관(10)은 일체로서 "ㄱ"자 형태로 형성될 수 있지만, 또한 수직관(11), 수평관(13), 및 엘보(Elbow, 15)로 이루어질 수도 있다. 여기서, 수직관(11)은 지중에 매설되어 지면에 대해 수직으로 배치되는 중공관이고, 수평관(13)은 수직관(11)과 결합되어 지면에 대해 수평으로 배치되는 중공관이다. 이때, 수직관(11)과 수평관(13)은 엘보(15)에 의해 연결된다. 엘보(15)는 서로 다른 관을 접속시켜, 연결하는 관 이음쇠로서, 그 굴곡각도가 90° 이므로, 수직관(11)과 수평관(13)이 서로 직교하여, 배기관(10)이 "ㄱ"자 형태로 형성된다.
- [0037] 종합적으로, 본 발명에 따르면, "ㄱ"자형 배기관(10)의 일단을 소정의 깊이까지 지중에 매설하여, 배기관(10)을 통해, 지중에 저장된 이산화탄소(3)를 외부로 배출함으로써, 이산화탄소(3)의 누출을 신속하고 효과적으로 감지하고, 누출되는 이산화탄소(3)의 농도를 측정하여 정확하게 이산화탄소(3)의 누출을 측정할 수 있다. 나아가, 배기관(10)의 일단이 지중에 매설되어, 지중에서의 이산화탄소(3)를 측정하므로, 보다 정확하게 이산화탄소(3)의 누출을 감지하고, 지중 이산화탄소(3)의 증가가 환경, 토양, 생태 등에 미치는 영향을 통하여 위해성 평가 연구를 실행하고, 이산화탄소 포집 및 처리 사업의 안정성 평가에 활용가능한 자료를 취득할 수 있다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이다.
- [0039] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 수평관(13)은 엘보

(15)를 중심으로 회동하여, 수직관(11)과 이루는 각도가 변하도록 형성될 수 있다. 상술한 바와 같이, 배기관(10)은 "ㄱ"자형이므로, 수평관(13)과 수직관(11)이 이루는 각도는 90° 이지만, 본 실시예에서는 수평관(13)과 수직관(11) 사이의 각도가 가변적이다.

[0040] 이는, 수평관(13)이 접속되는 엘보(15) 부분과, 수직관(11)이 접속되는 엘보(15) 부분이 서로 힌지결합됨으로써 구현될 수 있다. 여기서, 수평관(13)이 힌지축(16)을 중심으로 회전하므로, 수평관(13)과 수직관(11) 사이의 각도를 임의적으로 선택할 수 있다.

[0041] 또한, 본 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 수직관(11)은 길이 조절이 가능하도록 형성될 수 있다. 구체적으로, 수직관(11)은 외부관체(17), 내부관체(18), 및 고정부(19)를 포함하는데, 외부관체(17)와 내부관체(18)는 수직관(11)을 이루는 중공관이되, 외부관체(17)의 내경이 내부관체(18)의 외경보다 더 크게 형성되어, 내부관체(18)가 외부관체(17) 내부로 삽입되는 구조로, 수직관(11)이 이루어진다. 이때, 외부관체(17) 내부로 삽입된 내부관체(18)는 고정부(19)에 의해 고정된다.

[0042] 여기서, 고정부(19)는 중심에 외부관체(17) 말단이 삽입되도록 형성된 링(ring) 형상으로, 고정부(19)의 내주연이 외부관체(17)의 외주연과 나사결합되면서, 외부관체(17)의 외주연을 가압하도록 형성된다. 이때, 고정부(19)가 외부관체(17)의 외주연을 압박하여, 외부관체(17)의 내주연이 내부관체(18)의 외주연에 밀착됨으로써, 내부관체(18)가 외부관체(17)에 고정된다. 다만, 고정부(19)가 반드시, 상술한 바대로 구성되어야 하는 것은 아니고, 삽입되는 내부관체(18)가 외부관체(17)에 고정될 수 있는 한, 모든 공지의 구조로 형성 가능하다.

[0043] 한편, 배기관(10)의 일단은 토양(1)에 쉽게 박히도록, 콘(cone) 형상으로 뾰족하게 형성될 수 있다. 배기관(10)이 수직관(11)과 수평관(13)으로 연결 형성된 경우에는, 지중에 매설되는 수직관(11)의 말단이 뾰족하게 형성된다.

[0044] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 사시도이다.

[0045] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치는 수직관(11)이 지면에 대해 기울어지지 않도록, 앵커부(40)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 앵커부(40)는 배기관(10), 즉 수평관(13) 또는 수직관(11)의 외주연으로부터 외측으로 연장되어, 그 말단이 지면에 박히도록 형성될 수 있다. 이때, 앵커부(40)는 예를 들어, 삼각대 형태로 배치되어, 배기관(10)을 지면에 고정하고, 배기관(10)을 지지함으로써, 바람이나 외부 충격으로부터 배기관(10)이 기울어지거나 뽑히는 것을 방지한다. 다만, 앵커부(40)가 반드시 삼각대 형태로 형성되어야 하는 것은 아니고, 배기관(10)의 외주연으로부터 연장되어, 배기관(10)을 고정할 수 있는 한 어떠한 구조로 형성되어도 무방하다.

[0046] 이하에서는 본 발명에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치의 이산화탄소 측정 효과를 실험을 통해 설명한다.

[0047] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치가 배치되는 지점을 도시한 평면도이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지중에서의 이산화탄소 농도 변화량을 나타내는 그래프이며, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 거리에 따른 지중에서의 이산화탄소 농도 분포를 나타내는 그래프이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지점별 지중에서의 이산화탄소의 수평적 분산을 나타내는 사진이며, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치로 감지한 지점별 시간에 따른 지중에서의 이산화탄소 농도 변화의 회귀분석 곡선이다.

[0048] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실험은 서로 다른 5개의 구역(zone) 내에서, 4방위에 따라 소정의 간격으로 이격된 지점에 본 발명에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치를 매설하고, 인위적으로 이산화탄소를 지중에 주입하여 그 이산화탄소를 측정하였다.

[0049] 도 6에서는 지중 60 cm에서의 이산화탄소 농도 변화량을 시간에 따라 각각의 지점에서 측정하였는데, 그 결과 시간이 경과 할수록 이산화탄소의 농도가 점점 높아졌다. 이는 인위적으로 주입되는 이산화탄소의 양이 많아지면서, 누출되는 양도 많아지기 때문일 것으로 사료된다.

[0050]

[0051] 도 7에서는 이산화탄소가 주입되는 지점으로부터의 거리에 따른 이산화탄소 농도를 측정하였다. 이때, 이산화탄소의 농도는 지중 60 cm에서 측정하였다. 그 결과, 이산화탄소가 주입되는 지점에서 가장 높은 농도를 보였고, 그 지점에서 먼 지점으로 갈수록 농도가 낮아지는 것을 확인했다. 따라서, 주변 지점에 비해 이산화탄소의 농도가 높은 지점이 이산화탄소가 누출되는 지점임을 알 수 있고, 이로부터 이산화탄소 누출 경로를 예측할 수

있다.

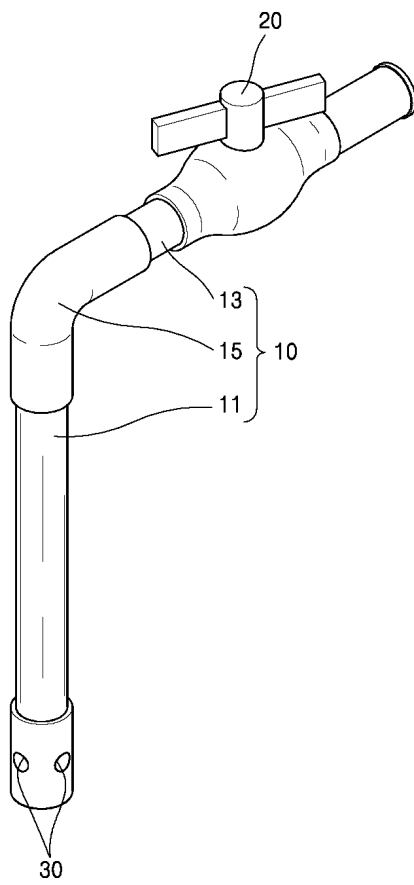
- [0052] 도 8에서는 구역별로 이산화탄소의 수평적 분산 형태를 측정하였는데, 도 7의 결과와 유사하게, 이산화탄소가 주입되는 주변을 중심으로, 멀어질수록 점점 농도가 낮다.
- [0053] 도 9에서는 구역별로 시간에 따라 이산화탄소의 농도 변화의 회귀를 분석하였는데, 상술한 결과와 일관되는 결과를 얻을 수 있었다.
- [0054] 따라서, 본 실험을 통해, 본 발명에 따른 토양의 이산화탄소 누출감지장치를 이용하여, 시공간적인 이산화탄소 농도 변화를 분석할 수 있음을 명확히 확인하였다.
- [0055] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.
- [0056] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

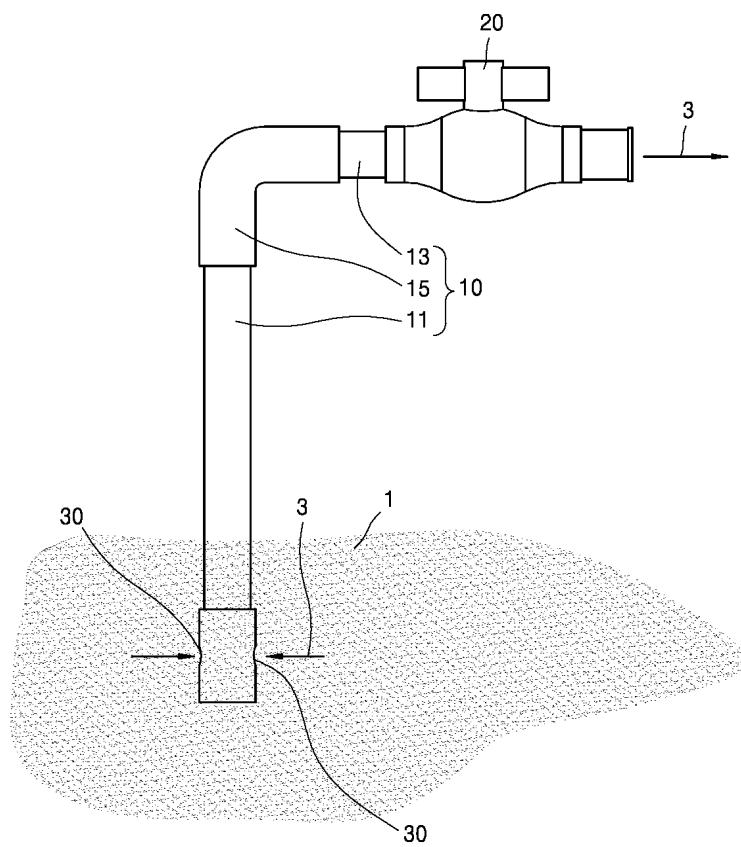
- [0057] 1: 토양 3: 이산화탄소
- 10: 배기관 11: 수직관
- 13: 수평관 15: 엘보
- 16: 힌지축 17: 외부관체
- 18: 내부관체 19: 고정부
- 20: 밸브 30: 유입홀
- 40: 앵커부 50: 연결구

도면

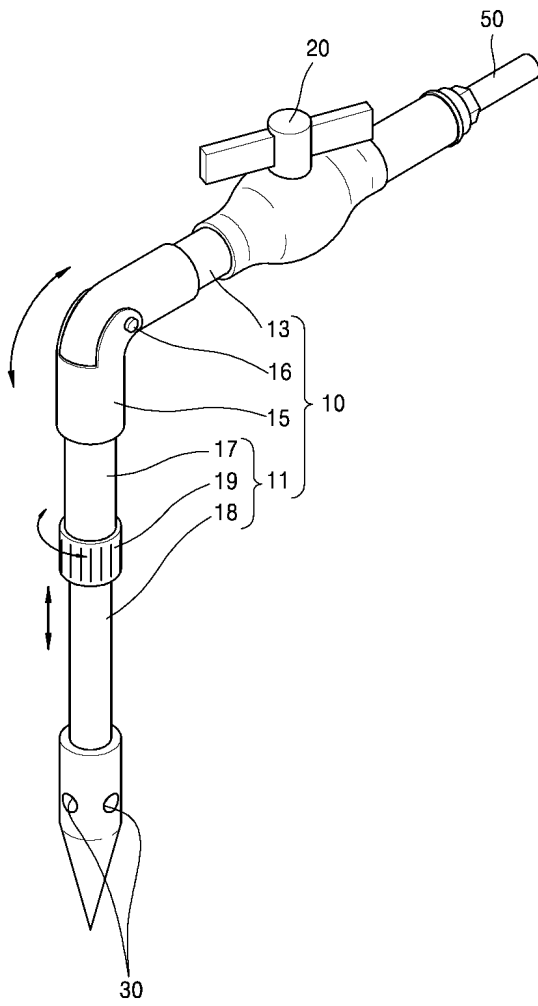
도면1



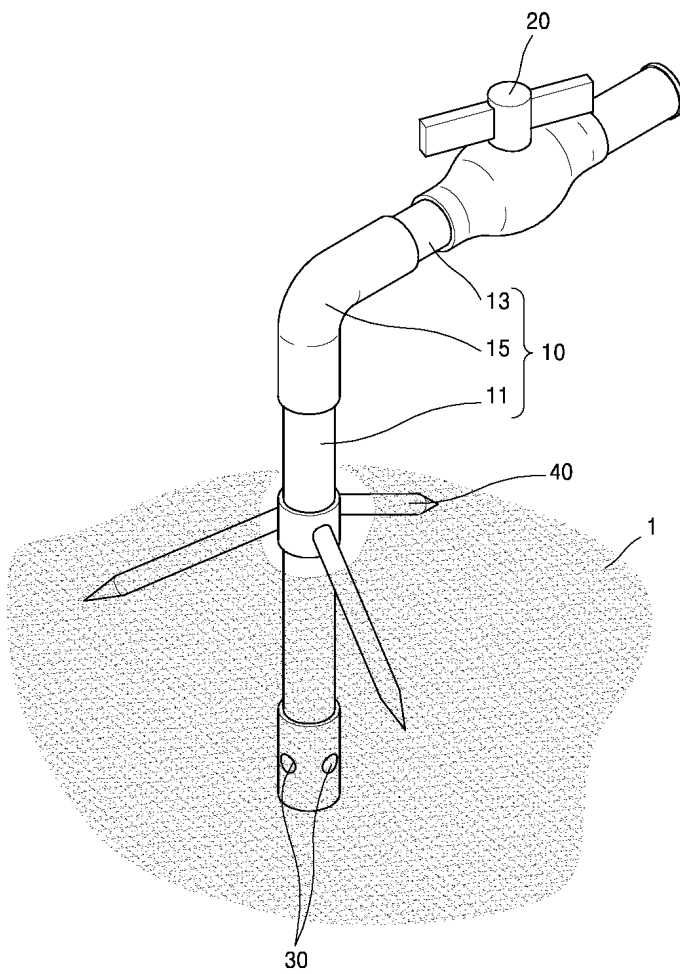
도면2



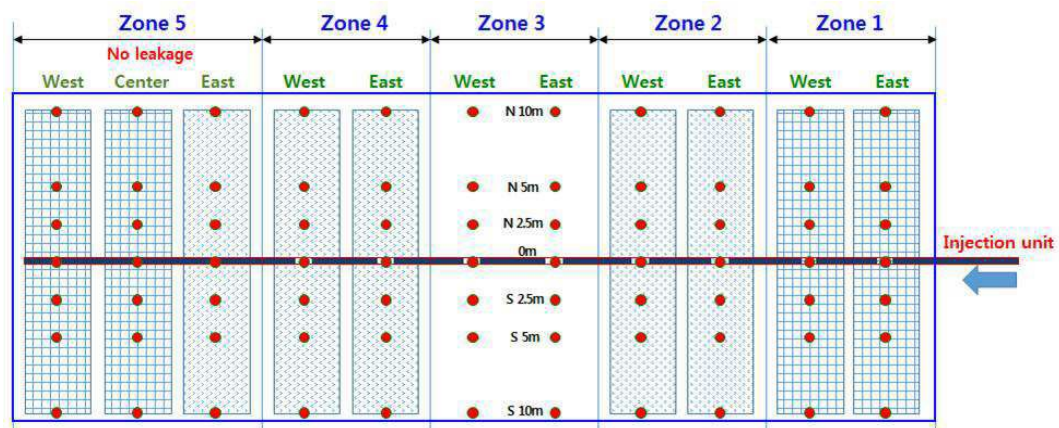
도면3



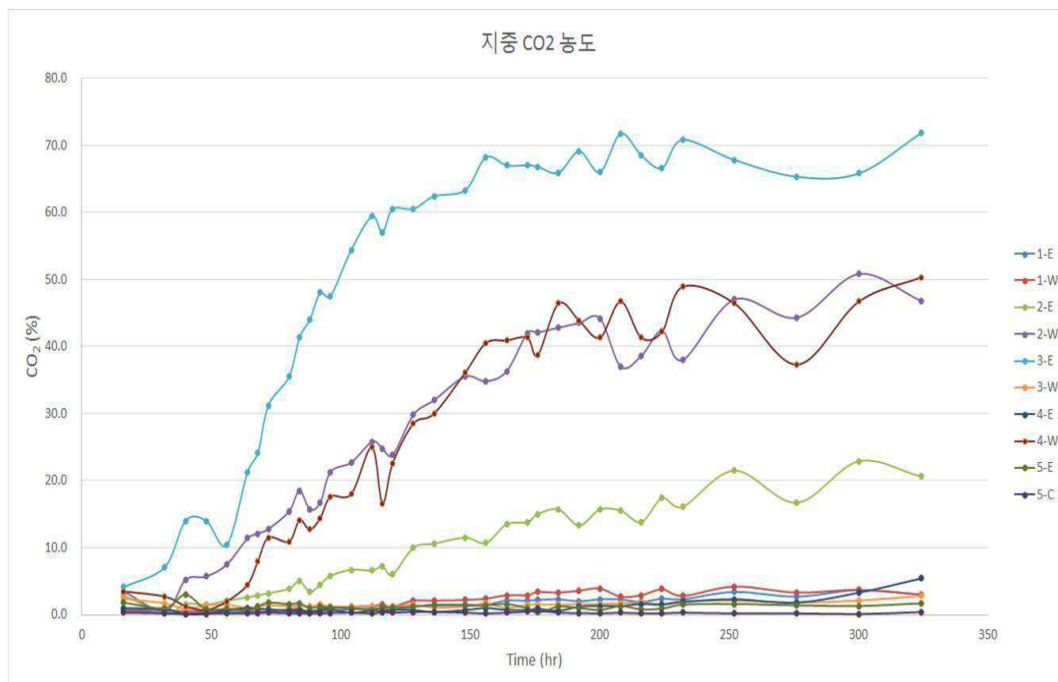
도면4



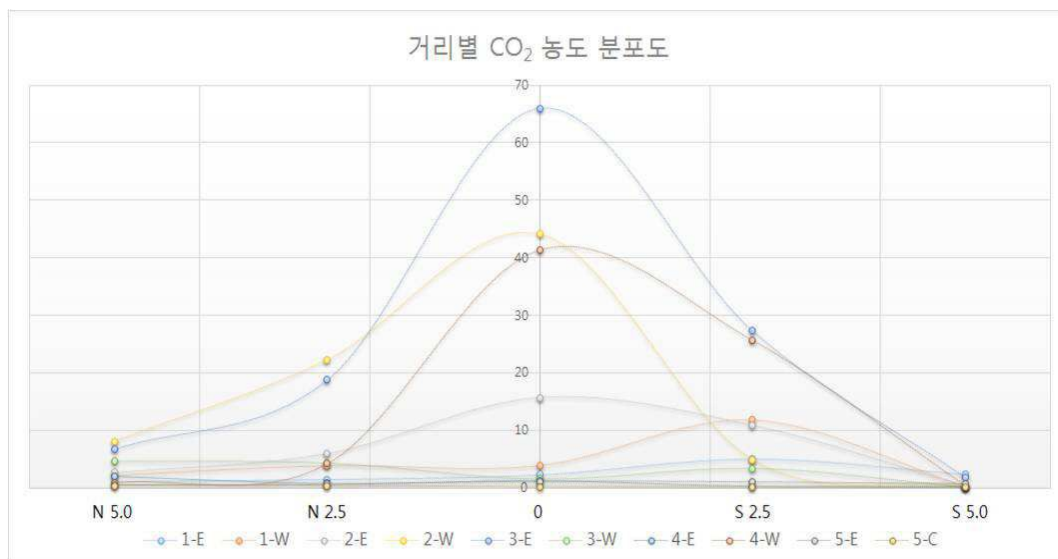
도면5



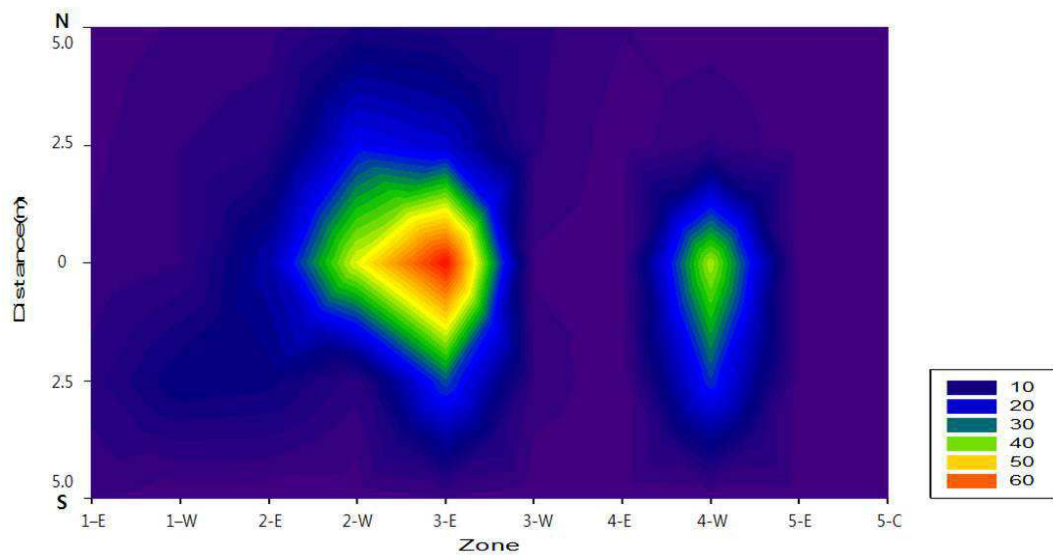
도면6



도면7



도면8



도면9

