



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월19일  
(11) 등록번호 10-1297098  
(24) 등록일자 2013년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B09C 1/08 (2006.01) C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0049582

(22) 출원일자 2011년05월25일

심사청구일자 2011년05월25일

(65) 공개번호 10-2012-0131426

(43) 공개일자 2012년12월05일

(56) 선행기술조사문헌

JP11128901 A\*

KR1020070014112 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)

(72) 발명자

최정희

경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 201동 607호 (반림동, 트리비아아파트)

하태현

경상남도 창원시 성산구 원이대로883번길 23, 101동 1103호 (가음동, 창원자이아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 8 항

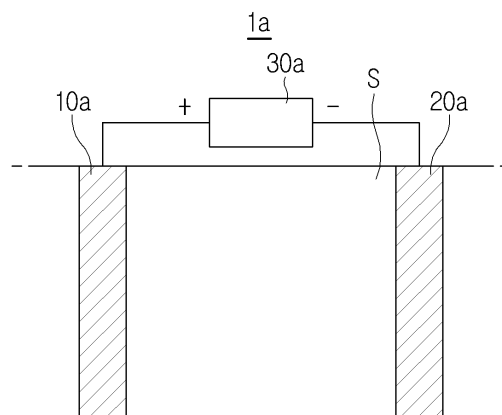
심사관 : 박수진

(54) 발명의 명칭 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템

(57) 요약

본 발명은 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 전기동력학을 이용하여 토양 내부의 오염 물질들을 정화하여 토양을 복원하는 것이 가능한 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 오염 토양에 삽입되며 내부에 구비되는 양극 및 상기 내부를 채우는 제1 충전 부재를 포함하는 제1 전극 모듈; 상기 제1 전극 모듈과 대향하도록 상기 오염 토양에 위치하고 내부에 구비되는 음극 및 상기 내부를 채우는 제2 충전 부재를 포함하는 제2 전극 모듈; 및 상기 제1 전극 모듈 및 상기 제2 전극 모듈에 직류 전원을 공급하는 전원 공급부를 포함하고, 상기 제1 충전 부재 및 상기 제2 충전 부재는 벤토나이트인 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면 내부에 양극을 포함하는 제1 전극 모듈 및 내부에 음극을 포함하는 제2 전극 모듈의 내부를 채우는 제1 충전 부재와 제2 충전 부재로써 벤토나이트를 사용하므로 토양 내부의 오염 물질 정화와 동시에 양극 주변의 전기삼투로 인한 수분 증발을 막아 토양의 온도 상승을 완화시킬 수 있는 효과를 갖는다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**이유진**

경상남도 함안군 칠원면 용산리 14-2

**배정효**

경상남도 김해시 장유면 장유로334번길 76, e 편한  
세상 102동 203호

**이현구**

경상남도 창원시 성주동 101 일신대동프리빌리지  
102동 1204호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

오염 토양에 삽입되며 내부에 구비되는 양극 및 상기 내부를 채우는 벤토나이트인 제1 충전 부재를 포함하는 제1 전극 모듈;

상기 제1 전극 모듈과 대향하도록 상기 오염 토양에 위치하고 내부에 구비되는 음극 및 상기 내부를 채우는 벤토나이트인 제2 충전 부재를 포함하는 제2 전극 모듈;

상기 제1 전극 모듈 및 상기 제2 전극 모듈에 전원을 공급하는 전원 공급부;

상부면이 상기 제2 전극 모듈 하부면에 대하여 하방으로 이격되어 위치하며, 전기삼투에 의해 상기 음극 측으로 유입되는 수분이 배출되는 수분 배출부;

상기 수분 배출부와 연결되고 상기 수분 배출부로 배출되는 수분이 저장되며 내부의 일 지점에 결합되어 상기 저장된 수분의 미리 결정된 최대 수위를 감지하는 제1 수위 센서와 상기 제1 수위 센서의 하방에 위치한 상기 내부의 타 지점에 결합되며 상기 저장된 수분의 미리 결정된 최소 수위를 감지하는 제2 센서를 포함하는 수분 저장부;

상기 수분 저장부와 연결되고 상기 오염 토양 외부에 위치하여 상기 수분 저장부에 저장된 수분을 상기 오염 토양 외부로 배출하는 펌프; 및

상기 오염 토양 외부에 위치하며 상기 제1 수위 센서와 상기 제2 수위 센서로부터 전송되는 수위 감지 정보에 따라 상기 펌프의 동작을 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 수분 저장부에 저장된 수분이 상기 최대 수위인 경우 상기 제1 수위 센서로부터 전송되는 수위 감지 정보에 따라 상기 펌프를 동작시켜 상기 수분 저장부에 저장된 수분이 상기 오염 토양 외부로 배출되도록 하고, 상기 수분 저장부에 저장된 수분이 상기 최소 수위인 경우 상기 제2 수위 센서로부터 전송되는 수위 감지 정보에 따라 상기 펌프의 동작을 정지시키는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1 전극 모듈은 상기 양극 및 상기 제1 충전 부재를 감싸는 형태로 구비되며 상기 양극 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 투과되는 제1 투과 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제2 전극 모듈은 상기 음극 및 상기 제2 충전 부재를 감싸는 형태로 구비되며 상기 음극 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 투과되는 제2 투과 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

### 청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제1 투과 부재 및 상기 제2 투과 부재는 다공성 절연체인 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 수분 배출부는 유공관인 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

## 청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제1 전극 모듈 또는 상기 제2 전극 모듈의 상부와 연결되어 상기 양극 또는 상기 음극의 하방으로 미리 결정된 주기에 따라 수분을 공급하여 전기삼투에 의해 상기 음극 측으로 유입되는 수분이 상기 수분 배출부 측으로 배출되도록 하는 수분 공급부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

## 청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 양극 및 상기 음극은 봉, 메쉬, 또는 판 형태로 구비되는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

## 청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 전원 공급부는 상기 제1 전극 모듈 및 상기 제2 전극 모듈에 직류, 펄스, 또는 상기 직류 및 상기 펄스가 혼합된 형태의 전원을 공급하는 것을 특징으로 하는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 전기동력학을 이용하여 토양 내부의 오염 물질들을 정화하여 토양을 복원하는 것이 가능한 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 전기동력학(electrokinetics)이란 토양에 매설된 양극과 음극 간에 직류 전류를 가함으로써 발생하는 전기삼투(electroosmosis), 전기영동(electrophoresis), 및 이온이동(ionic migration) 등의 물리화학적 현상을 이용하는 기술을 의미한다.

[0003] 전기동력학에 기반하여 토양에 매설된 양극과 음극 사이에 직류 전류를 가하게 되면 양극과 음극에서는 각각 전해반응(electrolysis)이 발생하며, 전해반응에 따라 생성되는  $H^+$ 와  $OH^-$ 는 두 전극 사이에 생성되는 전위 구배(potential gradient)를 구동력으로 하여  $H^+$ 는 음극으로,  $OH^-$ 는 양극으로 이동하게 된다.

[0004] 이때,  $H^+$ 의 이동도(mobility)가  $OH^-$ 에 비해서 크므로 산 전선(acid front)의 영역 확장이 염기 전선(base front)의 영역 확장보다 빠르게 이루어져 토양이 산성화되는 영역이 넓어지게 되고, 토양 입자 표면에 흡착된 중금속이 용출되어 이온의 형태로 공극수 내부에 존재하고 있으므로 전장(electric field)의 영향에 의해 중금속을 쉽게 음극으로 이동시킬 수 있다.

[0005] 또한, 음극 주변으로 이동하는 중금속은 음극 표면에 석출되거나 또는 주변의  $OH^-$  기와 결합하여 수산화물로 석출되므로 음극 전극을 제거하거나 또는 음극 근처의 토양만을 굴착하는 방식으로 중금속을 용이하게 제거할 수

있으며, 기존의 오염 물질 제거 방법인 굴착처리와 비교시에 매우 경제적인 장점을 갖는다.

- [0006] 따라서, 전기동력학을 이용하여 토양 정화를 실시하는 경우 토양에 포함되어 있는 중금속, 방사능물질, 및 유기 물질 등과 같은 오염 물질들을 개별적으로 제거할 수 있고, 이들이 혼합된 오염토양에서도 효율적으로 활용될 수 있으며, 시설재배지 또는 간척지 등에 많이 집적되어 있는 염류 및 오염된 콜로이드의 효과적인 제거 또한 가능하다.
- [0007] 이와 같이, 전기동력학을 이용한 토양 정화 기술은 입자가 큰 토양보다는 세립질 토양에 적용하는 경우 효율적이고, 다양한 종류의 오염 물질에 적용할 수 있으며, 현장 내에서의 오염 물질에 대한 손쉬운 처리에 따라 경제성이 담보되는 등의 장점을 갖는다.
- [0008] 그러나, 종래의 전기동력학을 이용한 토양 정화 기술의 경우 양극과 음극에 직류 전류 인가시 산 전전의 영역 확대에 의해 토양의 산성화가 발생하며, 토양 정화 과정에서 생성되는 침전물로 인한 토양 정화 효율이 감소되는 문제점이 있었다.
- [0009] 또한, 토양 내부에 포함되어 있는 다양한 물질 중 제거 대상인 오염 물질과 비제거 대상인 비오염 물질 간의 제거 대상의 농도 차이에 따라 토양 정화 효율이 감소되고, 전기동력학을 이용한 토양 내의 오염 물질 제거 과정에서 토양의 온도 상승이 발생하는 문제점이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 안출된 것으로 토양의 산성화와 침전물 생성을 억제함과 동시에 토양 온도 상승을 완화시킬 수 있는 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 토양 정화 시 소모되는 전력을 감소시키고 동일 전력 대비 오염 물질 제거 효율을 증대시킴과 동시에 토양 정화 후 후처리가 용이한 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템은 오염 토양에 삽입되며 내부에 구비되는 양극 및 상기 내부를 채우는 제1 충전 부재를 포함하는 제1 전극 모듈; 상기 제1 전극 모듈과 대향하도록 상기 오염 토양에 위치하고 내부에 구비되는 음극 및 상기 내부를 채우는 제2 충전 부재를 포함하는 제2 전극 모듈; 및 상기 제1 전극 모듈 및 상기 제2 전극 모듈에 직류 전원을 공급하는 전원 공급부를 포함하고, 상기 제1 충전 부재 및 상기 제2 충전 부재는 벤토나이트인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 제1 전극 모듈은 상기 양극 및 상기 제1 충전 부재를 감싸는 형태로 구비되며 상기 양극 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 투과되는 제1 투과 부재를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제2 전극 모듈은 상기 음극 및 상기 제2 충전 부재를 감싸는 형태로 구비되며 상기 음극 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 투과되는 제2 투과 부재를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 투과 부재 및 상기 제2 투과 부재는 다공성 절연재질일 수 있다.
- [0016] 또한, 상부면이 상기 제2 전극 모듈 하부면에 대하여 하방으로 이격되어 위치하며, 전기삼투에 의해 상기 음극 측으로 유입되는 수분이 배출되는 수분 배출부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 수분 배출부와 연결되어 상기 수분 배출부로 배출되는 수분이 저장되는 수분 저장부, 및 상기 수분 저장부와 연결되고 상기 오염 토양 외부에 위치하여 상기 수분 저장부에 저장된 수분을 상기 오염 토양 외부로 배출하는 펌프를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 수분 저장부는 내부의 일 지점에 결합되는 제1 수위 센서와 상기 제1 수위 센서의 하방에 위치한 상기 내부의 타 지점에 결합되는 제2 수위 센서를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 수분 배출부는 유공관일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제1 전극 모듈 또는 상기 제2 전극 모듈의 상부와 연결되어 상기 양극 또는 상기 음극의 하방으로 미리 결정된 주기에 따라 수분을 공급하여 전기삼투에 의해 상기 음극 측으로 유입되는 수분이 상기 수분 배출부 측으로 배출되도록 하는 수분 공급부를 더 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 양극 및 상기 음극은 봉, 메쉬, 또는 판 형태로 구비될 수 있다.

[0022] 또한, 상기 전원 공급부는 상기 제1 전극 모듈 및 상기 제2 전극 모듈에 직류, 펄스, 또는 상기 직류 및 상기 펄스가 혼합된 형태의 전원을 공급할 수 있다.

### 발명의 효과

[0023] 본 발명에 의하면 내부에 양극을 포함하는 제1 전극 모듈 및 내부에 음극을 포함하는 제2 전극 모듈의 내부를 채우는 제1 충전 부재와 제2 충전 부재로써 벤토나이트를 사용하므로 토양 내부의 오염 물질 정화와 동시에 양극 주변의 전기삼투로 인한 수분 증발을 막아 토양의 온도 상승을 완화시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0024] 또한, 제1 충전 부재 및 제2 충전 부재인 벤토나이트의 pH 완충 능력에 의해 양극 주변 토양의 산성화를 억제하여 작물 성장 저해를 방지하고 음극 주변에서의 침전물 생성을 억제할 수 있는 효과를 갖는다.

[0025] 또한, 기존에 하우스징으로 사용되는 PVC 등의 소재에 비해 토양과 양극 및 음극 간의 저항을 낮출 수 있어 전력 소모가 감소되고 동일 전력 소모 대비 오염 물질 제거 효율이 증대되는 효과를 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 측면도,

도 2는 도 1의 제1 전극 모듈과 제2 전극 모듈에 대한 상세도,

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 평면도, 및

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 측면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

[0028] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 측면도, 도 2는 도 1의 제1 전극 모듈과 제2 전극 모듈에 대한 상세도이다.

[0029] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1a)은 제1 전극 모듈(10a), 제2 전극 모듈(20a), 및 전원 공급부(30)를 포함한다.

[0030] 제1 전극 모듈(10a)은 오염 토양(S)에 삽입되며 양극(12a), 제1 충전 부재(14a), 및 제1 투과 부재(16a)를 포함한다.

[0031] 이때, 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이 제1 전극 모듈(10a)의 내부에 양극(12a)이 구비되고, 제1 전극 모듈(10a)의 내부를 제1 충전 부재(14a)가 채우며, 제1 투과 부재(16a)는 양극(12a)과 제1 충전 부재(14a)를 감싸는 형태로 구비되어 일종의 하우스징(housing) 역할을 할 수 있다.

[0032] 또한, 양극(12a)은 봉, 메쉬, 띠, 또는 판 형태일 수 있고, 제1 충전 부재(14a)는 벤토나이트일 수 있으며, 제1 투과 부재(16a)는 양극(12a) 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 원활하게 투과할 수 있도록 다공성 절연재질을 갖는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 천의 일종인 광목포일 수 있다.

[0033] 제2 전극 모듈(20a)은 오염 토양(S)에 삽입된 제1 전극 모듈(10a)과 대향하도록 오염 토양(S)에 위치하고 음극(22a), 제2 충전 부재(24a), 및 제2 투과 부재(26a)를 포함한다.

[0034] 이때, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 제2 전극 모듈(20a)의 내부에 음극(22a)이 구비되고, 제2 전극 모듈(20a)의 내부를 제2 충전 부재(24a)가 채우며, 제2 투과 부재(26a)는 음극(22a)과 제2 충전 부재(24a)를 감싸는 형태로 구비되어 일종의 하우스징 역할을 할 수 있다.

[0035] 또한, 음극(22a)은 봉 형태 또는 판 형태일 수 있고, 제2 충전 부재(24a)는 벤토나이트일 수 있으며, 제2 투과

부재(26a)는 음극(22a) 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 원활하게 투과할 수 있도록 다공성 절연재질을 갖는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 천의 일종인 광목포일 수 있다.

[0036] 전원 공급부(30a)는 제1 전극 모듈(10a) 및 제2 전극 모듈(20a)과 전기적으로 연결되며 오염 토양을 정화할 수 있도록 제1 전극 모듈(10a)과 제2 전극 모듈(20a)에 직류, 펄스, 또는 직류 및 펄스가 혼합된 형태의 전원을 공급한다.

[0037] 여기에서, 벤토나이트(bentonite)란 화산의 폭발로 발생한 화산재가 상승 기류에 운반되어 바다에 떨어진 후 해저의 염수작용으로 점토질 광물로 변성된 후 오랫동안 침식과 풍화 작용을 거쳐 생성되며 운모와 같은 결정구조를 하는 단사정계에 속하는 광물인 몬모릴로나이트(montmorillonite)로 이루어지는 물질을 의미한다.

[0038] 벤토나이트의 경우 건조시와 습윤시에 있어 관상 결정층 간격이 3배 이상 팽윤하며, 물과 반응시 무게의 5배 또는 체적의 13~16배까지 팽윤하여 틱스트로픽(thixotropic)한 겔(gel) 상태의 물질로 변화하는 특징을 가지며, 산업분야, 토목분야, 건축분야, 농업분야, 식품분야, 및 생활용품 분야와 같은 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0039] 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1a)은 제1 전극 모듈(10a)의 내부를 채우며 제1 투과 부재(16a)를 통과한 후 양극(12a) 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 통과하는 1 충전 부재(14a)와 제2 전극 모듈(20a)의 내부를 채우며 제2 투과 부재(26a)를 통과한 후 음극(22a) 측으로 유입되는 수분 또는 오염 물질이 통과하는 제2 충전 부재(24a)를 벤토나이트로 구성함으로써 양극(12a) 주변의 전기삼투로 인한 수분 증발을 막아 토양의 온도 상승을 방지할 수 있다.

[0040] 또한, 벤토나이트의 pH 완충능력에 의해 토양의 산성화 또는 알칼리화를 막아 양극(12a) 주변 토양의 산성화를 억제할 수 있고 음극(22a) 주변의 침전물 생성을 억제할 수 있으며, 벤토나이트의 양이온 치환 능력에 의해 중금속 등의 오염물질이 치환되어 제거될 수 있으므로 오염 토양을 정화한 후 제1 충전 부재(14a) 또는 제2 충전 부재(24a)를 제거하는 방식으로 손쉽게 후처리 과정이 이루어질 수 있다.

[0041] 또한, 양극(12a)과 제1 충전 부재(14a)를 감싸는 형태로 구비되어 하우징 역할을 하는 제1 투과 부재(16a)와 음극(22a)과 제2 충전 부재(24a)를 감싸는 형태로 구비되어 하우징 역할을 하는 제2 투과 부재(26a)를 다공성 재질을 갖는 천의 일종인 광목포로 구성함으로써 기존에 하우징 목적으로 사용되었던 PVC와 비교시에 토양과 전극 간의 저항을 낮출 수 있어 오염 토양 정화 시 사용되는 전력의 소모를 줄일 수 있고, 동일 전력 소모 대비 오염 물질 제거 효율이 증대될 수 있다.

[0042] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 평면도, 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템의 측면도이다.

[0043] 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1b)은 오염 토양(S) 내에 설치되는 다수의 제1 전극 모듈(10b)과 제2 전극 모듈(20b), 다수의 제1 전극 모듈(10b) 및 제2 전극 모듈(20b)과 전기적으로 연결되어 다수의 제1 전극 모듈(10b) 및 제2 전극 모듈(20b)에 직류, 펄스, 또는 직류 및 펄스가 혼합된 형태의 전원을 공급하는 전원 공급부(30b), 수분 배출부(40b), 수분 저장부(50b), 제어부(60b), 펌프(70b), 및 수분 공급부(80b)를 포함한다.

[0044] 이때, 제1 전극 모듈(10b), 제2 전극 모듈(20b), 및 전원 공급부(30b)의 경우 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1a)의 제1 전극 모듈(10a), 제2 전극 모듈(20a), 및 전원 공급부(30a)와 동일한 구조를 가지므로 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0045] 수분 배출부(40b)는 상부면이 제2 전극 모듈(20b) 하부면에 대하여 하방으로 이격되어 위치하며, 전기삼투에 의해 제2 전극 모듈(20b)의 음극 측으로 유입되는 수분이 수분 배출부(40b)로 배출된다.

[0046] 이때, 도 4에는 도시되지 않았지만 제2 전극 모듈(20b) 하부면과 수분 배출부(40b) 상부면 사이에 자갈 등을 매설하여 제2 전극 모듈(20b)의 음극 측으로 유입되는 수분이 수분 배출부(40b)로 용이하게 배출되도록 할 수 있다.

[0047] 또한, 수분 배출부(40b)는 외주면에 다수의 구멍이 형성되는 유공관일 수 있다.

[0048] 수분 저장부(50b)는 수분 배출부(40b)와 연결되어 제2 전극 모듈(20b)의 음극 측으로 유입된 후 수분 배출부(40b)로 배출되는 수분이 저장될 수 있다.

[0049] 이때, 수분 저장부(50b)는 내부의 일 지점에 결합되는 제1 수위 센서(52b)와 제1 수위 센서(52b)의 하방에 위치한 상기 내부의 타 지점에 결합되는 제2 수위 센서(54b)를 포함할 수 있다.



- [0050] 또한, 제1 수위 센서(42b)는 제2 전극 모듈(20b)과 수분 배출부(40b)를 통하여 수분 저장부(50b) 내부에 저장된 후 상기 내부에서 소정 높이의 수위를 형성하는 수분의 최고 수위를 감지할 수 있고, 제1 수위 센서(42b)의 하방에 위치한 제2 수위 센서(54b)는 상기 소정 높이의 수위를 형성하는 수분의 최저 수위를 감지할 수 있다.
- [0051] 펌프(70b)는 수분 저장부(50b)와 연결되고, 오염 토양(S) 외부에 위치하며 제1 수위 센서(42b)와 제2 수위 센서(44b)로부터 전송되는 수위 감지 정보를 수신받는 제어부(60b)의 제어에 의해 동작하여 수분 저장부(50b)에 저장된 수분을 오염 토양(S) 외부로 배출한다.
- [0052] 일 예로, 상기 소정 높이의 수위가 최고 수위에 도달한 경우 제어부(60b)의 제어에 의해 펌프(70b)가 동작하여 수분 저장부(50b)에 저장된 수분을 오염 토양(S) 외부로 배출할 수 있고, 상기 수위가 최저 수위 미만인 경우 제어부(60b)의 제어에 의해 펌프(70b)의 동작이 종료될 수 있다.
- [0053] 수분 공급부(80b)는 제1 전극 모듈(10b) 또는 제2 전극 모듈(20b)의 상부와 연결되어 제1 전극 모듈(10b)의 양극 또는 제2 전극 모듈(20b)의 음극 하방으로 미리 결정된 주기에 따라 수분을 공급하며, 수분 공급부(80b)의 수분 공급에 따라 전기삼투에 의해 제2 전극 모듈(20b)의 음극 측으로 유입되는 수분이 원활하게 수분 배출부(40b) 측으로 배출될 수 있다.
- [0054] 이때, 도 4에서는 편의상 수분 공급부(80b)가 제2 전극 모듈(20b)의 상부에 연결된 경우만을 도시하였으나 수분 공급부(80b)와 제1 전극 모듈(10b) 및 제2 전극 모듈(20b)의 연결 형태는 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1b)의 경우 전기삼투 현상에 의해 음극이 포함된 제2 전극 모듈(20b) 측으로 이동하는 공극수를 수분 배출부(40b) 측으로 유도하여 수분 저장부(50b)에 저장한 후 펌프(70b)의 동작에 의해 오염 토양(S) 외부로 배출하기 위한 구성으로써, 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템(1b)의 경우 작물 재배지에 적용되어 토양 내의 오염 물질을 제거할 수 있고, 토양의 온도 상승과 토양의 산성화를 막아 작물의 성장 저해를 방지할 수 있으며, 작물이 성장하는 동안 염류 이온을 토양 외부로 용이하게 제거할 수 있다.
- [0056] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경, 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면들에 의해서 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

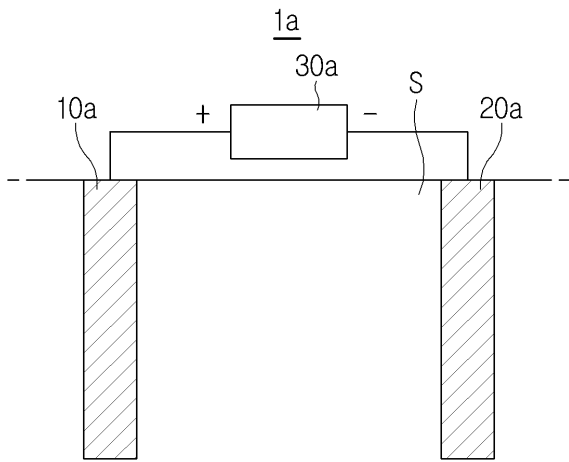
## 부호의 설명

- [0057] (1a, 1b) : 전기동력학을 이용한 토양 정화 시스템
- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| (10a, 10b) : 제1 전극 모듈 | (12a) : 양극       |
| (14a) : 제1 충전 부재      | (16a) : 제1 투과 부재 |
| (20a, 20b) : 제2 전극 모듈 | (22a) : 음극       |
| (24a) : 제2 충전 부재      | (26a) : 제2 투과 부재 |
| (30a, 30b) : 전원 공급부   | (40b) : 수분 배출부   |
| (50b) : 수분 저장부        | (52b) : 제1 수위 센서 |
| (54b) : 제2 수위 센서      | (60b) : 제어부      |
| (70b) : 펌프            | (80b) : 수분 공급부   |

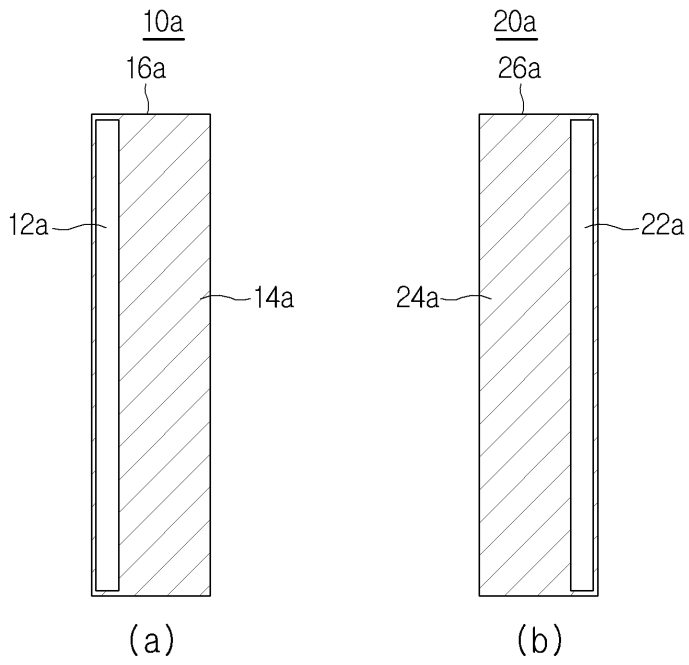


도면

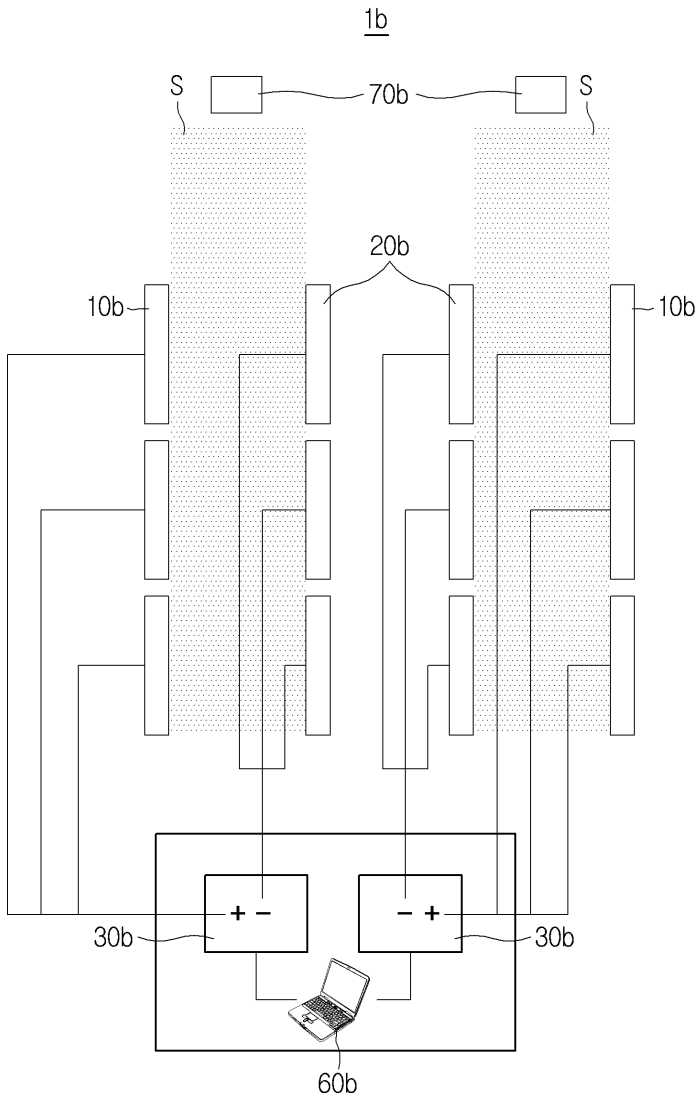
도면1



도면2



도면3



도면4

