



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년03월24일  
 (11) 등록번호 10-1378395  
 (24) 등록일자 2014년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B09C 1/00 (2006.01) B09C 1/08 (2006.01)  
 B01D 61/42 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0135131  
 (22) 출원일자 2012년11월27일  
 심사청구일자 2012년11월27일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020070014112 A  
 KR1020090054089 A  
 KR1020060009978 A  
 JP2001340841 A

(73) 특허권자  
**한국전기연구원**  
 경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)  
 (72) 발명자  
**이유진**  
 경상남도 창원시 진해구 석동로 60 벚꽃그린주공아파트303동 202호  
**최정희**  
 경남 창원시 성산구 원이대로 495, 210동 607호 (반림동, 트리비아아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인명문**

전체 청구항 수 : 총 15 항

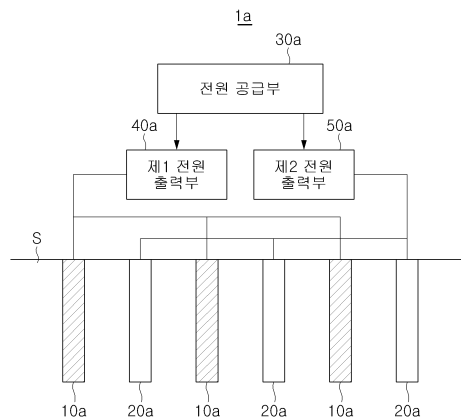
심사관 : 이강욱

(54) 발명의 명칭 **전기동력학적 토양 정화 시스템**

**(57) 요약**

본 발명은 전기동력학적 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 오염된 토양에 대한 정화 효율을 증가시키고 토양 정화를 위해 사용되는 전극의 수명을 증가시켜 토양 정화 시스템의 효율성 및 경제성을 담보할 수 있는 전기동력학적 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되는 제1 양극부; 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 각각이 상기 제1 양극부 인접 배치되는 제2 양극부; 상기 복수 개의 제1 양극부 및 제2 양극부의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부 측으로 출력하는 제1 전원 출력부; 및 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부 측으로 출력하는 제2 전원 출력부를 포함하고, 상기 제1 양극부는 가용성 금속 소재로 형성되고 상기 제2 양극부는 불용성 금속 소재로 형성되며, 상기 전원 공급부는 미리 결정된 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하거나 또는 상기 오염 토양의 상태에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 한다.

**대표도 - 도3**



(72) 발명자

**김두현**

경남 창원시 성산구 원이대로 449, 123동 1704호  
(반림동, 노블파크아파트)

**김성철**

경남 김해시 율하3로 76, 810동 902호 (율하동, 신  
리마을중앙하이츠8단지)

**심성주**

경남 진주시 남강로1413번길 23-5, (하대동)

**이현구**

경상남도 창원시 성산구 대암로 253 일신대동프리  
빌리지아파트 102-1204

**하대현**

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	12-12-N0201-06
부처명	지식경제부
연구사업명	일반연구사업
연구과제명	전기이용 염류오염 토양재생 시범사업
기 여 율	1/1
주관기관	한국전기연구원
연구기간	2008.01.01 ~ 2012.12.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되는 제1 양극부;  
 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 각각이 상기 제1 양극부 각각과 인접 배치되는 제2 양극부;  
 상기 복수 개의 제1 양극부 및 제2 양극부의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원 공급부;  
 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부 측으로 출력하는 제1 전원 출력부; 및  
 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부 측으로 출력하는 제2 전원 출력부를 포함하고,  
 상기 제1 양극부는 가용성 금속 소재로 형성되고 상기 제2 양극부는 불용성 금속 소재로 형성되며,  
 상기 전원 공급부는 미리 결정된 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하거나 또는 상기 오염 토양의 상태에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,  
 상기 제1 양극부는 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,  
 상기 제2 양극부는 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물이 코팅된 티타늄, 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 4**

제 1항에 있어서,  
 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부 사이에 구비되는 절연 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 5**

제 1항에 있어서,  
 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 음극부를 더 포함하고, 상기 제1 전원 출력부와 상기 제2 전원 출력부는 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 제1 양극부와 상기 제2 양극부에 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 6**

제 5항에 있어서,  
 상기 각각의 제1 양극부 및 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이 및 상기 각각의 제2 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 상기 오염 토양에 대한 상태 감지 정보를 생성하는 상태 감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 7**

제 5항에 있어서,

상기 상태 감지 정보는 상기 오염 토양의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도(pH)에 대한 정보인 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 8**

제 5항에 있어서,

상기 전원 공급부는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 9**

오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되는 제1 양극부;

상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 각각이 상기 제1 양극부 각각의 하부면과 인접 배치되는 제2 양극부;

상기 각각의 제1 양극부 및 상기 각각의 제2 양극부 사이에 각각 결합되는 절연 부재;

상기 복수 개의 제1 양극부 및 제2 양극부의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원 공급부;

상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부 측으로 출력하는 제1 전원 출력부; 및

상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부 측으로 출력하는 제2 전원 출력부를 포함하고,

상기 제1 양극부는 가용성 금속 소재로 형성되고 상기 제2 양극부는 불용성 금속 소재로 형성되며,

상기 전원 공급부는 미리 결정된 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하거나 또는 상기 오염 토양의 상태에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 10**

제 9항에 있어서,

상기 제1 양극부는 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 11**

제 9항에 있어서,

상기 제2 양극부는 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물이 코팅된 티타늄, 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 12**

제 9항에 있어서,

상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 음극부를 더 포함하고, 상기 제1 전원 출력부와 상기 제2 전원 출력부는 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 제1 양극부와 상기 제2 양극부에 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 13**

제 12항에 있어서,

상기 각각의 제1 양극부와 상기 각각의 제1 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이 및 상기 각각의

제2 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 상기 오염 토양에 대한 상태 감지 정보를 생성하는 상태 감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 14**

제 13항에 있어서,

상기 상태 감지 정보는 상기 오염 토양의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도(pH)에 대한 정보인 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**청구항 15**

제 13항에 있어서,

상기 전원 공급부는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 하는 전기동력학적 토양 정화 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 전기동력학적 토양 정화 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 오염된 토양에 대한 정화 효율을 증가시키고 토양 정화를 위해 사용되는 전극의 수명을 증가시켜 토양 정화 시스템의 효율성 및 경제성을 담보할 수 있는 전기동력학적 토양 정화 시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

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

[0003] 도 1은 일반적인 전기동력학적 토양 정화 시스템의 개념도 이다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이 전기동력학에 기반하여 토양에 매설된 양극(Anode)과 음극(Cathode) 사이에 직류 전류를 가하게 되면 양극과 음극에서는 각각 전해반응(electrolysis)이 발생하며, 전해반응에 따라 생성되는 H<sup>+</sup>와 OH<sup>-</sup>는 두 전극 사이에 생성되는 전위 구배(potential gradient)를 구동력으로 하여 H<sup>+</sup>는 음극으로, OH<sup>-</sup>는 양극으로 이동하게 된다.

[0005] 이때, H<sup>+</sup>의 이동도(mobility)가 OH<sup>-</sup>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 중금속, 염류 등의 양이온을 쉽게 음극으로 이동시킬 수 있다.

[0006] 또한, 음극 주변으로 이동하는 중금속, 염류 등의 양이온은 음극 표면에 도금되거나 또는 주변의 OH<sup>-</sup> 기와 결합하여 수산화물로 석출되므로 음극 전극을 제거하거나 또는 음극 근처의 토양만을 굴착하는 방식으로 중금속, 염류 등의 양이온과 이의 결합물을 용이하게 제거할 수 있으며, 기존의 오염 물질 제거 방법인 굴착처리와 비교시에 매우 경제적인 장점을 갖는다.

[0007] 따라서, 전기동력학을 이용하여 토양 정화를 실시하는 경우 토양에 포함되어 있는 중금속, 염류, 방사능물질, 및 유기물질 등과 같은 오염 물질들을 개별적으로 제거할 수 있고, 이들이 혼합된 오염토양에서도 효율적으로 활용될 수 있으며, 시설 재배지 또는 간척지 등에 많이 집적되어 있는 염류 및 오염된 콜로이드의 효과적인 제거 또한 가능하다.

[0008] 이와 같이, 전기동력학을 이용한 토양 정화 기술은 토양의 종류와 무관하게 적용 가능하고, 다양한 종류의 오염 물질에 적용할 수 있으며, 현장 내에서의 오염 물질에 대한 손쉬운 처리에 따라 경제성이 담보되는 등의 장점을 갖는다.

[0009] 또한, 상기와 같은 전기동력학을 이용한 토양 정화 기술의 경우 양극으로써 가용성을 갖는 가용성 양극 또는 불용성을 갖는 불용성 양극을 사용하게 되는데, 불용성 양극을 사용하는 경우 가용성 양극에 비해 가격이 고가이며 불용성 양극에서의 전기분해에 따라 발생하는 수소이온에 의해 토양의 산성화가 진행되어 양극과 음극 사이에 급격한 pH 경사를 형성하게 되며, 이에 따라 전기삼투 흐름 속도가 감소되므로 오염 토양에 대한 정화 효율이 감소되고 염류 오염 토양에서 높은 농도로 발견되는 황산염의 제거가 어려워지므로 작물이 재배되고 있는 토양의 경우 작물 생장을 저해하게 되는 문제점이 있었다.

[0010] 또한, 가용성 양극을 사용하는 경우 가용성 양극에서는 전기화학적 산화반응에 의해 전극의 부식이 일어나므로 전극 수명이 낮아지게 되며, 이에 따라 부식된 가용성 양극의 교환을 위한 추가적인 비용과 노력이 소모되어 비경제적인 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로 가용성을 갖는 금속 소재로 형성되는 전극 및 불용성을 갖는 금속 소재로 형성되는 전극을 동시에 사용함으로써 오염된 토양에 대한 정화 효율을 증가시키고 토양 정화를 위해 사용되는 전극의 수명을 증가시켜 토양 정화 시스템의 효율성 및 경제성을 담보할 수 있는 전기동력학적 토양 정화 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템은 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되는 제1 양극부; 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 각각이 상기 제1 양극부 각각과 인접 배치되는 제2 양극부; 상기 복수 개의 제1 양극부 및 제2 양극부의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부 측으로 출력하는 제1 전원 출력부; 및 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부 측으로 출력하는 제2 전원 출력부를 포함하고, 상기 제1 양극부는 가용성 금속 소재로 형성되고 상기 제2 양극부는 불용성 금속 소재로 형성되며, 상기 전원 공급부는 미리 결정된 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하거나 또는 상기 오염 토양의 상태에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 제1 양극부는 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제2 양극부는 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물이 코팅된 티타늄, 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철 소재로 형성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부 사이에 구비되는 절연 부재를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 음극부를 더 포함하고, 상기 제1 전원 출력부와 상기 제2 전원 출력부는 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 제1 양극부와 상기 제2 양극부에 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 각각의 제1 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이 및 상기 각각의 제2 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 상기 오염 토양에 대한 상태 감지 정보를 생성하는 상태 감지부를 더 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 상태 감지 정보는 상기 오염 토양의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도 (pH)에 대한 정보일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 전원 공급부는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템은 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되는 제1 양극부; 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 각각이 상기 제1 양극부 각각의 하부면과 인접 배치되는 제2 양극부; 상기 각각의 제1 양극부 및 상기 각각의

제2 양극부 사이에 각각 결합되는 절연 부재; 상기 복수 개의 제1 양극부 및 제2 양극부의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부 측으로 출력하는 제1 전원 출력부; 및 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부 측으로 출력하는 제2 전원 출력부를 포함하고, 상기 제1 양극부는 가용성 금속 소재로 형성되고 상기 제2 양극부는 불용성 금속 소재로 형성되며, 상기 전원 공급부는 미리 결정된 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하거나 또는 상기 오염 토양의 상태에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급하는 것을 특징으로 한다.

- [0021] 또한, 상기 제1 양극부는 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제2 양극부는 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물이 코팅된 티타늄, 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철 소재로 형성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 오염 토양에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 상기 제1 양극부 및 상기 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 음극부를 더 포함하고, 상기 제1 전원 출력부와 상기 제2 전원 출력부는 상기 전원 공급부로부터 공급되는 전원을 상기 제1 양극부와 상기 제2 양극부에 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 각각의 제1 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이 및 상기 각각의 제2 양극부와 상기 각각의 제2 양극부와 대향하도록 배치되는 각각의 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 상기 오염 토양에 대한 상태 감지 정보를 생성하는 상태 감지부를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 상태 감지 정보는 상기 오염 토양의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도 (pH)에 대한 정보일 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 전원 공급부는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 상기 제1 전원 출력부 및 상기 제2 전원 출력부에 교대로 전원을 공급할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명에 의하면 오염 토양 정화를 위해 사용되는 불용성 전극의 동작에 따라 발생하는 수소 이온에 의해 토양의 산성화가 급속하게 진행되는 것을 방지하여 오염 토양에 대한 정화 효율을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.
- [0028] 또한, 오염 토양 정화를 위해 사용되는 가용성 전극의 급속한 부식을 방지할 수 있으므로 가용성 전극의 수명을 크게 증가시킬 수 있고 가용성 전극의 잦은 교체에 따른 비효율성 및 비경제성을 크게 개선할 수 있는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1은 일반적인 전기동력학적 토양 정화 시스템의 개념도,
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도,
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도,
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도,
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도, 및
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도, 및
- 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 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 제한되

지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

- [0031] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도 및 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도이다.
- [0032] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a)은 제1 양극부(10a), 제2 양극부(20a), 음극부(25a), 전원 공급부(30a), 제1 전원 출력부(40a), 제2 전원 출력부(50a), 및 상태 감지부(60a)를 포함한다.
- [0033] 제1 양극부(10a)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입된다.
- [0034] 이때, 제1 양극부(10a)는 가용성 금속 소재인 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성될 수 있으며, 여기에서 가용성 금속 소재란 전기 화학적 산화 반응에 의해 부식이 발생하는 금속 소재를 의미한다.
- [0035] 제2 양극부(20a)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며, 각각이 제1 양극부(10a) 각각과 인접 배치된다.
- [0036] 이때, 제2 양극부(20a)는 불용성 금속 소재인 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물(예를 들어, PtO<sub>2</sub>, RuO<sub>2</sub>, 또는 IrO<sub>2</sub> 등을 의미함)이 코팅된 티타늄(Mixed Metal Oxide:MMO), 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철(High Silicon Cast Iron:HSCI) 소재로 형성될 수 있으며, 여기에서 불용성 금속 소재란 물을 분해시켜 수소 이온을 발생시키는 금속 소재를 의미한다.
- [0037] 음극부(25a)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 제1 양극부(10a) 및 상기 제2 양극부(20a)와 대향하도록 배치된다.
- [0038] 전원 공급부(30a)는 상기 복수 개의 제1 양극부(10a) 및 제2 양극부(20a)의 동작을 위한 전원을 공급하며, 제1 전원 출력부(40a)는 전원 공급부(30a)로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부(10a) 측으로 출력하고, 제2 전원 출력부(50a)는 전원 공급부(30a)로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부(20a) 측으로 출력한다.
- [0039] 상태 감지부(60a)는 제1 양극부(10a) 및 제1 양극부(10a)와 대향하도록 배치되는 음극부 사이 및 제2 양극부(20a) 및 제2 양극부(20a)와 대향하도록 배치되는 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 오염 토양(S)에 대한 상태 감지 정보를 생성한 후 상기 상태 감지 정보를 전원 공급부(30a)로 전송한다.
- [0040] 이때, 상기 상태 감지 정보는 오염 토양(S)의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도(pH)에 대한 정보일 수 있다.
- [0041] 또한, 전원 공급부(30a)는 미리 결정된 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40a) 및 제2 전원 출력부(50a)에 교대로 전원을 공급하거나 또는 오염 토양(S)의 상태, 다시 말해서 상태 감지부(60a)로부터 전송되는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40a) 및 제2 전원 출력부(50a)에 교대로 전원을 공급할 수 있으며, 이를 위해 전원 공급부(30a)는 MC(Magnetic Conductor), SCR(Silicon Controlled Rectifier), MOSFET(Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor), 또는 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)를 포함하는 스위칭부(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 복수 개의 MC(Magnetic Conductor), SCR(Silicon Controlled Rectifier), MOSFET(Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor), 또는 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)를 포함하는 스위칭부의 구성은 공지되어 있으므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0042] 또한, 제1 전원 출력부(40a)는 미리 결정된 시간 주기에 따라 전원 공급부(30a)로부터 공급되거나 또는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 전원 공급부(30a)로부터 공급되는 전원을 제1 양극부(10a)와 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력하고, 제2 전원 출력부(50a)는 미리 결정된 시간 주기에 따라 전원 공급부(30a)로부터 공급되거나 또는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 전원 공급부(30a)로부터 공급되는 전원을 제2 양극부(10a)와 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력할 수 있다.
- [0043] 상기와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a)의 경우 전원 공급부(30a)가 미리 결정된 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40a) 및 제2 전원 출력부(50a)에 교대로 전원을 공급하게 되므로 제1 양극부(10a)(다시 말해서, 가용성 전극)에서 발생하는 산화 반응에 의해 제1 양극부(10a)가 급속히 부식되는 것을 방지할 수 있게 되어 제1 양극부(10a)의 수명을 증가시킬 수 있게 됨과 동시에 제2 양극부(20a)(다시



말해서, 불용성 전극)에서의 전기 분해에 의해 발생하는 수소 이온에 의해 오염 토양(S)의 산성화가 급속하게 일어나는 것을 방지하여 오염 토양(S)에 대한 정화 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0044] 또한, 이에 더하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a)의 전원 공급부(30a)가 상태 감지부(60a)로부터 전송되는 상기 상태 감지 정보에 따라 시간 간격을 결정된 후 상기 결정된 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40a) 및 제2 전원 출력부(50a)에 교대로 전원을 공급하게 되므로 제1 양극부(10a)(다시 말해서, 가용성 전극)에서 발생하는 산화 반응에 의해 제1 양극부(10a)가 급속히 부식되는 것을 방지할 수 있게 되어 제1 양극부(10a)의 수명을 증가시킬 수 있게 됨과 동시에 제2 양극부(20a)(다시 말해서, 불용성 전극)에서의 전기 분해에 의해 발생하는 수소 이온에 의해 오염 토양(S)의 산성화가 급속하게 일어나는 것을 방지하여 오염 토양(S)에 대한 정화 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0045] 예를 들어서, 제2 양극부(20a) 주변에 배치된 상태 감지부(60a)로부터 전원 공급부(30a)로 전송되는 상기 상태 감지 정보 중 수소 이온 농도(pH)가 미리 결정된 수소 이온 농도보다 낮은 경우 전원 공급부(30a)는 제2 양극부(20a)(다시 말해서, 불용성 전극)가 과도하게 사용된 것으로 판단하여 제1 양극부(10a)(다시 말해서, 가용성 전극)에 더 많은 전원이 출력되도록 시간 간격을 조절하여 정화 효율 높일 수 있고, 제1 양극부(10a) 주변에 배치된 상태 감지부(60a)로부터 전원 공급부(30a)로 전송되는 상기 상태 감지 정보 중 오염 토양(S)의 전기 전도도가 미리 결정된 기준 전기 전도도보다 낮은 경우 전원 공급부(30a)는 제1 양극부(10a)이 과도하게 사용된 것으로 판단하여 제2 양극부(20a)에 더 많은 전원이 출력되도록 시간 간격을 조절할 수 있다.

[0046] 또한, 상태 감지부(60a)로부터 전송되는 상기 상태 감지 정보 중 오염 토양(S)의 온도가 미리 결정된 기준 온도보다 높거나 또는 상기 상태 감지 정보 중 오염 토양(S)의 수분 함유량이 미리 결정된 기준 수분 함유량보다 낮은 경우 전원 공급부(30a)는 제1 양극부(10a) 및 제2 양극부(20a) 모두가 과도하게 사용된 것으로 판단하여 상기 시간 간격에 추가로 대기 시간을 포함하여 제1 양극부(10a) 및 제2 양극부(20a) 측 모두에 전원이 출력되지 않도록 할 수 있다.

[0047] 또한, 상기와 같이 가용성을 갖는 복수 개의 제1 양극부(10a)와 불용성을 갖는 복수 개의 제2 양극부(20a)를 오염 토양(S)에 교대로 배치하는 이유는 제1 전원 출력부(40a) 및 제2 전원 출력부(50a)로부터 복수 개의 제1 양극부(10a) 및 제2 양극부(20a)로 인가되는 전원에 의해 발생하는 전기장이 오염 토양(S)의 전체 영역에 영향을 주도록 하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a)에 의한 오염 토양(S)의 정화 효율을 향상시킬 수 있도록 하기 위함이다.

[0048] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도 및 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도이다.

[0049] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1b)은 제1 양극부(10b), 제2 양극부(20b), 음극부(25b), 전원 공급부(30b), 제1 전원 출력부(40b), 제2 전원 출력부(50b), 절연 부재(60b), 및 상태 감지부(70b)를 포함한다.

[0050] 이때, 제1 양극부(10b), 제2 양극부(20b), 음극부(25b), 전원 공급부(30b), 제1 전원 출력부(40b), 제2 전원 출력부(50b), 상태 감지부(70b)의 구성은 도 2에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a)과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0051] 절연 부재(60b)는 상기 각각의 제1 양극부(10b) 및 상기 각각의 제2 양극부(20b) 사이에 구비되어 상기 각각의 제1 양극부(10c) 및 상기 각각의 제2 양극부(20c)가 서로 직접 접촉되지 않도록 절연하며, 절연 부재(60b)는 고무, 플라스틱, 또는 비닐 소재로 형성될 수 있다.

[0052] 상기와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1a) 및 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1b)의 경우 오염 토양(S) 면에 대하여 복수 개의 제1 양극부(10a, 10b) 및 제2 양극부(20a, 20b)를 수직 방향으로 배치함으로써 오염 토양(S)의 영역이 비교적 좁고 깊이가 깊은 경우에 용이하게 활용할 수 있게 된다.

[0053] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 평면도 및 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템의 단면도이다.

[0054] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1c)은 제1 양극부(10c), 제2 양극부(20c), 전원 공급부(30c), 제1 전원 출력부(40c), 제2 전원 출력부(50c), 절연 부재(60c), 및 상태 감지부(70c)를 포함한다.

- [0055] 제1 양극부(10c)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입된다.
- [0056] 이때, 제1 양극부(10c)는 가용성 금속 소재인 철, 구리, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈, 또는 스테인레스 스틸 소재로 형성될 수 있으며, 여기에서 가용성 금속 소재란 전기 화학적 산화 반응에 의해 부식이 발생하는 금속 소재를 의미한다.
- [0057] 제2 양극부(20c)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며, 각각이 제1 양극부(10c) 각각의 하부면과 인접 배치된다.
- [0058] 이때, 제2 양극부(20c)는 불용성 금속 소재인 백금, 백금 또는 백금족 원소 산화물(예를 들어, PtO<sub>2</sub>, RuO<sub>2</sub>, 또는 IrO<sub>2</sub> 등을 의미함)이 코팅된 티타늄(Mixed Metal Oxide:MMO), 납, 납-주석 합금, 흑연, 또는 고 규소철(High Silicon Cast Iron:HSCI) 소재로 형성될 수 있으며, 여기에서 불용성 금속 소재란 물을 분해시켜 수소 이온을 발생시키는 금속 소재를 의미한다.
- [0059] 음극부(25c)는 오염 토양(S)에 미리 결정된 간격을 갖도록 복수 개가 삽입되며 제1 양극부(10c) 및 상기 제2 양극부(20c)와 대향하도록 배치된다.
- [0060] 전원 공급부(30c)는 상기 복수 개의 제1 양극부(10c) 및 제2 양극부(20c)의 동작을 위한 전원을 공급하며, 제1 전원 출력부(40c)는 전원 공급부(30c)로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제1 양극부(10c) 측으로 출력하고, 제2 전원 출력부(50c)는 전원 공급부(30c)로부터 공급되는 전원을 상기 복수 개의 제2 양극부(20c) 측으로 출력한다.
- [0061] 절연 부재(60c)는 상기 각각의 제1 양극부(10c) 및 상기 각각의 제2 양극부(20c) 사이에 결합되어 상기 각각의 제1 양극부(10c) 및 상기 각각의 제2 양극부(20c)가 서로 직접 접촉되지 않도록 절연하며, 절연 부재(60c)는 고무, 플라스틱, 또는 비닐 소재로 형성될 수 있다.
- [0062] 상태 감지부(70c)는 제1 양극부(10c) 및 제1 양극부(10c)와 대향하도록 배치되는 음극부 사이 및 제2 양극부(20c) 및 제2 양극부(20c)와 대향하도록 배치되는 음극부 사이에 적어도 하나 이상 구비되어 오염 토양(S)에 대한 상태 감지 정보를 생성한 후 상기 상태 감지 정보를 전원 공급부(30c)로 전송한다.
- [0063] 이때, 상기 상태 감지 정보는 오염 토양(S)의 전기 전도도, 토양 온도, 수분 함유량, 또는 수소 이온 농도(pH)에 대한 정보일 수 있다.
- [0064] 또한, 전원 공급부(30c)는 미리 결정된 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40c) 및 제2 전원 출력부(50c)에 교대로 전원을 공급하거나 또는 오염 토양(S)의 상태, 다시 말해서 상태 감지부(70c)로부터 전송되는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 제1 전원 출력부(40c) 및 제2 전원 출력부(50c)에 교대로 전원을 공급할 수 있다.
- [0065] 또한, 제1 전원 출력부(40c)는 미리 결정된 시간 주기에 따라 전원 공급부(30c)로부터 공급되거나 또는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 전원 공급부(30c)로부터 공급되는 전원을 제1 양극부(10c)와 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력하고, 제2 전원 출력부(50c)는 미리 결정된 시간 주기에 따라 전원 공급부(30c)로부터 공급되거나 또는 상기 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 전원 공급부(30c)로부터 공급되는 전원을 제2 양극부(10a)와 대향하도록 배치되는 음극부 측으로 출력할 수 있다.
- [0066] 상기와 같이 본 발명의 제3 실시예에 따른 전기동력학적 토양 정화 시스템(1c)의 경우 일종의 모듈 형태로 구성되는 제1 양극부(10c), 제2 양극부(20c), 및 절연 부재(60c)를 오염 토양(S) 면에 대하여 수평 방향으로 복수 개 배치함으로써 오염 토양(S)의 영역이 비교적 넓고 깊이가 얇은 경우에 용이하게 활용할 수 있게 된다.
- [0067] 본 발명의 전기동력학적 토양 정화 시스템은 가용성 금속 소재로 형성되는 복수 개의 제1 양극부(10a, 10b, 10c) 및 불용성 금속 소재로 형성되는 복수 개의 제2 양극부(20a, 20b, 20c)를 동시에 활용하여 오염 토양(S)에 대한 전기동력학적 정화가 이루어지며, 미리 결정된 시간 간격 또는 상태 감지부(60a, 70b, 70c)로부터 전송되는 오염 토양에 대한 상태 감지 정보에 따라 결정되는 시간 간격에 따라 제1 양극부 및 제2 양극부에 교대로 전원이 공급되도록 전원 공급부(30a, 30b, 30c)의 동작을 제어하게 된다.
- [0068] 따라서, 불용성 전극에서의 전기 분해에 의해 발생하는 수소 이온에 의해 토양의 산성화가 급속하게 진행되는 것을 방지하여 토양의 산성화에 따른 전기 삼투흐름 속도 감소를 개선할 수 있으므로 결과적으로 오염 토양에 대한 정화 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0069] 또한, 가용성 전극의 급속한 부식을 방지할 수 있으므로 가용성 전극의 수명을 크게 증가시킬 수 있고 가용성 전극의 잦은 교체에 따른 비효율성 및 비경제성을 크게 개선할 수 있게 된다.

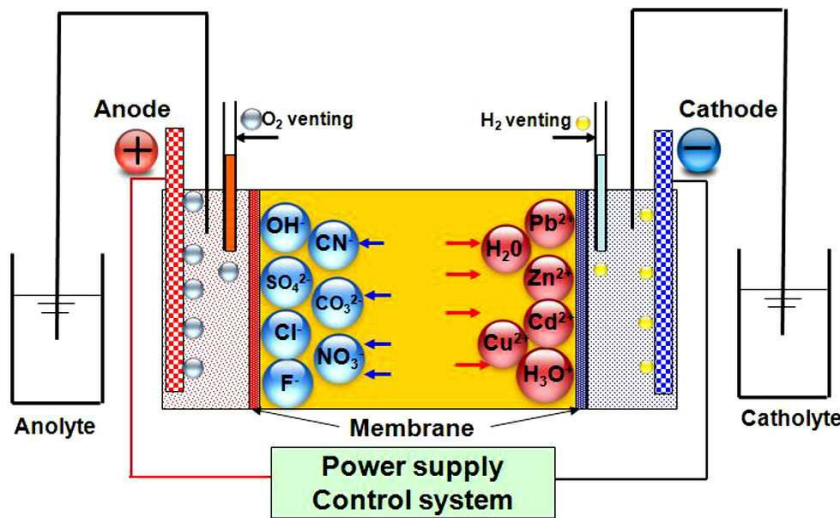
[0070] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경, 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면들에 의해서 본 발명의 기술 사상이 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

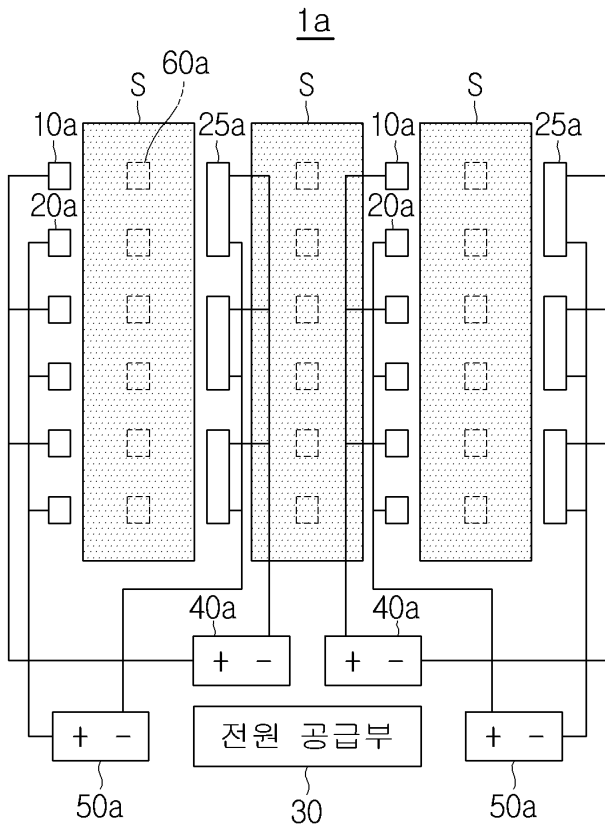
- [0071] (1a, 1b, 1c) : 전기동력학적 토양 정화 시스템  
 (10a, 10b, 10c) : 제1 양극부 (20a, 20b, 20c) : 제2 양극부  
 (30a, 30b, 30c) : 전원 공급부 (40a, 40b, 40c) : 제1 전원 출력부  
 (50a, 50b, 50c) : 제2 전원 출력부 (60a, 70b, 70c) : 상태 감지부  
 (60b, 60c) : 절연 부재

**도면**

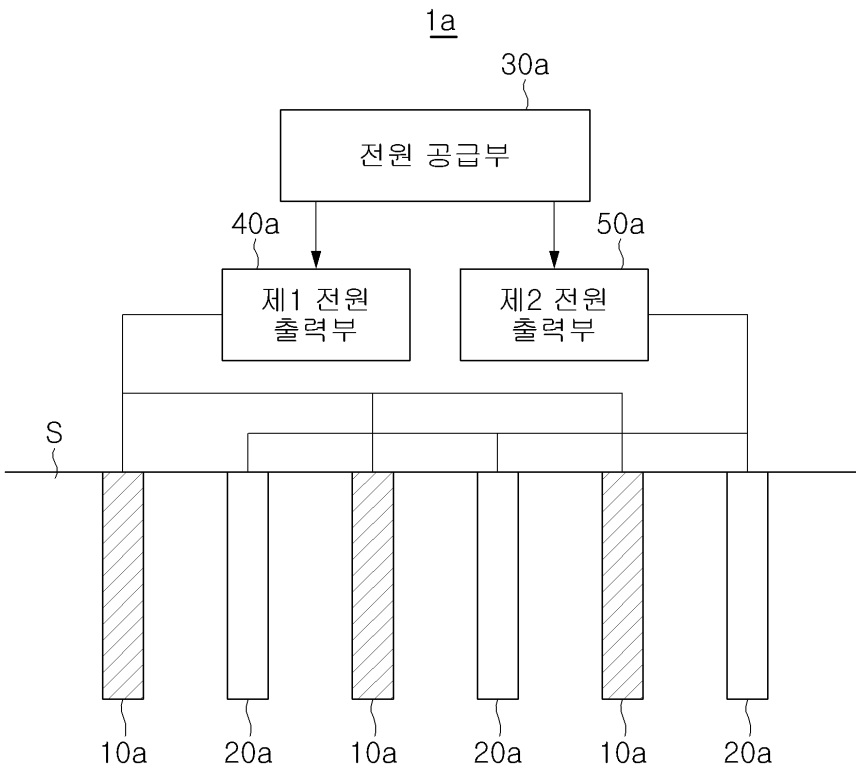
**도면1**



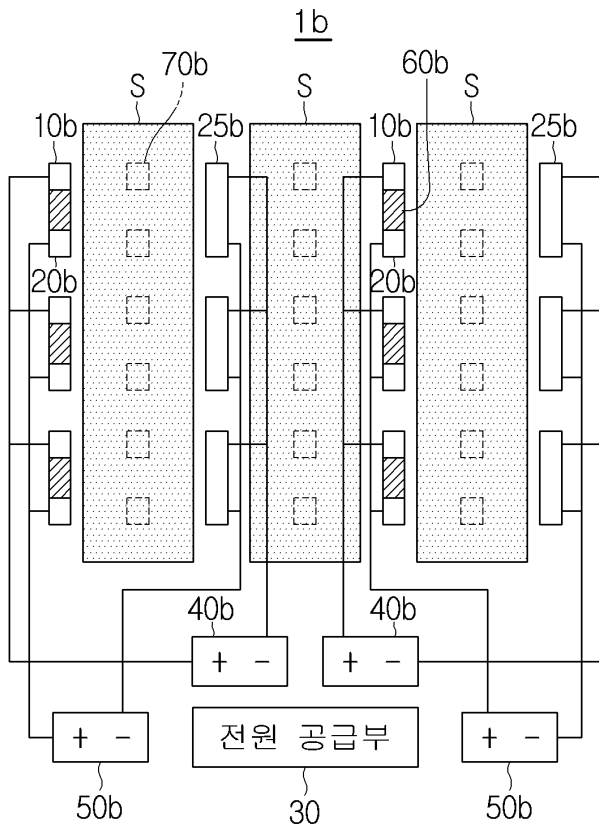
도면2



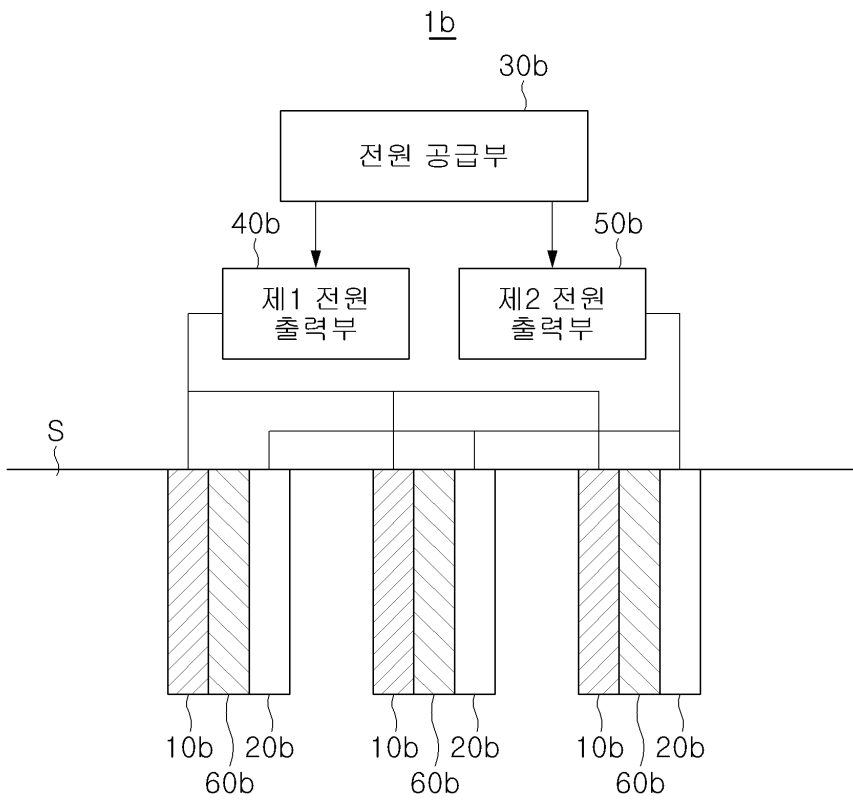
도면3



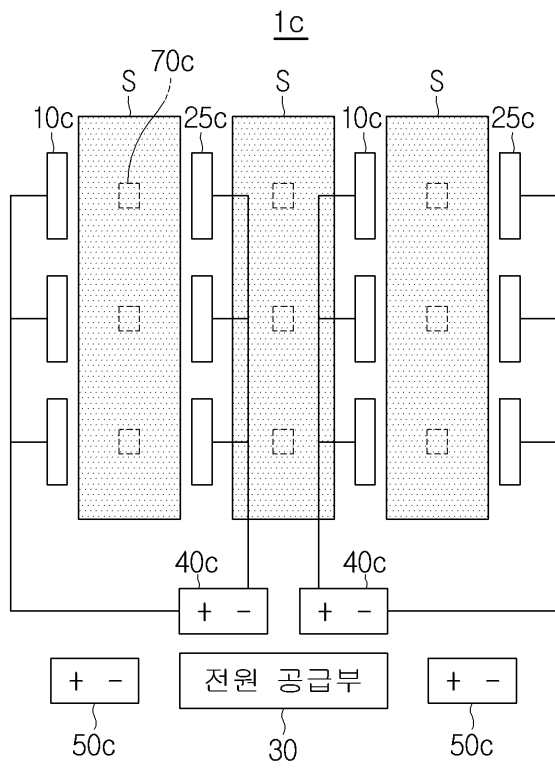
도면4



도면5



도면6



도면7

