



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월02일

(11) 등록번호 10-2073331

(24) 등록일자 2020년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01V 3/30 (2006.01) G01V 3/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01V 3/30 (2013.01)

G01V 3/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0107805

(22) 출원일자 2019년08월30일

심사청구일자 2019년08월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP2006119096 A

US20060250136 A1

KR101776931 B1

JP2010230433 A

(73) 특허권자

주식회사 지오그린21

서울특별시 구로구 디지털로33길 55, 901호 (구로동, 이앤씨벤처드림타워2차)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이종화

경기도 남양주시 천마산로 25, 109동 605호(호평동, 대명루첸아파트)

전성천

서울특별시 노원구 동일로230길 63 조흥한신아파트 1동 303호 (상계동, 한신아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전원

전체 청구항 수 : 총 11 항

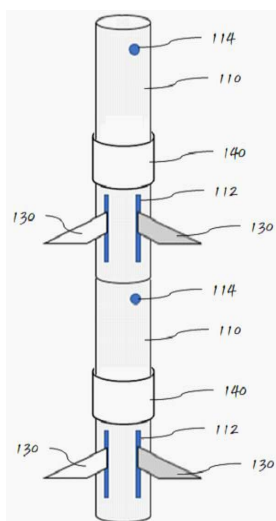
심사관 : 김홍래

(54) 발명의 명칭 수직형 전기비저항 토모그래피 장치 및 이의 설치 방법

(57) 요약

지중 깊은 심도의 불포화대(충적/암반) 구간의 지층 분포 파악 및 불포화대에서 거동하는 유해물질 혹은 지중에 존재하는 물질을 조사하고자 설치된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치 및 이의 설치 방법이 개시된다. 수직형 전기비저항 토모그래피 장치는, 불포화대의 지중에 수직하게 배치되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 형성된 복수의 스크린들을 포함하여 직렬 연결된 복수의 외부 파이프들; 상기 외부 파이프들 내부에 배치되고, 복수의 채널 전선들로 구성된 다채널 케이블; 및 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프에서 외부로 돌출되고, 상기 다채널 케이블의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프 내부로 숨겨지는 복수의 가변형 전극들을 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

G01V 2210/1429 (2013.01)

(72) 발명자

천정용

서울특별시 강동구 고덕로 240 신동아아파트, 3동
101호

이명재

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

윤성택

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018001810001

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 CO2 저장 환경관리기술개발사업

연구과제명 이산화탄소 저장을 위한 환경관리 실증화 기술 개발(Development of advanced techniques
for environmental management of CO2 storage)

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2018.06.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

불포화대의 지중에 수직하게 배치되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 형성된 복수의 스크린들을 포함하여 직렬 연결된 복수의 외부 파이프들;

상기 외부 파이프들 내부에 배치되고, 복수의 채널 전선들로 구성된 다채널 케이블; 및

상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프에서 외부로 돌출되고, 상기 다채널 케이블의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프 내부로 숨겨지는 복수의 가변형 전극들을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 외부 파이프를 둘러싸는 하나 이상의 고정형 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 외부 파이프들 각각은 전기전도도를 높이기 위해 물의 주입이 가능하도록 상기 외부 파이프에 형성된 배수구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 복수의 스크린들은 동일 심도에 대응하도록 복수 개가 형성되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 복수 개로 형성된 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 외부 파이프는 PVC 재질을 포함하고 채움재에 의해 둘러싸이고,

상기 채움재는 표준사를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 가변형 전극은 미사일 핀 형상을 갖고서, 상기 외부 파이프 내부에서 외부로 전개가 가능한 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가변형 전극은 동일 심도에 대응하도록 1개 이상이 배치된 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 가변형 전극의 회동을 제어하는 가변형 전극 구조체를 더 포함하고, 상기 가변형 전극 구조체는,

원통형상의 몸체부; 및

상기 몸체부의 측면에 배치되고 상기 가변형 전극의 일단부에 체결된 회동 기준 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 가변형 전극의 회동을 제어하는 가변형 전극 구조체를 더 포함하고, 상기 가변형 전극 구조체는,

원통형상의 몸체부;

상기 몸체부의 측면에 배치되고 상기 가변형 전극의 일단부에 체결된 회동 기준 부재;

상기 회동 기준 부재 보다 높은 부위 및 상기 가변형 전극에 연결된 상향 용수철; 및

상기 회동 기준 부재 보다 낮은 부위 및 상기 가변형 전극에 연결된 하향 용수철을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치.

청구항 10

(a) 설치 지점의 지중에 장비를 이용하여 수직 방향으로 천공 홀을 형성하는 단계;

(b) 다채널 케이블을 외부 파이프 내부에 관통시키고, 상기 다채널 케이블의 특정 채널 전선에 고정형 전극 및 가변형 전극을 조립하는 단계-상기 고정형 전극은 상기 외부 파이프를 둘러싸고, 상기 가변형 전극은 상기 외부 파이프에 형성된 스크린을 통해 상기 외부 파이프에서 외부로 돌출되고 상기 다채널 케이블의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프 내부로 숨겨지도록 상기 외부 파이프 내부에서 외부로 전개가 가능한 것;

(c) 조립할 상부 외부 파이프가 존재하면 단계(b)로 피드백하는 단계; 및

(d) 조립할 상부 외부 파이프가 존재하지 않은 것으로 체크되면 외부 파이프들을 직렬 연결하고, 천공 홀에 삽입한 후 채움재를 채움 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

(e) 심도별 전기저항치를 측정하는 단계;

(f) 심도별 전기저항치가 기준치보다 작거나 같은 것으로 체크되면 종료하고, 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 외부 파이프 내부에 물을 주입하는 단계;

(g) 심도별 전기저항치를 다시 측정하는 단계;

(h) 측정된 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 다채널 케이블을 인발하는 단계; 및

(i) 주변흙을 되매움 처리한 후, 재설치 지점을 선정하고, 인발된 전기비저항 측정용 다채널 케이블을 재사용하여 시공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수직형 전기비저항 토모그래피 장치 및 이의 설치 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 지층 분포 파악 및 유해물질을 조사하고자 설치된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치 및 이의 설치 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 지하에 전류를 흘려 보내면 지하의 전기비저항 분포와 지형에 따라 전위가 분포하게 되는데, 지표 또는 시추공 내에서 측정한 이 전위 분포로부터 지하의 전기비저항 분포를 추정하는 방법이 전기비저항 탐사이다. 여기서 전기비저항이라 함은 전류 흐름의 쉽고 어려운 정도를 표현한 것(0hm-m , 전기전도도의 역수)으로, 전기비저항이 작을수록 전류는 잘 흐르게 된다.

[0003] 시추공 전기비저항 토모그래피란 지표와 시추공을 이용하여 탐사 대상 영역을 둘러싸도록 전극을 설치하고, 지하에 전류를 흘려 발생한 전위를 측정하는 방법으로, 측정한 전류와 전위의 관계로부터 지하의 전기비저항 구조를 해석하게 된다.

[0004] 불포화대 수직형 전기비저항 토모그래피의 경우 접촉비저항을 위해 매립형으로 설치가 필요하다.

[0005] 하지만, 매립형으로 설치시 전극의 접촉비저항이 낮을 경우(즉, 접촉이 제대로 이루어지지 못할 경우), 조사가

제대로 이루어질 수 없고 매립형으로 설치하여 전극의 재사용 불가 및 다시 제작을 하여 비용이 추가적으로 소요된다. 왜냐하면, 불포화대의 경우 지하수가 유동하는 포화대와는 달리 전극과 매질이 제대로 접촉되지 않을 수 있기 때문이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1214592호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 지중 깊은 심도의 불포화대(충적/암반) 구간의 지층 분포 파악 및 불포화대에서 거동하는 유해물질 혹은 지중에 존재하는 물질을 조사하고자 설치될 수 있는 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기한 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치는, 불포화대의 지중에 수직하게 배치되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 형성된 복수의 스크린들을 포함하여 직렬 연결된 복수의 외부 파이프들; 상기 외부 파이프들 내부에 배치되고, 복수의 채널 전선들로 구성된 다채널 케이블; 및 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프에서 외부로 돌출되고, 상기 다채널 케이블의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프 내부로 숨겨지는 복수의 가변형 전극들을 포함한다.

[0010] 본 발명의 일실시예에서, 상기 수직형 전기비저항 토모그래피 장치는 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 외부 파이프를 둘러싸는 하나 이상의 고정형 전극을 더 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에서, 상기 외부 파이프들 각각은 전기전도도를 높이기 위해 물의 주입이 가능하도록 상기 외부 파이프에 형성된 배수구를 더 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에서, 상기 복수의 스크린들은 동일 심도에 대응하도록 복수 개가 형성되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 복수 개로 형성될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 외부 파이프는 PVC 재질을 포함하고, 상기 외부 파이프는 채움재에 의해 둘러싸이고, 상기 채움재는 표준사를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 가변형 전극은 미사일 핀 형상을 갖고서, 상기 외부 파이프 내부에서 외부로 전개가 가능한 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 가변형 전극은 동일 심도에 대응하도록 3개가 배치될 수 있다.

[0016] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법은, (a) 설치 지점의 지중에 장비를 이용하여 수직 방향으로 천공 홀을 형성하는 단계; (b) 다채널 케이블을 외부 파이프 내부에 관통시키고, 상기 다채널 케이블의 특정 채널 전선에 고정형 전극 및 가변형 전극을 조립하는 단계 - 상기 고정형 전극은 상기 외부 파이프를 둘러싸고, 상기 가변형 전극은 상기 외부 파이프에 형성된 스크린을 통해 상기 외부 파이프에서 외부로 돌출되고 상기 다채널 케이블의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 상기 외부 파이프 내부로 숨겨지도록 상기 외부 파이프 내부에서 외부로 전개가 가능한 것; (c) 조립할 상부 외부 파이프가 존재하면 단계(b)로 피드백하는 단계; 및 (d) 조립할 상부 외부 파이프가 존재하지 않은 것으로 체크되면 외부 파이프들을 직렬 연결하고, 천공 홀에 삽입한 후 채움재를 채움 처리하는 단계를 포함한다.

[0017] 본 발명의 일실시예에서, 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법은 (e) 심도별 전기저항치를 측정하는 단계; (f) 심도별 전기저항치가 기준치보다 작거나 같은 것으로 체크되면 종료하고, 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 외부 파이프 내부에 물을 주입하는 단계; (g) 심도별 전기저항치를 다시 측정하는

단계; (h) 측정된 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 다채널 케이블을 인발하는 단계; 및 (i) 주변흙을 되매움 처리한 후, 재설치 지점을 선정하고, 인발된 전기비저항 측정용 다채널 케이블을 재사용하여 시공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 이러한 수직형 전기비저항 토모그래피 장치 및 이의 설치 방법에 의하면, 다채널 케이블의 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 외부 파이프의 스크린을 통해 외부 파이프에서 외부로 돌출되고, 다채널 케이블의 인출에 따라 스크린을 통해 외부 파이프 내부로 숨겨지는 복수의 가변형 전극들을 전기비저항 토모그래피 장치에 구성함으로써, 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 후 전선 회수가 가능하여 수리 후 재설치가 용이하므로 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1a는 본 발명의 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 개략적으로 설명하기 위한 사시도이고, 도 1b는 도 1a에 도시된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 도 1a에 도시된 외부 파이프에 형성된 배수구를 통해 물을 흘려 전기전도도를 높이는 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3a, 도 3b 및 도 3c는 가변형 전극 구조체를 개략적으로 설명하기 위한 사시도들이다.

도 4는 도 1a에 도시된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 지중에 설치한 후 회수 과정을 개략적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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.

[0021] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 도 1a는 본 발명의 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 개략적으로 설명하기 위한 사시도이고, 도 1b는 도 1a에 도시된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다. 도 2는 도 1a에 도시된 외부 파이프에 형성된 배수구를 통해 물을 흘려 전기전도도를 높이는 과정을 설명하기 위한

단면도이다.

- [0026] 도 1a, 도 1b 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치는 복수의 외부 파이프들(110), 다채널 케이블(120), 복수의 가변형 전극들(130), 및 복수의 고정형 전극들(140)을 포함한다.
- [0027] 외부 파이프들(110)은 PVC 재질을 포함하고 서로 직렬로 연결되어 지중에 수직하게 형성된 천공 홀에 배치되고, 서로 다른 심도에 대응하도록 형성된 복수의 스크린들(112)을 포함한다. 일례로, 하부에 배치된 외부 파이프(110)의 상부 영역은 직경이 축소되어 상부에 배치된 외부 파이프(110)의 하부 영역에 끼워지는 체결 방식으로 직렬 연결될 수 있다. 다른 예로, 외부 파이프들(110)은 동일한 직경을 갖고, 서로 인접하는 외부 파이프들(110)은 별도의 테이프 등에 의해 둘러싸이는 방식으로 직렬 연결될 수 있다.
- [0028] 외부 파이프들(110) 각각에는 전기전도도를 높이기 위해 배수구(114)가 형성된다. 이에 따라, 외부 파이프(110)에 물이 주입되면 배수구(114)를 통해 외부 파이프(110) 외부 면을 따라 물이 유출된다. 유출된 물은 불포화대에서 전기전도도를 높여 전기비저항 오음값의 측정감도를 높이는 역할을 수행한다.
- [0029] 다채널 케이블(120)은 복수의 채널 전선들로 구성되고, 직렬 연결된 외부 파이프들(110) 내부에 배치된다. 채널 전선들 각각의 길이는 직렬 연결된 외부 파이프들(110)의 길이와 같거나 큰 것이 바람직하다. 채널 전선들 각각은 서로 다른 심도의 전기비저항 오음값을 외부의 측정장치에 전달한다. 즉, 임의의 채널 전선은 특정 심도에 배치된 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140)을 통해 측정된 전기비저항 오음값을 외부의 측정장치에 전달한다. 본 실시예에서, 다채널 케이블(120)에 구비되는 채널 전선들의 수가 30개인 경우, 외부 파이프들(110)의 수는 30개까지 가능하다. 이에 따라, 지중 불포화대 오염지역에서 30개의 지중 심도에 대한 오염물질의 거동을 모니터링할 수 있고, 수직형 전기비저항 토모그래피를 통해 지질 탐사를 수행할 수 있다.
- [0030] 가변형 전극들(130)은 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 상기 스크린(112)을 통해 상기 외부 파이프(110)에서 외부로 돌출되어 불포화대에서 전기비저항 오음값을 측정하고, 상기 다채널 케이블(120)이 외부에서 당겨짐에 따라 상기 스크린(112)을 통해 상기 외부 파이프(110) 내부로 이동되어 상기 다채널 케이블(120)의 인출에 따라 함께 외부로 인출된다. 상기 가변형 전극들(130)은 미사일 핀 형상을 갖고서, 상기 외부 파이프(110) 내부에서 외부로 전개가 가능하다. 예를 들어, 도 1b에 도시된 바와 같이, 가변형 전극(130)은 동일한 심도에 대응하여 3개가 180도의 간격으로 방사형으로 배치되어 지중, 특히 불포화대에서 전기비저항 오음값을 측정한다. 도 1b에서는 동일한 심도에 대응하여 가변형 전극(130)이 3개 배치된 것을 도시하였으나, 1개 또는 2개가 배치될 수도 있고, 4개 이상이 배치될 수도 있다. 한편, 다채널 케이블(120)이 외부에서 당겨지면 이에 연결된 가변형 전극(130) 역시 함께 당겨진다. 이에 따라 다채널 케이블(120)이 지중의 외부까지 당겨지면 이에 연결된 가변형 전극들(130) 역시 외부까지 인출되므로 다채널 케이블(120)의 회수뿐 아니라 가변형 전극들(130)까지 회수할 수 있다.
- [0031] 고정형 전극들(140)은 외부 파이프(110)의 일부 영역을 둘러싸도록 배치되고, 상기 채널 전선들 중 하나에 연결되어 불포화대에서 전기비저항 오음값을 측정한다. 다채널 케이블(120)이 외부에서 당겨지면, 고정형 전극들(140) 각각은 채널 전선들 각각에서 떨어져 지중에 잔존한다.
- [0032] 천공 홀과 외부 파이프(110) 사이의 공간에는 표준사와 같은 채움재가 채움 처리된다. 이때, 채움재는 가변형 전극(130)이나 고정형 전극(140)과 접촉될 수 있도록 한다. 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140)이 채움재와 잘 접촉하는 경우 접촉비저항이 높으므로 측정이 원활하다.
- [0033] 이에 반해, 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140)이 채움재와 원활하게 접촉하지 못하는 경우 접촉비저항이 낮으므로 측정이 원활하지 않다. 하지만, 도 2에 도시된 바와 같이, 외부 파이프들(110) 각각에 형성된 배수구(114)를 통해 물이 불포화대 내 매질과 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140) 사이의 공간에 채워지므로써 접촉이 용이하게 된다.
- [0034] 암반층의 경우 공벽의 붕괴가 일어나지 않기 때문에 케이싱이 불필요하나 연약지반(토사층)의 경우에는 공벽의 붕괴가 일어날 수 있으므로 대부분 PVC 파이프 케이싱을 하게 된다. PVC 파이프 케이싱을 하게 될 경우 PVC 파이프는 절연체이므로 연약지반의 탐사가 불가능하게 된다. 하지만 본 발명에 따르면 PVC 재질의 외부 파이프에 외부 파이프에서 돌출 가능한 가변형 전극(130)과 외부 파이프의 일부 영역을 둘러싸는 고정형 전극(140)을 배치하게 되므로 연약지반의 붕괴를 막으면서 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140)을 이용하여 탐사를 수행할 수 있게 되는 것이다.
- [0035] 기존 불포화대 수직형 전기비저항 토모그래피를 하기 위해서는 전극이 지중 매질과 접촉이 필요하여 전극 자체

를 지중에 매립하는 방식으로 설치해야 한다. 이에 따라, 접촉비저항이 낮아질 수 있고, 전극 내부 전선 결손시 수리가 어려워 제작한 전선 자체를 폐기 처분해야 한다.

- [0036] 하지만, 본 발명에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치시 기존 공법과 같은 문제가 발생되더라도 다채널 케이블과 이에 연결된 가변형 전극들의 회수가 가능하여 수리 후 재설치가 용이하다. 이에 따라, 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 비용을 절감할 수 있다.
- [0037] 도 3a, 도 3b 및 도 3c는 가변형 전극 구조체(200)를 개략적으로 설명하기 위한 사시도들이다. 구체적으로, 도 3a는 상향을 향하는 가변형 전극들(130)을 개략적으로 설명하기 위한 사시도이고, 도 3b는 수평 방향으로 배치된 가변형 전극들(130)을 개략적으로 설명하기 위한 사시도이고, 도 3c는 상향을 향하는 가변형 전극들(130)을 개략적으로 설명하기 위한 사시도이다.
- [0038] 도 3a, 도 3b 및 도 3c를 참조하면, 가변형 전극 구조체(200)는 몸체부(210), 회동기준부재(220), 상향 용수철(230) 및 하향 용수철(240)을 포함하여, 가변형 전극(130)의 상향 또는 하향 회동을 제어한다.
- [0039] 몸체부(210)는 원통형상을 갖고, 내부를 통해 다채널 케이블(120)이 배치된다. 다채널 케이블(120)의 채널 전선이 몸체부(210)의 내주면을 따라서만 배치된 것을 도시하였으나, 다채널 케이블(120)의 채널 전선은 몸체부(210)의 내부 전체에 배치된다.
- [0040] 회동기준부재(220)는 몸체부(210)의 측면에 배치되고 가변형 전극(130)의 일단부에 체결된다. 이에 따라, 가변형 전극(130)은 회동기준부재(220)를 기준으로 상향을 향해 배치될 수도 있고, 하향을 향해 배치될 수도 있다.
- [0041] 상향 용수철(230)은 회동기준부재(220) 보다 높은 부위의 몸체부(210) 및 가변형 전극(130)의 중간 부위에 연결되고, 하향 용수철(240)은 회동기준부재(220) 보다 낮은 부위의 몸체부(210) 및 가변형 전극(130)의 중간 부위에 연결된다.
- [0042] 외부 파이프(110) 내부에서 하향으로 힘이 가해지는 경우, 즉, 외부 파이프들(110)이 직렬 연결된 후 지중 내부에 가압되어 삽입되는 경우, 도 3a에 도시된 바와 같이 가변형 전극(130)은 상향으로 배치된다.
- [0043] 외부에서 가해지는 힘이 없거나 별도의 걸림이 없는 경우, 상향 용수철(230) 및 하향 용수철(240)에 의한 용수철 힘은 동일하게 되어, 도 3b에 도시된 바와 같이, 가변형 전극(130)은 수평 방향으로 배치된다.
- [0044] 외부 파이프(110) 내부에서 상향으로 힘이 가해지는 경우, 즉, 다채널 케이블(120)이 지중 밖에서 당겨지는 경우, 도 3c에 도시된 바와 같이 가변형 전극(130)은 하향으로 배치된다.
- [0045] 도 3a, 도 3b 및 도 3c에서는 상향 용수철(230) 및 하향 용수철(240)이 배치된 것을 도시하였으나, 상기한 상향 용수철(230) 및 하향 용수철(240)은 생략될 수도 있다. 이에 따라, 가변형 전극(130)은 회동기준부재(220)를 기준으로 아이들 상태(idle state)로 배치될 수 있다.
- [0046] 도 4는 도 1a에 도시된 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 불포화대의 지중에 설치한 후 이의 회수 과정을 개략적으로 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0047] 먼저 도 4의 좌측 도면을 참조하면, 설치 지점의 지중에 장비를 이용하여 수직 방향으로 천공을 실시한다. 설치 지점이 불포화 구간인 경우, 외부 케이싱(미도시)을 설치한 후 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 설치한 후 상기한 외부 케이싱을 제거할 수도 있다.
- [0048] 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 가변형 전극(130)을 다채널 케이블(120)의 특정 채널 전선에 조립한 후 외부 파이프(110) 내부로 배치시키고, 외부 파이프(110)에 고정형 전극(140)을 배치한 후 외부 파이프들(110)을 직렬 방식으로 연결시키면서 천공에 삽입한다. 여기서, 고정형 전극(140)은 외부 파이프(110)를 둘러싸고, 가변형 전극(130)은 외부 파이프(110)에 형성된 스크린을 통해 외부 파이프(110)에서 외부로 돌출되고 다채널 케이블(120)의 인출에 따라 상기 스크린을 통해 외부 파이프(110) 내부로 숨겨지도록 외부 파이프(110) 내부에서 외부로 전개가 가능하다. 이에 따라, 각 심도의 측정 채널에 맞게 외부 파이프(110)가 위치하고, 가변형 전극(130)이 스크린(112)을 통해 방사형으로 외부 파이프(110)의 외부로 돌출되어 배치된다.
- [0049] 천공 홀과 외부 파이프(110) 사이의 공간을 표준사와 같은 채움재로 채움 처리한다. 이때, 채움재는 가변형 전극(130)이나 고정형 전극(140)이 지중의 불포화대와 보다 용이하게 접촉될 수 있도록 하기 위해 채움 처리된다.
- [0050] 도 4의 좌측 도면을 참조하여 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 회수 과정을 개략적으로 설명한다.
- [0051] 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 완료후 각 심도별 전극의 상태를 체크한다. 즉, 전기비저항치인 오

오염도를 측정하여 설치 상태 및 측정 가능 여부를 판단한다.

- [0052] 오염도가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 외부 파이프(110)의 내부로 물을 주입하여 각 심도별 배수구를 통해 불포화대 지층에 물이 유입시킨다.
- [0053] 불포화대 지층에 충분히 물이 주입되면 전기저항치를 다시 측정한다. 측정된 전기저항치인 오염도가 기준치보다 높게 나와 측정을 포기할 수준일 경우, 다채널 케이블(12)을 인발한다. 즉, 외부 파이프(110) 내부에 배치된 전기비저항 측정용 다채널 케이블(120)을 위로 잡아 당기면 이를 지지하고 있던 가변형 전극(130)이 접히면서 상부로 당겨지게 된다. 이때 고정형 전극(140)에 연결된 다채널 케이블(120)은 당겨지면서 고정형 전극(140)에서 분리된다. 하지만, 외부 파이프(110)가 주변 불포화대 지층을 지지해주고 내부 측정용 다채널 케이블(120)을 보호하여 무리없이 측정용 다채널 케이블(120)을 제거할 수 있다.
- [0054] 이어, 주변 흙을 되매움 처리하고, 재설치 지점을 선정한 후 추출된 전기비저항 측정용 다채널 케이블(120)을 재사용하여 시공한다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 수직형 전기비저항 토모그래피 장치의 설치 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0056] 도 1a 내지 도 5를 참조하면, 설치 지점의 지중에 장비를 이용하여 수직 방향으로 천공 홀을 형성한다(단계 S100). 설치 지점이 불포화 구간인 경우, 외부 케이싱을 설치한 후 수직형 전기비저항 토모그래피 장치를 설치한 후 외부 케이싱을 제거할 수도 있다.
- [0057] 이어, 다채널 케이블(120)을 외부 파이프(110) 내부에 관통시킨다(단계 S102).
- [0058] 이어, 다채널 케이블(12)의 특정 채널 전선에 가변형 전극(130) 및 고정형 전극(140)을 조립한다(단계 S104).
- [0059] 조립할 상부 외부 파이프(110)가 존재하는지의 여부를 체크한다(단계 S106).
- [0060] 단계 S106에서 조립할 상부 외부 파이프(110)가 존재하는 것으로 체크되면 단계 S102로 피드백한다.
- [0061] 단계 S106에서 조립할 상부 외부 파이프(110)가 존재하지 않은 것으로 체크되면 외부 파이프들(110)을 직렬 연결한다(단계 S108).
- [0062] 이어, 직렬 연결된 외부 파이프들(110)을 상기 천공 홀에 삽입한다(단계 S110).
- [0063] 이어, 상기 천공 홀과 외부 파이프(110) 사이의 공간에 채움재를 채움 처리한다(단계 S112).
- [0064] 이어, 외부의 측정장치를 통해 심도별 전기저항치를 측정한다(단계 S114).
- [0065] 이어, 단계 S114에서 측정된 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰지의 여부를 체크한다(단계 S116).
- [0066] 단계 S116에서 심도별 전기저항치가 기준치보다 작거나 같은 것으로 체크되면 종료하고, 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 외부 파이프(110) 내부에 물을 주입한다(단계 S118). 물이 주입됨에 따라 외부 파이프(114)의 배수구(114)를 통해 외부 파이프(110)의 외측면을 따라 흐르게 되어 전기전도성을 높일 수 있다.
- [0067] 이어, 외부의 측정장치를 통해 전기저항치를 다시 측정한다(단계 S120).
- [0068] 단계 S120에서 측정된 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰지의 여부를 체크한다(단계 S122).
- [0069] 단계 S122에서 심도별 전기저항치가 기준치보다 큰 것으로 체크되면, 다채널 케이블(120)을 인발한다(단계 S124). 구체적으로, 오염도가 높게 나와 측정을 포기할 수준일 경우, 다채널 케이블(120)을 추출한다. 즉, 외부 파이프(110) 내부에 배치된 전기비저항 측정용 다채널 케이블(120)을 위로 잡아 당기면 이를 지지하고 있던 가변형 전극(130)이 접히면서 상부로 당겨지게 된다. 이때 고정형 전극(140)에 연결된 다채널 케이블(120)은 당겨지면서 끊어지도록 한다. 하지만, 외부 파이프(110)가 주변 불포화대 지층을 지지해주고 내부 측정용 다채널 케이블(120)을 보호하여 무리없이 측정용 다채널 케이블(120)을 제거할 수 있다.
- [0070] 이어, 주변흙을 되매움 처리한 후(단계 S126), 재설치 지점을 선정하고, 인발된 전기비저항 측정용 다채널 케이블(120)을 재사용하여 시공한다.
- [0071] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따르면, 다채널 케이블의 채널 전선들 중 하나에 연결되고, 외부 파이프의 스크린을 통해 외부 파이프에서 외부로 돌출되고, 다채널 케이블의 인출에 따라 스크린을 통해 외부 파이프 내부로 숨겨지는 복수의 가변형 전극들을 전기비저항 토모그래피 장치에 구성함으로써, 전기비저항 토모그래피

장치의 설치 후 전선 회수가 가능하여 수리 후 재설치가 용이하다. 이에 따라, 비용을 절감할 수 있다.

[0072] 또한 지중 불포화대 오염지역에 대한 오염물질의 거동을 모니터링할 수 있고, 수직형 전기비저항 토모그래피를 통해 지질 탐사를 수행할 수 있다.

[0073] 또한 물리 탐사 수행지역 중 불포화대 구간이 깊어 지표 전기비저항으로 측정이 어려운 지역에 대해 수직 탐사를 수행할 수 있다.

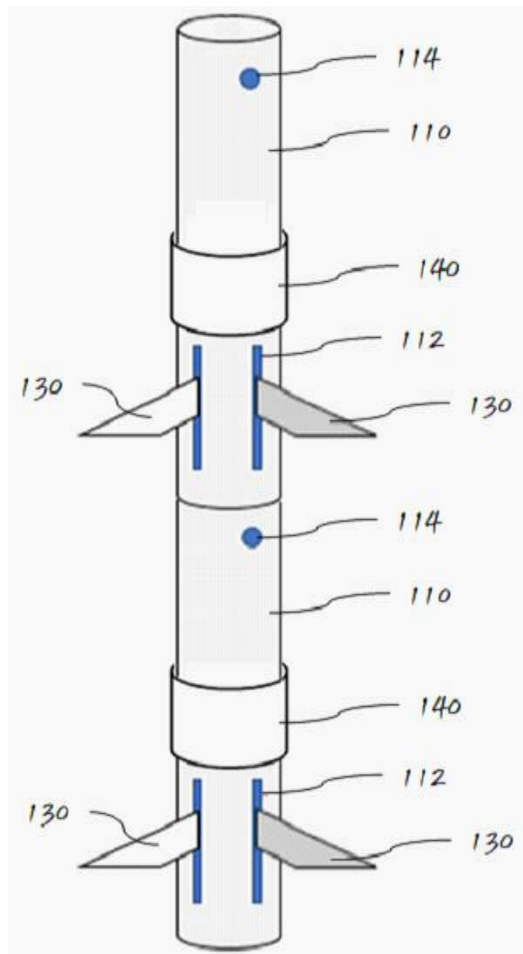
[0074] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

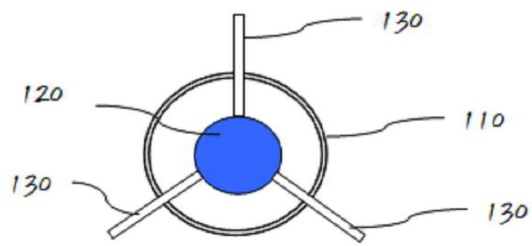
- | | | |
|--------|------------------|---------------|
| [0075] | 110 : 외부 파이프들 | 112 : 스크린들 |
| | 114 : 배수구 | 120 : 다채널 케이블 |
| | 130 : 가변형 전극들 | 140 : 고정형 전극들 |
| | 200 : 가변형 전극 구조체 | 210 : 몸체부 |
| | 220 : 회동기준부재 | 230 : 상향 용수철 |
| | 240 : 하향 용수철 | |

도면

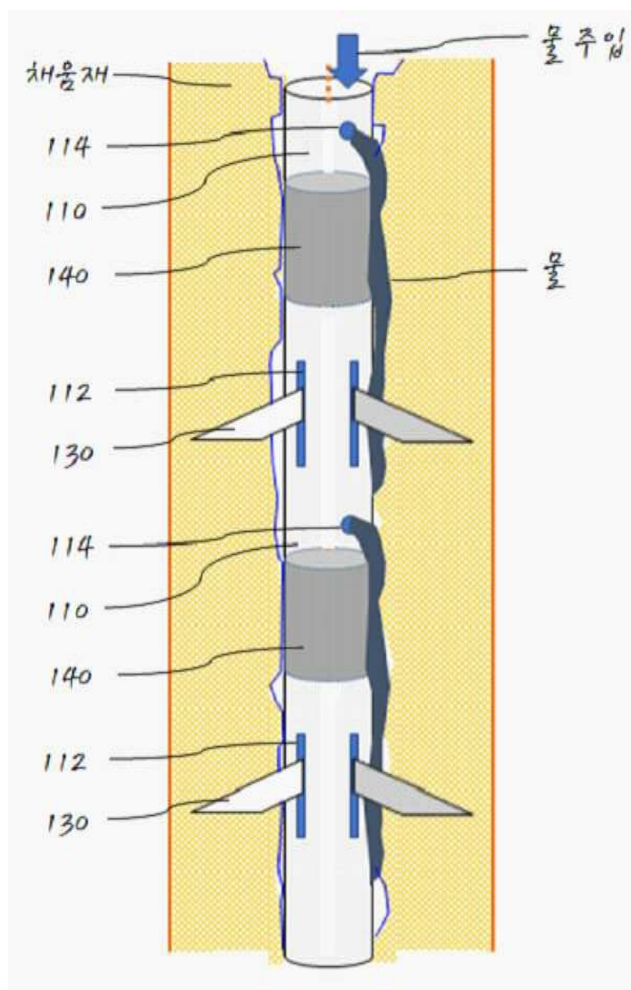
도면1a



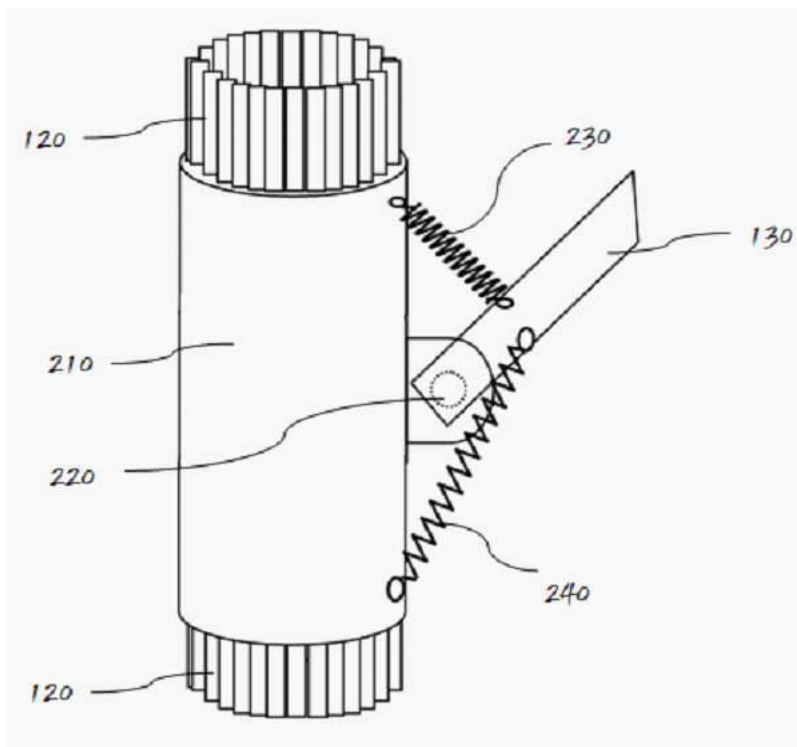
도면1b



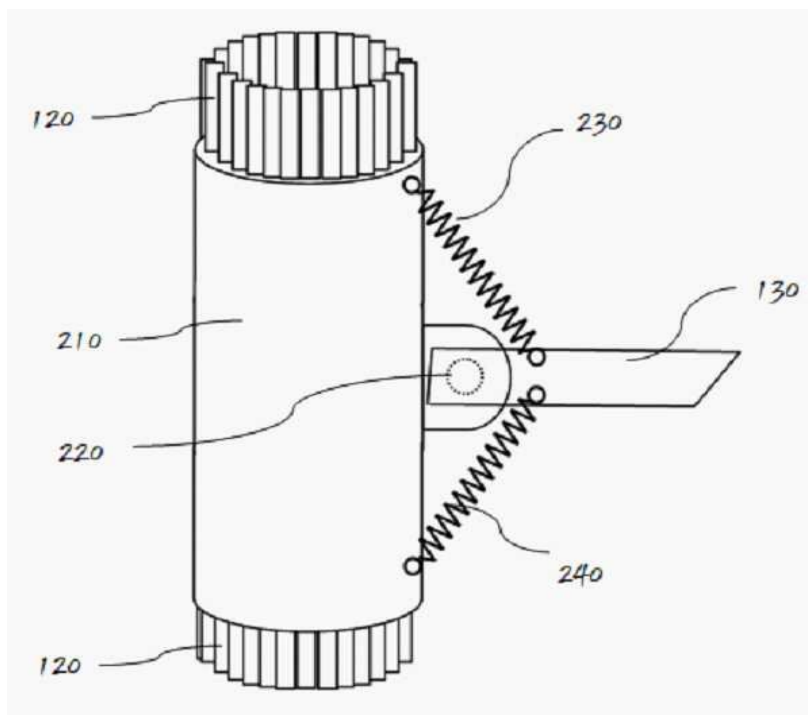
도면2



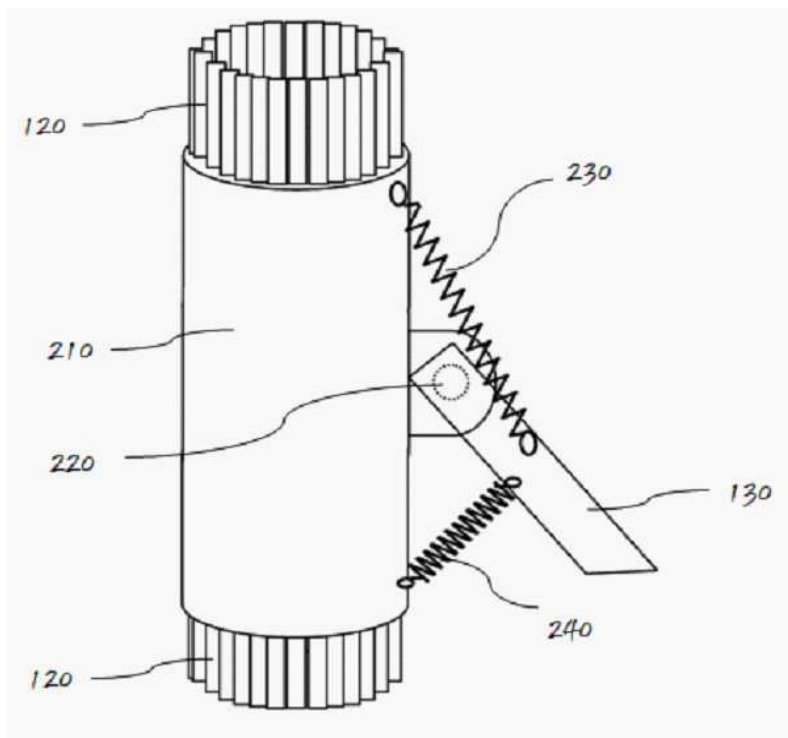
도면3a



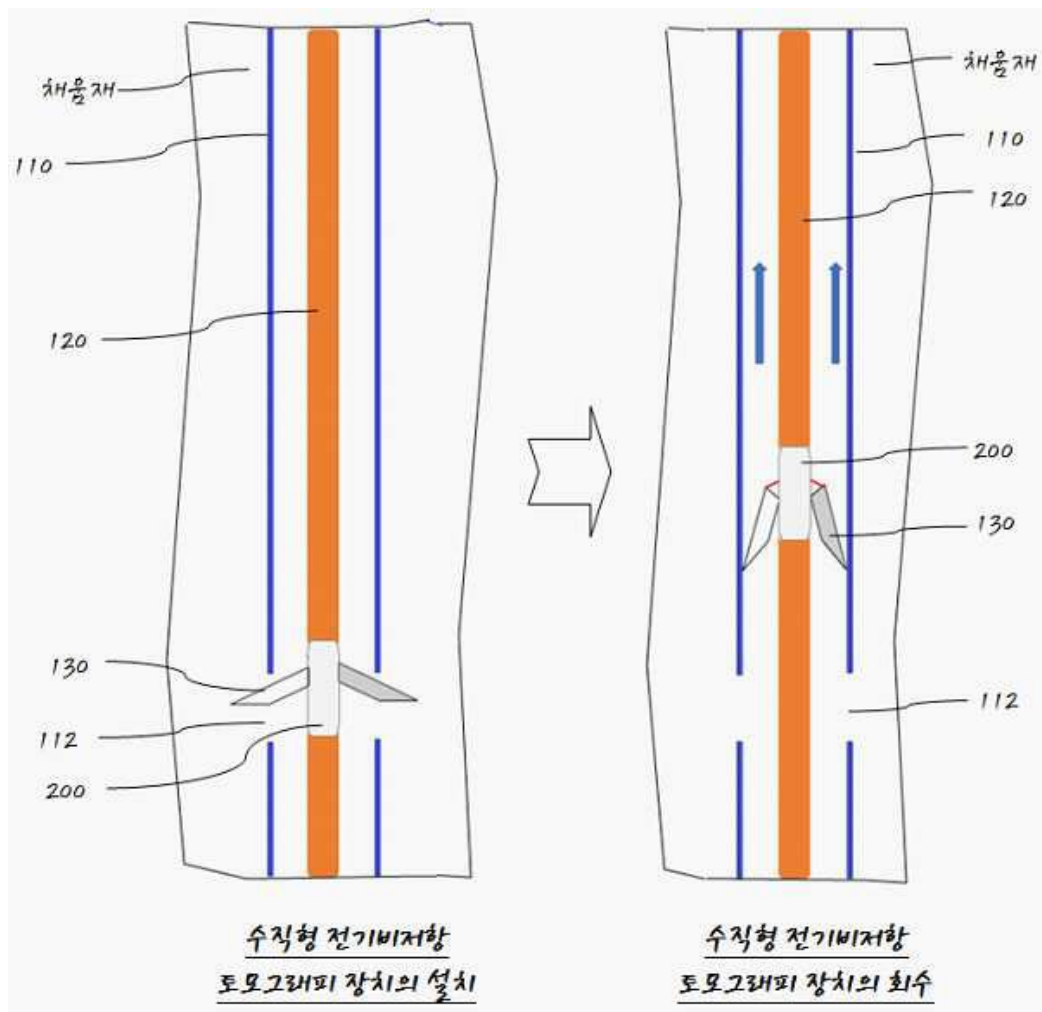
도면3b



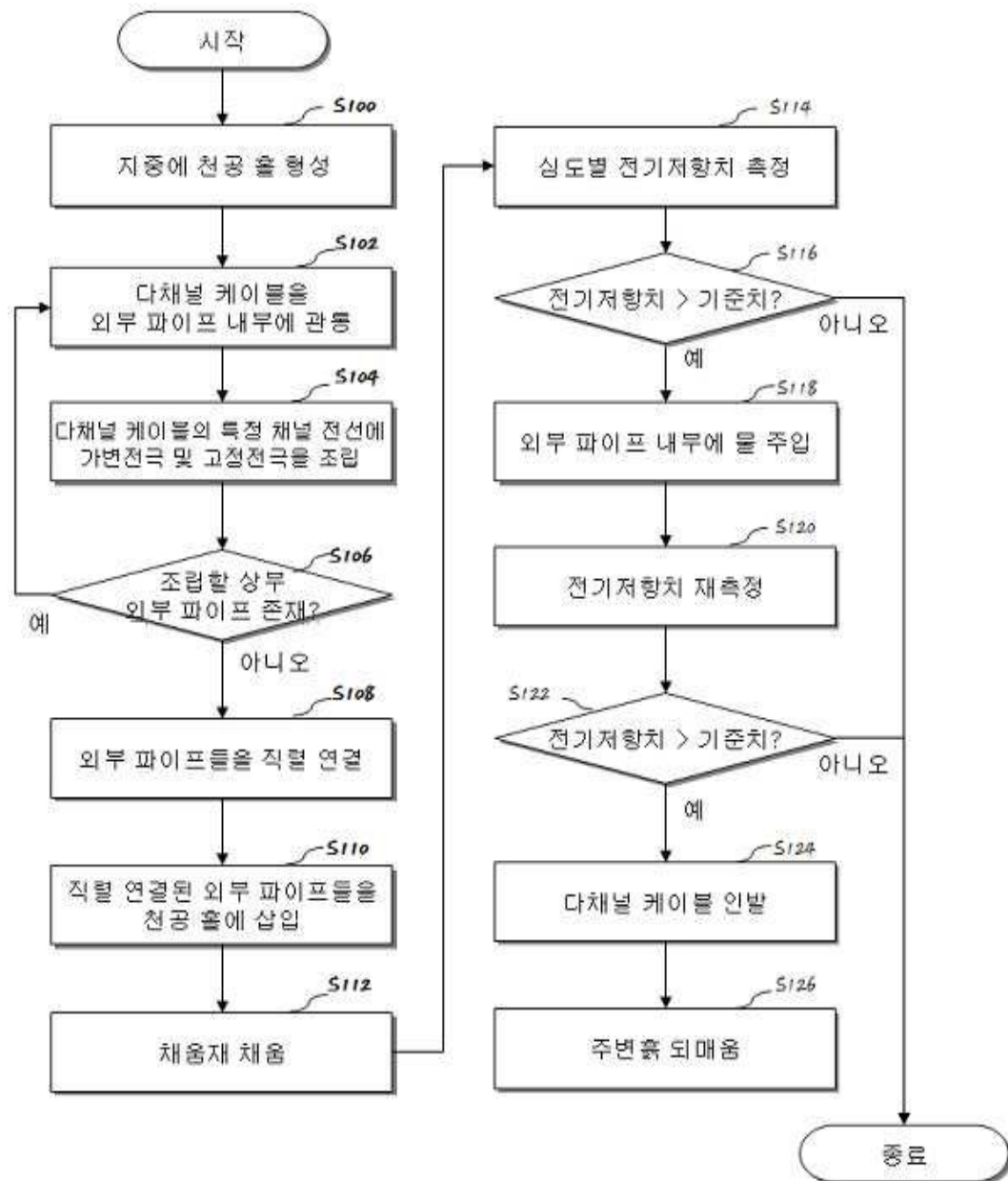
도면3c



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

전기비저항 토모그래피 장치

【변경후】

수직형 전기비저항 토모그래피 장치