(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0098957
(43) 공개일자 2019년08월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 27/52 (2006.01) *E02B 17/00* (2006.01)
E02D 27/42 (2006.01) *E02D 3/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02D 27/525 (2013.01)
E02D 27/425 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7014896
(22) 출원일자(국제) 2017년12월20일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년05월23일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/083909
(87) 국제공개번호 WO 2018/115176
국제공개일자 2018년06월28일
(30) 우선권주장
16206897.7 2016년12월24일
유럽특허청(EPO)(EP)
17157171.4 2017년02월21일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
오르스테드 윈드 파워 에이/에스
덴마크 프레데리시아 디케이 7000 크라프트바에크스베 53
(72) 발명자
스처프, 젠스
독일, 22605 함부르크, 파크스트라쎄 39
(74) 대리인
나승택

전체 청구항 수 : 총 16 항

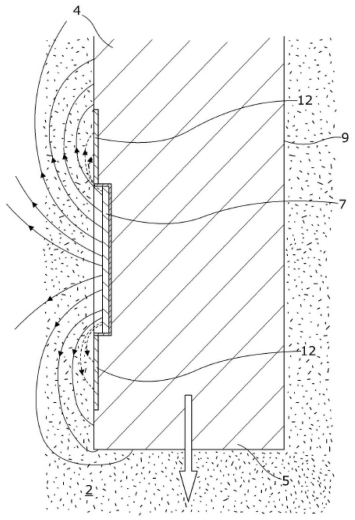
(54) 발명의 명칭 **구조물을 위한 기초**

(57) 요 약

연안 풍력 터빈과 같은 구조물에 대한 기초(1) 기초(1)는 토양(2)에 삽입하기 위한 원위 말단부(5) 및 측방향 표면(8,9)을 갖는 본체(4)를 포함한다. 측방향 표면(8,9)의 적어도 한 영역은 제1 전극을 형성한다. 제2 전극(7)은 본체(4)의 측방향 표면(8,9) 상에 제공되고, 제1 전극으로부터 전기적으로 절연된다. 본체(4)는 본체(4)가 토양(2)에 삽입되는 경우, 제2 전극(7)과 토양(2) 사이에 갭(11)을 형성하기 위한 간격 형성부(6)를 추가로 포함한다. 사용 시, 기초를 더욱 쉽게 설치하도록 토양에서 전기-삼투압을 유도하기 위해 전극 사이에 전위가 설정될 수 있다.

전위의 극성은 기초를 안정화하기 위해 또한 역전될 수도 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
E02D 3/00 (2013.01)
E02B 2017/0073 (2013.01)
E02D 2250/0061 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

구조물을 위한 기초로서,

적어도 한 영역이 제1 전극을 형성하는 측방향 표면 및 원위 말단부를 갖고 토양 내에 삽입하기 위한 본체; 및

상기 제1 전극으로부터 전기적으로 절연되는 제2 전극을 포함하되,

상기 제2 전극은 상기 본체의 측방향 표면 상에 제공되고, 상기 본체는 상기 본체가 상기 토양에 삽입되는 경우, 상기 제2 전극과 상기 토양 사이에 갭을 형성하기 위한 간격 형성부를 추가로 포함하는 기초.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 간격 형성부는 오목부를 포함하는 기초.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제2 전극은 상기 오목부 내에 제공되는 기초.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 간격 형성부는 상기 본체가 상기 토양에 삽입되는 경우, 상기 제2 전극으로부터 토양을 옮기기 위한 측방향 돌출부를 포함하는 기초.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 전극은 상기 제1 전극으로부터 이들 사이에 제공된 절연층에 의해 전기적으로 절연되는 기초.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극 사이의 전기장 세기의 공간 분포를 조절하기 위해 상기 본체의 측방향 표면 상에 제공되는 저항성 코팅을 추가로 포함하는 기초.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 유체를 상기 제2 전극의 표면에 공급하거나 상기 제2 전극의 표면으로부터 유체를 배수하기 위한 유체 포트를 추가로 포함하는 기초.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극을 전력 공급부에 연결하기 위한 단자를 추가로 포함하는 기초.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 본체는 상기 제1 전극으로 서 기능하기 위해 전기적으로 전도성인 기초.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 제2 전극을 추가로 포함하고, 상기 본체는 상기 본체가 상기 토양에 삽입되는 경우, 상기 복수의 제2 전극각각 하나와 상기 토양 사이에 갭을 형성하기 위해 복수의 간격 형성부를 추가로 포함하는 기초.

청구항 11

풍력 터빈으로서,

풍력으로부터 전기를 발생시키기 위한 발전기 조립체; 및

상기 발전기 조립체를 지지하기 위해, 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 기초를 포함하는 풍력 터빈.

청구항 12

구조적 기초 시스템으로서,

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 기초; 및

상기 본체를 상기 토양으로 용이하게 삽입하도록 상기 토양의 물을 상기 제1 전극으로 끌어들이기 위해 상기 제1 전극은 캐소드이고 상기 제2 전극은 애노드가 되도록, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 양단에 전위차를 인가하기 위한 전력 공급부를 포함하는 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 기초를 설치하는 방법으로서,

상기 제2 전극이 애노드로서 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 상기 양극 단자에 연결하는 단계;

상기 제1 전극이 캐소드로서 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 상기 음극 단자에 연결하는 단계;

상기 본체의 원위 말단부를 상기 토양에 삽입하는 단계, 및 상기 토양 내의 물을 상기 제1 전극으로 끌어 들임으로써 상기 본체를 상기 토양으로 용이하게 삽입하기 위한 전기-삼투압 효과를 생성시키도록 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 14

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따르고 상기 토양에 삽입된 기초를 안정화하는 방법으로서,

상기 제2 전극이 캐소드로서 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 상기 음극 단자에 연결하는 단계;

상기 제1 전극이 애노드로서 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 상기 양극 단자에 연결하는 단계;

상기 제1 전극으로부터 상기 토양의 물을 쫓아내도록 전기-삼투압 효과를 생성하기 위해 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 15

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따르고 상기 토양에 삽입된 기초를 조절하는 방법으로서,

상기 제2 전극이 애노드로서 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 상기 양극 단자에 연결하는 단계;

상기 제1 전극이 캐소드로서 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 상기 음극 단자에 연결하는 단계;

상기 토양의 물을 상기 제1 전극으로 끌어들이도록 전기-삼투압 효과를 생성하기 위해 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계; 및

상기 본체를 상기 토양 내에서 이동시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 16

기초로서,

표면의 적어도 한 영역이 제1 전극을 형성하며 토양에 삽입하기 위한 베이스; 및

상기 제1 전극으로부터 전기적으로 절연되는 제2 전극을 포함하되,

상기 베이스는 원위 대향 표면 상에 오목부를 추가로 포함하며, 상기 오목부는 상기 제2 전극을 포함하고 상기 베이스가 상기 토양에 삽입되는 경우, 상기 제2 전극과 상기 토양 사이에 갭을 형성하는 기초.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 구조물을 위한 기초 및 이를 설치하기 위한 방법과 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 건물, 벽, 시트 파일 벽, 연안 구조물, 및 풍력 터빈과 같은 구조물을 지지하기 위해 토양에 삽입될 수 있는 구조적 기초에 관한 것으로, 예를 들면 파일, 튜브형 파일, 폐쇄 말단형 파일, 모노파일, 버킷 기초, 흡입 버킷 기초, 흡입 파일 기초, 흡입 잠합 기초(suction caisson foundations), 흡입 앵커, 시트 파일, 스퍼드캔(spudcans), 얕은 또는 중력 기반 기초, 및 다른 형태의 일시적 및 영구적으로 얕거나 깊은 기초이다. 본 발명의 기초는 연안, 심해, 및 해안위치와 종종 관련 있는 바와 같이, 전형적으로 점토 또는 침니(실트, silt) 함량이 높고 수력 투과성이 낮은 토양에 가장 적합하다.

배 경 기 술

[0002] 기초를 토양으로 밀어 넣도록 일련의 축 방향 충격을 인가하기 위해 파일 해머를 사용하여 기초를 땅으로 밀어 넣음으로써, 구조적 기초는 설치된다. 파일을 밀어 넣음에 따라, 토양은 기초 파일에 의해 옮겨짐으로써, 주변 토양을 압축하고 기초 본체를 따라 축 방향 마찰력을 증가시킨다. 이에 따라, 이는 기초의 축 방향 내하중 용량을 증가시킨다. 그러나, 토양을 통해 기초를 밀어 넣으면서 극복해야 하는 전단력이 매우 크기 때문에, 여러 문제가 발생한다. 먼저, 파일을 밀어 넣기위해 요구되는 높은 충격력은 설치 중에 고장을 피하기 위해 기초 자체에 상당한 기계적 요건을 부과한다. 또한, 충격에 의해 발생된 소음이 매우 높을 수 있다. 연안 설치의 경우, 이는 해양 생물에 특히 중요한 환경 위험이 생긴다.

[0003] 이와 관련하여, 연안 구조물용 기초의 설치는 해양 생물에 물리적 및 행동적 으로 유해한 영향을 초래할 수 있다. 최근에, 이러한 설치 중에 발생된 소음을 완화하기 위한 상당한 노력이 이루어졌다. 예를 들어, 파일 작업 위치로부터 방출되는 소음의 수준을 감소시키기 위해, 버블 커튼은 파일 작업 장소 주위에 종종 필수가 된다. 그러나, 이러한 소음 완화 수단을 사용하면 연안 구조물의 설치에 상당한 비용을 더한다. 예를 들어, 각 파일 위치에 대해 버블 커튼을 설치될 필요가 있는 경우 전체 설치 시간이 상당히 증가한다. 또한, 버블 커튼과 별도의 버블 커튼 선(bubble curtain vessel)을 제공하는 데 드는 비용은 많고, 연안 풍력 파크 설치 에 상당한 비용을 추가한다. 치수가 증가하면 현재의 소음 완화 옵션을 불충분하게 할 수 있는 보다 큰 기초의 경우, 특히 문제이다.

[0004] 이를 해결하기 위해, 전기-삼투압을 사용하여 캐소드로서 작용하는 기초 본체 쪽으로 토양에 있는 물을 끌어 들임으로써, 연안 설치에서 파일을 밀어 넣는 저항을 감소시키는 쪽으로 연구가 되고 있다. 기초 본체와 주변 토양 사이의 계면에 서 기공 수압(pore water pressure)은 축적되고, 효과적인 응력을 감소시킴으로써 토양 알갱이와 기초 표면 사이의 마찰을 낮춘다. 이는 기초를 바닥으로 밀어 넣기 에 필요한 전단 저항을 감소시킴으로써 윤활 효과를 갖는다. 따라서 이는 더 낮은 충격 횟수와 더 낮은 구동/해머 에너지로 설치를 달성시킬 수 있으며, 결과적으로 설치가 더 빠르고 소음 방지가 줄어든다.

[0005] 미국 특허 제4,157,287호는 이렇게 전기-삼투압을 이용하여 파일을 밀어 넣는 시스템 하나를 개시한다. 미국 특허 제4,157,287호에서, 전기 전도성 튜브형 파일은 그의 외부 측 방향 표면 상에 전기 절연 코팅이 제공되고, 그의 내부 측 방향표면은 캐소드를 형성하기 위해 노출되어 있다. 그 다음, 하나 이상의 애노드는 파일에 인접한 해저 상으로 위치하고, 직류 전류가 적용되어 하단에서의 개봉 말단부에서 파일 외측 아래의 토양을 통해 캐소드 내부를 향해 이동시킨다. 그러나, 이러한 배열에 여러 가지 문제가 있다. 첫째, 미국 특허 제4,157,287호의 시스템은 애노드가 파일에 인접한 해저 상에 설치되도록 요구한다. 이는 설치에 있어서 설치시간과 비용에 상당한 부담을 준다. 둘째, 전기-삼투압 효과를 달성하도록 충분한 전기장 세기를 생성하기 위해 매우 높은 전압이 요구되는데, 이는 전극 사이의 거리가 길기 때문이고, 그 자체가 위험하다. 셋째, 높은 전압 때문에, 파일의 전체 외부에 걸친 전기 절연체의 무결성은 단락(short circuiting) 회피에 있어서 결정적이다. 이는 이 시스템에 사용하기 위한 이러한 파일을 훨씬 더 비싸고 결함이 거의 없게 제조하도록 만든다. 현실적으로, 이는 기술이 상업적으로 의존하기에 너무 위험함을 의미하며, 설치 중에 코팅이 고장 났을 경우, 버블 커튼과 더 큰 해머가 비상 수단으로서 그 위치에서 여전히 요구될 것이다. 이와 같이, 모든 잠재적인 비용 절감이 무효화된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 종래 기술에 대한 상기 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 적어도 일부 영역이 제1 전극을 형성하는 측방향 표면, 및 토양에 삽입하기 위한 원위 말단부를 갖는 본체; 상기 제1 전극으로 부터 전기적으로 절연되는 제2 전극을 포함하고, 상기 제2 전극은 상기 본체의 측방향 표면 상에 제공되고, 상기 본체는 상기 본체가 상기 토양에 삽입되는 경우, 상기 제2 전극과 상기 토양 사이에 갭을 형성하기 위한 간격 형성부를 추가로 포함하는 구조물용 기초가 제공된다.

[0008] 이 방식으로, 본 발명은 기초 조립체 자체가 제1 및 제2 전극을 포함하는 배열을 제공한다. 이는 해저 위에서나 해저 안에 별도의 반대 전극을 제공하고 설치할 필요가 없고, 그 대신 전기적 전위차가 기초 자체 주변에 있는 토양의 상이한 영역 사이에 생성됨으로써 전기-삼투압을 유도하고 따라서 토양을 통한 물의 펌핑에 영향을 줄 수 있다. 동시에 기초의 상이한 영역 사이에 전위차가 생성될 수 있기 때문에, 전극 사이의 거리는 별도의 애노드 배열을 갖는 종래 기술 배열과 연관된 것보다 상당히 짧고 더 국부화될 수 있다. 이에 따라, 전기-삼투압성 흐름을 유도하기 위한 충분히 센 전기장을 여전히 발생시키면서 낮은 전압을 사용할 수 있게 한다. 이와 같이, 제2 전극이 애노드이고 본체를 캐소드로 설치하는 중에, 주변 토양의 물은 본체로 끌리고, 토양을 연화시키고, 그 측방향 표면 위로 윤활막을 형성한다. 이는 기초를 더욱 쉽게 밀어 넣을 수 있게 하고, 제2 전극 주변의 탈수된 토양의 접착이 간격 형성부의 제공에 의해 완화된다.

[0009] 구현예에서, 간격 형성부는 오목부를 포함하고, 제2 전극은 오목부 내에 제공된다. 이 방식으로, 오목부의 깊이는 토양으로부터 제2 전극을 분리하기 위한 갭을 생성하고, 그 다음 상기 토양 내로 토양의 물이 전해성 연결을 설정하기 위해 배수될 수 있다. 즉, 제2 전극이 애노드가 되도록 전기가 인가되면, 갭의 물은 애노드로부터 빠져 나와 상기 토양 내로 밀려 들어갈 것이다. 결국, 이는 갭 내에 진공을 초래할 수 있다.

[0010] 구현예에서, 간격 형성부는 본체가 토양에 삽입되는 경우, 제2 전극으로부터 토양을 옮기기 위한 측방향 돌출부를 포함한다. 이 방식으로, 기초가 아래로 밀어 넣어짐에 따라, 리지(ridge) 또는 비드와 같은 돌출부에 의해 제2 전극의 표면으로 부터 토양은 압축된다. 이는 돌출부의 원위 선두 에지 뒤에 갭을 생성하고, 그 다음 이를 통해 토양 내의 그리고 해저로부터의 물이 토양의 전해성 연결을 설정하기 위해 배수될 수 있다.

[0011] 구현예에서, 제2 전극은 제1 전극으로부터 이들 사이에 제공된 절연층에 의해 전기적으로 절연된다. 이는 기초 본체를 하나의 재료로 형성하는 것을 허용함으로써 제조를 단순화하며, 절연층이 여기에 적층되고, 제2 전극은 전기적으로 적층에 의해 상기 본체로부터 전기적으로 절연된다. 절연층은 제2 전극을 제1 전극에 고정하기 위한 접착제로서 제공될 수 있다. 예를 들어, 절연층은 접착제 액적을 포함하는 분무법으로 위에 분무될 수 있다.

[0012] 구현예에서, 기초는 상기 제1 및 제2 전극 사이의 전기장 세기를 조절하기 위해 상기 본체의 상기 측방향 표면 상에 제공된 저항성 코팅을 추가로 포함한다. 이 방식으로, 제2 전극과 본체 사이의 접합부에 바로 인접하는 영역에서 전기장 세기가 과도하게 높이 발생하는 것을 피할 수 있다. 이로서, 사용 시 제2 전극에 연결된 전도체는 전류를 덜 운반해야 하고, 따라서 덜 가열되고 이에 따라 더 작은 단면을 구비할 수 있다. 동시에, 애노드 바로 옆의 본체 표면적을 향해 물을 과량 배수하는 것도 역시 회피된다. 결과적으로, 저항성 코팅은 윤활 효과를 안정화하기 위해 사용될 수 있다. 일부 구현예에서, 저항성 코팅은 제2 전극에 더 가까운 전기장 세기를 점진적으로 완화시키기 위해 점진적으로 될 수 있다. 예를 들어, 절연층이 분무되는 구현예에서, 저항성 코팅은 분무 밀도를 점진적으로 해서 제공될 수 있다. 이 방식으로, 완전 절연성 및 전도성 사이의 매끄러운 전이는 분무된 페인트/접착제 액적을 더 희박하게 할 때에 제공될 수 있다.

[0013] 구현예에서, 기초는 유체를 제2 전극 표면에 공급하거나 제2 전극 표면으로부터 유체를 배수하기 위한 유체 포트를 추가로 포함한다. 이 방식으로, 설치 구동단계 중에 제2 전극이 애노드로 기능하는 경우, 유체는 제2 전극에 공급되어 물이 전극으로부터 떨어져 토양 내로 펌핑되고 잠재적으로 진공 또는 비전도성 수증기 영역 공간을 남기면서 전해성 전도를 유지할 수 있다. 유체의 공급은 제2 전극과 토양 사이의 갭을 유지하는 것을 또한 보조할 수 있어서, 유동성 물 쿠션(fluid water cushion)을 제공한다. 반대로, 안정화 작업 중에 제2 전극이 캐소드로서 기능하는 경우, 유체는 제2 전극 부위로부터 유체를 뽑아내어 배출구를 통해 다른 곳으로 펌핑할 수 있다. 이는 제2 전극 주위의 토양에서 과도한 연화를 피하게 할 수 있다. 바람직하게는, 유체 포트와 유체 펌프 사이에 유체 연통을 제공하기 위해, 유체 포트는 유체 파이프 시스템에 연결된다. 바람직하게는, 유체 파이프 시스템은 기초의 근위 말단부로 연장된다. 바람직하게는, 유체 파이프 시스템은 단락을 방지하기 위해 전기적으로 절연된 보어를 포함한다. 설치 후, 유체 포트와 배관 시스템은 격납(grout)이나 레진으로 밀봉되어 기초가 주기적인 하중을 겪는 동안 이 영역으로 물이 들어가는 것을 방지할 수 있다. 또한, 구현예에 있어서 유체가 순환될

수 있도록, 제2 유체 포트 및 제2 배관 시스템도 제공될 수 있다. 이는 전기-삼투압 효과 또는 전기 화학적 토양 시멘트 주입법을 최적화하기 위해 전해질을 순환시키도록 사용될 수 있다.

[0014] 구현예에서, 상기 기초는 상기 제1 및 제2 전극을 전력 공급부에 연결하기 위한 단자를 추가로 포함하고 있다. 바람직하게는, 단자는 전력 공급부에 부착하기 위한 이동 가능한 부착 말단부를 포함한다. 이 방식으로, 부착 말단부를 이동하면 기초로부터 부착 지점까지 전달되는 충격력을 완화할 수 있다. 이와 관련하여, 부착 말단부는, 예를 들어 단자 재료에 형성된 스프링 형성부를 가짐으로써 힘의 완화를 위해 탄성적으로 이동 가능할 수 있다. 대안적인 배열에서, 슬라이딩 가능한 접촉부가 제공될 수 있다. 자석 및/또는 탄성 멤브레인을 사용하여 연관된 반대 표면과 슬라이딩 가능한 접촉부의 접촉을 유지할 수 있다.

[0015] 구현예에서, 본체는 제1 전극으로서 기능하기 위해 전기적으로 전도성이다.

[0016] 이 방식으로, 기초 본체의 벌크 재료는 통상적인 제1 전극을 형성할 수 있다. 예를 들어, 본체는 본체에 접촉하는 개체와 안전 문제를 최소화하기 위해 0 V 전위로 접지될 수 있다.

[0017] 구현예에서, 기초는 복수의 제2 전극을 추가로 포함하고, 상기 본체는 상기 본체가 토양에 삽입되는 경우, 상기 복수의 제2 전극 각각 하나와 상기 토양 사이에 갭을 형성하기 위해 복수의 간격 형성부를 추가로 포함한다. 이 방식으로, 기초의 더 큰 영역에 걸쳐 전기-삼투압 효과를 생성하기 위해, 다수의 제2 전극이 기초위에 제공될 수 있다. 일부 구현예에서, 복수의 제2 전극은 사용 시 공통 전위를 갖도록 구성된다. 일부 구현예에서, 복수의 제2 전극은 각각의 제2 전극이 토양 표면 아래에 있을 때까지 그들의 작동을 제한하기 위해 선택적으로 활성화될 수 있다. 일부 구현예에서, 복수의 제2 전극 및 관련된 간격 형성부는 기초 본체 상에서 상이한 수직 레벨로 설정되어 배열될 수 있다. 일부 구현예에서, 복수의 제2 전극은 사용 시 상이한 전위를 갖도록 구성된다. 예를 들어, 중공형 기초의 내측 및 외측 상의 전극의 전위는 표면 사이에 상이한 수준의 윤활을 제공하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 버킷 기초의 내부 및 외부는 플러그 리프트(plug lift)의 문제를 해결하기 위해 제어될 수 있다. 흡입 보조의 설치 단계 중에 흡입력이 충분히 높아 샌드층을 덮는 점토층을 버킷 내부에서 리프팅시키는 경우, 플러그 리프트는 일어난다. 이를 해결하기 위해, 버킷 외측에서의 윤활은 흡입 요구 압력을 감소시키기 위해 전위를 더 높이 사용함으로써 최대화될 수 있다. 동시에, 플러그가 상방으로 활주하는 것을 방지하기 위해서 버킷 기초의 내부와 플러그 사이의 마찰이 충분하도록, 버킷 내측에서의 윤활은 더 낮은 레벨로 설정되거나 심지어 역전될 수 있다.

[0018] 구현예에서, 본체의 원위 말단부는 내부 공동에 애퍼처 개구를 포함한다. 이 방식으로, 기초는 말단부가 개봉된 중공형 본체로서 제공될 수 있다. 즉, 본체의 원위 말단부에서의 파일 발끝 부분은 그의 내부 측방향 표면에 의해 정의된 기초의 중공형 내부로 애퍼처를 정의할 수 있다.

[0019] 구현예에 있어서, 본체는 튜브형이다. 예를 들어, 기초는 모노파일일 수 있고, 10 m 또는 20 m 길이 초과인 길쭉한 튜브형 본체를 가질 수 있다. 다른 구현예에서, 상기 기초는 원형 족적을 갖는 버킷 기초일 수 있고, 버킷 기초는 4 내지 16 m의 직경 및 2 내지 30 m의 수직 길이, 및 바람직하게는 7 내지 12 m 및 2 내지 9 m의 침투 깊이를 가질 수 있다. 본체가 중공형 공동을 갖는 구현예에서, 본체는 내부 측방향 표면을 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 풍력으로부터 전기를 발생시키기 위한 발전기 조립체; 및 상기 발전기 조립체를 지지하기 위해 상기 내용에 따른 기초를 포함하는 풍력 터빈이 제공된다. 이 방식으로, 기초는 풍력 터빈의 베이스를 제공할 수 있으며, 풍력 터빈 발전기 조립체의 나셀(nacelle) 및 회전자는 상기 기초 위에 지지된다. 풍력 터빈은 예를 들어 연안에 설치될 수 있다.

[0021] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 상기 내용에 따른 기초; 및 토양 내로 본체를 용이하게 삽입하도록 제1 전극으로 상기 토양의 물을 끌어 들이기 위해 제1 전극은 캐소드이고 제2 전극이 애노드가 되도록, 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하기 위한 전력 공급부를 포함하는 구조적 기초 시스템이 제공된다. 구조적 기초 시스템은 유체를 제2 전극으로 공급하거나 제2 전극으로부터 배수하기 위해, 상기 제2 전극의 표면과 유체 연통하는 유체 펌프를 추가로 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 상기 내용에 따른 기초를 설치하는 방법이 제공되고, 상기 방법은 상기 제2 전극이 애노드로 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 양극 단자에 연결하는 단계; 상기 제1 전극이 캐소드로 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 음극 단자에 연결하는 단계; 상기 본체의 원위 말단부를 상기 토양에 삽입하는 단계 및 상기 토양 내의 물을 상기 제1 전극으로 끌어 들임으로써 상기 본체를 상기 토양으로 용이하게 삽입하기 위한 전기-삼투압 효과를 생성시키도록 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계를 포함한다. 이 방식으로, 기초는 토양 내로 더 쉽게 밀어 넣을 수 있다.

[0023] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 상기 내용에 따른 기초를 안정화하는 방법이 제공되고, 상기 방법은 상기 제2 전극이 캐소드로 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 음극 단자에 연결하는 단계; 상기 제1 전극이 애노드로 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 양극 단자에 연결하는 단계; 상기 토양 내의 물을 상기 제1 전극으로부터 쫓아내는 전기-삼투압 효과를 생성시키기 위해 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계를 포함한다. 이 방식으로, 기초의 본체 주변의 토양은 상기 기초 본체와 상기 토양 사이의 전단 저항을 강화시키기 위해 굳어질 수 있다. 이는 기초를 안정화시킨다. 실제로, 토양과 기초 사이의 계면 강도가 정상 수준으로 복구될 수 있을 뿐만 아니라, 추가적인 토양 굳어짐의 효과는 잠재적으로 계면 강도가 이 수준을 넘어 향상되도록 할 수 있다. 또한, 이 효과는 또한 기초에 가까운 부근을 넘어 연장될 수 있다. 또한, 안정화 공정은 또한 설치 공정 중에 토양에서 발생되었을 수 있는 산성화를 적어도 부분적으로 중화시키는 데 도움이 될 수도 있다. 즉, 캐소드로 작용하는 제2 전극으로, OH- 이온은 주변의 토양 내의 기공 물(pore water)에서 생성되고, 이는 설치 공정 중으로부터 남은 H^+를 중화시킬 수 있다.

[0024] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 토양으로 삽입된 기초를 상기 내용에 따라 조절하는 방법이 제공되고, 상기 방법은 상기 제2 전극이 애노드로 기능하기 위해 상기 제2 전극을 전력 공급부의 양극 단자에 연결하는 단계; 상기 제1 전극이 캐소드로 기능하기 위해 상기 제1 전극을 상기 전력 공급부의 음극 단자에 연결하는 단계; 상기 토양 내의 물을 상기 제1 전극으로부터 끌어 들이는 전기-삼투압 효과를 생성시키기 위해 상기 제1 및 제2 전극 양단에 전위차를 인가하는 단계; 및 상기 토양 내에서 상기 본체를 이동시키는 단계를 포함한다. 이 방식으로, 기초는 보다 쉽게 조절될 수 있고, 예를 들면 토양으로부터 기초를 후퇴시킬 수 있다 이 방법은 또한 기초의 위치를 조절하기 위해 사용될 수도 있고, 예를 들어 극한 하중으로 인해 이동한 기초를 리셋할 수 있다. 이는 구조물을 곧게 하기 위해 버킷을 재레벨링하기 위해 마찰을 감소시킴에 의한 것으로 버킷 기초와 특히 관련될 수 있다. 점토성이 강한 토양에서 버킷 기초의 종래 재레벨링 방법은 매우 어려울 수 있는데, 그 이유는 버킷 기초를 제거하기 위해 필요한 수압이 그 밑의 토양을 갈라지게 할 위험이 있기 때문이다. 이는 종종 경사진 버킷 기초를 재사용할 수 없음을 의미하고, 버킷은 대신에 진흙 선에서 절단되어 제거되어야 한다. 따라서, 본 발명의 구현예는 구조물이 허용 가능한 한계를 넘어 경사진 이후, 보정되어야 할 단일 버킷의 상승을 제공한다.

[0025] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 상기 토양으로 밀어 넣기 위한 파일이 제공되며, 상기 파일은, 캐소드로서 역할하기 위한 제1 전극 영역 및 애노드로서 역할하기 위한 제2 전극 영역을 갖는 세장형 본체; 및 상기 파일을 상기 토양으로 밀어넣을 때에 상기 제2 전극 영역으로부터 토양을 옮기기 위해 상기 세장형 본체에 제공되는 간격 형성부를 포함한다.

[0026] 추가적인 본 발명의 배열에 따르면, 적어도 하나의 영역은 제1 전극을 형성하고 토양에 삽입되는 베이스; 상기 제1 전극으로부터 전기적으로 절연되는 제2 전극을 포함하고, 상기 베이스는 원위 대향 표면 상에 오목부를 추가로 포함하되, 상기 오목부는 상기 제2 전극을 포함하고 상기 베이스를 상기 토양으로 밀어 넣는 경우, 상기 제2 전극과 상기 토양 사이에 갭을 형성하는 기초가 제공된다. 이 방식으로, 중력 기반 기초 또는 스퍼드캔과 같은 기초에 전기-삼투압 효과가 제공될 수 있다. 중력 기반 기초는, 예를 들어 측방향 힘 및 전복 모멘트에 대한 안정성을 제공하기 위해 넓은 접촉 영역에 걸쳐 분포되는 중량에 의존한다. 그러나, 과량의 기공 압력이 주기적 부하로 인해 기초 아래에 시간이 지남에 따라 축적될 수 있다. 결과적으로, 용이한 설치 외에 본 발명의 배열로 달성된 전기-삼투압 효과는 기공 압력을 감소시키고 기초 아래의 약한 토양을 강하게 하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어 이는 보다 작은 기초 치수를 사용하거나, 설치 이전에 부드러운 토양을 준설할 필요성을 피하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 이제 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 예시적인 구현예가 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 제1 구현예에 따른 기초의 단면도를 도시한다.

도 2는 도 1에 도시된 영역 A의 확대도를 도시한다.

도 3은 전기장 선이 도시된 도 2에 도시된 영역의 표시를 도시한다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 구현예에 따른 기초, 시스템 및 방법을 사용

하여 설치되고 있는 연안 풍력 터빈의 개략도를 도시한다.

도 5는 본 발명의 제2 구현예에 따른 기초의 단면도를 도시한다.

도 6은 본 발명의 제3 구현예에 따른 기초의 단면도를 도시한다.

도 7은 도 6에 도시된 영역 A의 확대도를 도시한다.

도 8은 본 발명의 제4 구현예에 따른 기초의 원위 말단부 영역의 단면도를 도시한다.

도 9는 본 발명의 제5 구현예에 따른 기초의 원위 말단부 영역의 단면도를 도시한다.

도 10은 본 발명의 제6 구현예에 따른 기초의 원위 말단부 영역의 단면도를 도시한다.

도 11은 본 발명의 제7 구현예에 따른 기초의 원위 말단부 영역의 사시도를 도시한다.

도 12는 본 발명의 제8 구현예에 따른 파일 기초의 사시도를 도시한다.

도 13a 내지 도 13c는 도 12에 도시된 제8 구현예의 특징부의 확대도를 도시하고, 도 13(a)는 연결부를 도시하고, 도 13(b)는 중간 간격 형성부를 도시하고, 도 13(c)는 원위 간격 형성부 및 세척 채널을 도시한다.

도 14는 추가 구현예에 따른 연결부의 사시도를 도시한다.

도 15는 대안적인 본 발명의 배열의 일 구현예에 따른 스퍼드캔 기초를 갖는 잭-업 리그(jack-up rig)의 측면도를 개략적으로 도시한다.

도 16은 도 15에 도시된 스퍼드캔의 단면도를 확대하여 도신한다.

도 17a 내지 도 17c는 다른 구현예에 따른 스퍼드캔 기초를 도시하고, 도 17(a)는 상부 사시도를 도시하고, 도 17(b)는 하부 사시도를 도시하고, 도 17(c)는 스퍼드캔의 절단부를 통한 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 18a 내지 도 18d는 네 개의 추가적인 스퍼드캔 구현예를 통한 단면도를 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 도 1은 본 발명의 제1 구현예에 따른 기초(1)의 단면도를 도시한다. 이 구현예에서, 기초(1)는 연안 풍력 터빈(30)을 위한 모노파일이다. 기초(1)는 해수면 위의 풍력 터빈(30)을 지지하기 위한 근위 말단부(3) 및 토양(2) 내에 삽입된 원위 말단부(5)를 갖는 속이 빈 튜브형 본체(4)를 포함한다. 본체(4)는 이의 외부 측방향 표면(8) 및 내부 측방향 표면(9)이 제1 전극으로서 기능할 수 있게 하기 위해 전기적으로 전도성이다. 본 구현예에서, 다른 구성이 가능하지만, 본체(4)는 물질 전체에 걸쳐 전기 전도성을 제공하기 위해 금속으로 형성된다. 예를 들어, 다른 물질이 사용될 수 있고/있거나 전도성 코팅을 노출 표면에 적용함으로써 전도성 영역은 형성될 수 있다. 본체(4)를 전력 공급부(미도시)에 전기적으로 연결하기 위해 본체(4)의 근위 말단부(3)에 제1 단자(40)가 제공된다.

[0029] 오목부(6)는 본체(4)의 원위 말단부(5)를 향해 형성되어, 외부 측방향 표면 주위로 원주형 채널을 제공한다. 제2 전극(7)은 오목부(6) 내에 안착되어 있고 배선(미도시)에 의해 본체(4)의 근위 말단부(3)에서 제2 단자(41)에 전기적으로 연결된다.

[0030] 도 2는 도 1에 식별된 영역 A의 확대도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 오목부(6)는 본체의 원위 말단부(5)에 인접한 본체(4)의 외부 측방향 표면(8)의 영역에 걸쳐 수직으로 연장된다. 오목부(6)는 절연층(10)으로 라이닝되고, 제2 전극(7)은 오목부(6) 내의 절연층(10) 상에 안착되어 본체(4)로부터 전기적으로 절연된다. 사용 시, 제2 전극(7)은 제2 단자(41)를 통해 전력 공급부에 전기적으로 연결됨으로 써, 제1 전극으로서 작용하는 본체(4)와 제2 전극(7) 사이의 전위차를 설정한다.

[0031] 제2 전극(7)이 오목부(6) 내에 완전히 안착됨에 따라, 본체(4)의 외부 측방향 표면(8)에 의해 정의되는 평면과 제2 전극의 측방향 표면 사이에 갭(11)이 형성된다. 바람직하게는, 오목부(6)에 의해 형성된 갭(11)은 약 05 cm 내지 1 cm 깊이이다. 본체(4)가 토양(2) 내에 삽입되는 경우, 토양 입자는 본체(4)에 의해 제2 전극(7)의 표면으로부터 떨어져서 옮겨진다. 동시에, 기초(4)의 하부 말단부(5)가 위의 해수로부터 토양을 침투함에 따라, 물은 이 갭(11)에 포획될 것이다. 더불어 전기장이 인가되지 않는 동안, 주변 토양으로부터의 기공 물(pore water)은 갭 내로 또한 이동할 수 있다.

[0032] 저항성 코팅 영역(12)은 본체(1)의 외부 측방향 표면(8) 상에 제공되고, 제2 전극(7)의 양측으로 수직 연장된다. 저항성 코팅 영역(12)은, 본체(4)와 제2 전극(7) 사이에서 발생되는 토양에서의 전기장 세기 분포를 제어하도록 작용한다. 즉, 전위차가 전극 양단에 인가되는 경우, 저항성 코팅 영역(12)은 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 전극(7)의 근처에 있는 전기장 세기를 감소시키는 역할을 한다. 이에 따라, 제2 전극(7)과 본체(4)

사이의 접합부에 바로 인접하는 영역에서 전기장 세기가 전극 사이의 짧은 거리 때문에 과도하게 높이 생성되는 것을 피하게 하고, 그렇지 않으면 물을 기화시킬 가능성도 있다. 일부 구현예에서, 저항 효과를 줄이기 위해 제2 전극으로부터 거리가 증가함에 따라 저항성 코팅(12)은 점진적으로 테이퍼질 수 있다. 이 방식으로, 제2 전극(7)으로부터 연장되는 전기장을 더 균일하게 달성하기 위한 근접성때문에, 증가된 전기장 세기를 점진적으로 상쇄하기 위해 저항 테이퍼가 사용될 수 있다.

[0033] 도 3은 도 2에 기초하며, 제2 전극(7)이 애노드이고 본체(4)가 캐소드인 경우에 발생되는 전기장을 대략적으로 표시한 것을 나타낸 것으로, 기초가 땅 속으로 밀어 넣어질 때 적용되는 극성을 반영한다. 이와 관련하여, 이 설치 구동 단계 중에 바람직하게는 약 +40 V 내지 +400 V, 가장 바람직하게는 약 +80 V 미만의 양의 전압이 제2 전극(7)에 인가된다. 약 +80 V 미만의 전압에서는 전압은 안성맞춤으로 위험 수준 미만이다. 동시에, 본체(4)는 바람직하게는 0 V 전위를 갖도록 접지되어 캐소드로서 기능한다. 이 방식으로, 본체(4) 자체가 0의 전위를 갖기 때문에, 설치 중에 다른 본체와의 접촉으로부터 안전 위험 요소를 제공하지 않는다. 즉, 기초의 하전된 영역은 제2 전극(7)에서 토양(2) 아래에 매립되는 본체의 원위 말단부에 대해 격리된다.

[0034] 도 4a 내지 도 4c는 설치 중인 도 1 내지 도 3의 기초를 개략적으로 도시한 다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 기초(1)의 본체(4)는 설치선(installation vessel)(15) 상의 파일 구동 리그(pile driving rig)에 의해 위치하고, 원위 말단부(5)는 토양(2) 내에 약간 잠긴 상태이다. 일단 제2 전극(7)이 토양으로 덮이면, 설치선(15) 상의 DC 전력 공급부가 제1 및 제2 단자(40, 41)를 통해 전위차를 인가하기 위해 사용될 수 있다. 바람직하게, 본체(4)는 접지되고, 약 +80 V의 양의 전압은 제2 전극(7)에 인가된다. 이는 제2 전극(7)과 본체(4) 사이의 +80 V 전위차를 초래하여 그들 사이의 토양을 통해 전기장을 생성하며, 도 3에 도시된다.

[0035] 도 3에 도시된 전기장 효과는 전기-삼투압 효과가 기초 주위의 토양에 유도된다는 것이다. 구체적으로, 토양 내에서 음으로 하전된 토양 입자는 입자 사이의 미결합 물 구역 내 및/또는 이중층 내에 놓이는 기공 물 유체에 의해 둘러싸인다. 전기장을 인가하면, 본체(4)에 의해 제공되며 음으로 하전된 캐소드 쪽으로 이 기공 물의 일부를 이동시킨다. 이는 본체(4)의 측방향 표면(8)에 인접한 토양에서 토양 수분을 증가시킴으로써 본체(4)와 토양(2) 사이의 계면을 윤활하는 효과를 갖는다. 또한, 물은 또한 계면 내로 압착되어 계면에서 윤활성 수막을 형성시켜서, 물은 토양 접촉 응력이 더 작은 영역으로 상향 이동함으로써, 상부 영역에서 윤활 효과를 가속시킨다. 동시에, 제2 전극(7)에 의해 제공되며 양으로 하전된 애노드는 기공 물을 쫓아내도록 역할한다. 이는 주변 토양에서 토양 수분의 결과적인 감소를 초래하지만, 오목부(6)에 의해 제공된 갭(11)은 이 탈수된 영역이 제2 전극(7)의 표면에 붙는 것을 피하게 한다.

[0036] 전기-삼투압 효과가 생기면, 기초(1)는 토양과 본체(4)의 측방향 면 사이의 전단 저항이 감소됨에 따라 토양(2) 내로 더욱 쉽게 밀어 넣을 수 있다. 이와 같이, 설치를 완료하기 위해 충격 횟수 및/또는 충격력이 더 낮게 요구되고, 소음을 감소시키고 이에 따라 다른 소음 감소 조치에 대한 필요성을 피하게 한다. 실제로, 특히 부드럽고 촉촉한 점토를 갖는 일부 위치에서 전기-삼투압 효과는 충분할 수 있어서, 가중 발라스트 단독 및/또는 흡입 버킷 기초와 유사한 내부 흡입을 사용하여 파일 기초(1)를 토양(2)으로 밀어 넣을 수 있다. 또한, 버킷 기초의 경우에 요구되는 흡입 압력이 감소될 수 있고, 이는 더 작은 직경의 기초를 지면에 더 깊이 설치시킬 수 있다.

[0037] 도 4b에 도시된 바와 같이 기초의 원위 말단부(5)가 요구되는 깊이에 도달하면, 전력 공급부를 꺼서 토양(2)과 몸체(4)의 측방향 면 사이의 전단 저항을 회복할 수 있다. 이는 전기-삼투압 효과를 정지시키고 그 윤활을 감소시켜 기초를 안정화시킨다. 그러나, 이러한 안정화는 시간이 걸릴 수 있다. 이는 점토가 매우 낮은 투과성을 갖기 때문이고, 따라서 기초 근처에 있는 과도한 기공 압력이 토양으로 다시 소멸하는 데 시간이 걸릴 수 있기 때문이다. 따라서, 본체(4)가 애노드로서 역할하고 제2 전극(7)이 캐소드로서 작용하도록 전력 공급부의 극성을 일시적으로 반대로 함으로써 안정화가 선택적으로 더욱 향상될 수 있다. 이는, 기공 물이 본체(4)의 측방향 표면(8)으로부터 멀리 구동되도록 도 3에 도시된 전기장을 반대로함으로써, 본체(4)와 토양(2) 사이의 계면의 접착 세기를 향상시킨다. 도 4c에 도시된 바와 같이, 풍력 터빈(30)은 그 후 기초(1)의 상부에 설치될 수 있다. 이 효과는 또한 주기적으로 하중을 받는 중에 축적되었을 수 있는 축 방향 또는 단일 파일 기초 주위의 과도한 기공 압력을 제거하기 위해 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0038] 도 5는 본 발명의 제2 구현예를 도시한다. 본 구현예에서, 기초(1)는 재킷 구조(미도시)의 연결 다리(32)를 지지하기 위한 버킷 기초로서 제공된다. 제2 구현예는 제1 구현예와 동일한 방식으로 기능하며, 버킷 본체(4)의 측방향 측면은 도 1에 도시된 튜브형 모노파일의 측방향 측면에 대응한다. 버킷 본체(4)는 버킷의 중공형 내부 공동 내로 애퍼처를 정의하는 원위 말단부(5)에서 스커트 팁(skirt tip)을 갖는다. 원주형 오목부(6)는 본체의 원위 말단부(5) 근처의 외부 측방향 표면(8) 상에 제공된다. 제1 구현예에서와 같이, 제2 전극(7)은 오목부(6)

내에 놓인다. 설치 중, 본체(4)는 다시 접지되고 +200 V인 양의 전위를 제2 전극(7)에 인가하여 기초를 토양(2) 내로 더욱 쉽게 설치할 수 있도록 토양 내의 기공 물을 본체(4)로 끌어 들인다.

[0039] 도 6은 제1 구현예와 마찬가지로 모노파일 기초(1)에 관한 본 발명의 제3 구현예를 도시한다. 그러나, 이 구현예에서, 복수의 제2 전극(7) 및 관련 오목 형성부(6)가 기초 본체 상에 제공되며, 이들 각각은 제1 구현예의 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된 제2 전극과 동일한 방식으로 기능한다.

[0040] 이 연결에서, 본체(4)의 원위 말단부(5)를 향하여 제공된 제2 전극(7)의 제1 세트가 이 구현예에는 존재하고, 외부(8) 및 내부(9) 측방향 표면 모두 그 위에 위치한다. 또한 본체의 수직 길이 위로, 외부(8) 및 내부(9) 측방향 표면 모두 그 위에 다시 제공된 제2 전극(7)의 제2 세트가 제공된다. 다른 구현예에서, 제2 전극의 추가 세트가 본체의 수직 길이를 따라 제공될 수 있음을 이해할 것이다. 사용 시, 제2 전극은 공통 전위를 가지도록 구성되어, 각각의 제2 전극(7)과 접지된 본체(4) 사이에 전위차가 발생함으로써 토양 각각의 인접한 영역에 전기-삼투압 효과를 생성하도록 한다. 즉, 제2 전극(7)의 제2 세트가 여전히 토양(2) 위에 있는 설치 초기 단계 중에 단락을 피하기 위해, 전력 공급부 회로로부터 제2 전극(7)의 제2 세트를 분리하는 스위치를 제공할 수 있다. 이와 같이, 제2 전극의 제2 세트는 그것이 토양 라인 아래에 안전하게 있을 때까지 미충전으로 남을 수 있고, 그 후에 그것들은 전력 공급부 회로에 연결되어 그 영역에서 전기-삼투압 효과를 생성할 수 있다. 설치 후, 제2 전극(7)의 세트가 캐소드로서 역할하고 기공 물이 본체(4)의 애노드 측방향 표면(8)으로부터 멀리 구동되도록 하기 위해, 기초는 전력 공급부의 극성을 반대로 함으로써 다시 안정화될 수 있다.

[0041] 도 6에 도시되고 도 7을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 제3 구현예는 유체 파이프 시스템(20)을 추가로 포함한다. 유체 파이프 시스템(20)은 유체를 제2 전극(7)으로부터 전달하고/하거나 배수할 수 있게 한다. 이와 관련하여, 도 7은 도 6에 식별된 영역 A의 확대도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 유체 파이프 시스템(20)은 본체 내에 형성된 매니폴드, 및 각각의 제2 전극(7)의 측방향 면에 제공된 유체 포트(21)에서 형성된 개구를 통해 본체(4)의 내부 측방향 표면(9) 아래로 공급한다. 유체 파이프 시스템(20)의 내부 보어는, 그것을 통과하는 유체를 통해 단락을 피하기 위해 본체(4)로부터 전기적으로 절연된다. 이러한 전기적 절연은 전체 시스템을 통해 연장될 필요가 없지만, 단락을 충분히 제한하거나 피할 정도로만 연장된다. 이 구현예에서의 유체 파이프 시스템이 일체로 제공되지만, 기초본체의 외측에도 또한 장착될 수 있음을 이해할 것이다.

[0042] 전술한 바와 같이, 기초의 구동 중에 제2 전극(7)이 애노드로 작용하고 본체(4)가 캐소드로 작용하는 경우, 기공 물은 제2 전극으로부터 멀리 구동되고 본체(4)의 표면으로 끌린다. 이는 제2 전극(7)에 인접한 토양(2)을 탈수시키는 효과를 갖는다. 따라서, 본 구현예에서 유체 파이프 시스템(20)을 제공하면, 갭(11) 및 인접한 토양을 재수화(re-hydrating)시키기 위해 유체 포트(21) 밖으로 물을 공급시킬 수 있다. 이는 유체 파이프 시스템의 근위 말단부를 해수에 개방시켜 달성될 수 있고, 이에 따라 해수를 갭(11)으로 내려갈 수 있게 한다. 대안적으로, 펌핑 시스템이 갭(11)에 물을 전달하기 위해 제공될 수 있다. 물을 갭(11)으로 전달하는 것은 첫째, 애노드 및 캐소드 사이의 전해질 유체 연결을 유지하는 것을 보조하고, 따라서 캐소드인 본체(4)로 물의 전기-삼투압 유동을 보장한다. 둘째, 토양(2)이 기초 본체(4)에 대해 내부를 다시 폐쇄함에 따라, 펌핑된 물은 또한 오목부(6)에 의해 형성된 갭(11)을 유지하도록 역할한다. 유체 포트(21)로부터의 물이 없는 경우, 토양은 달리 갭(11)으로 재진입할 수 있다. 이는 탄성적인 절반 공간 이완, 애노드로부터 멀리 구동되는 물에 의해 야기되는 진공 효과, 주변 응력 조건 때문에 토양이 갭 내로 압착되는 것, 비점착성 토양의 경우에 토양 입자가 갭 내로 떨어지는 것, 전기-삼투압 윤활 효과에 기인해서 토양이 갭 아래에 형성된 슬러리로 갭을 채우는 것, 또는 갭의 상부 에지가 하향으로 전진함에 따라 주변 토양 표면에서 토양이 떨어져 나가는 것 중 하나 이상에 기인할 수 있다. 따라서, 유체 포트(21)로부터 펌핑된 물은 애노드에서 국부적인 임의의 접착을 피하는 것을 보조할 수 있다. 일부 구현예에서, 예를 들어 그의 전도성을 향상시키거나 화학적 안정화를 제공하도록, 첨가제는 유체 포트(21)로부터 펌핑된 유체성 물에 추가적으로 도입될 수 있다. 다른 구현예에서, 물 및/또는 전해질을 순환시키기 위해 2개의 포트가 사용될 수 있다. 포트(들)는 또한 배관 시스템을 밀봉하고 갭(11)에 갇혀 있는 임의의 잔여 물을 옮기기 위해 격납이나 유사한 재료를 공급하여 설치를 마무리하기 위해 사용될 수 있다.

[0043] 이러한 연결에서, 유체 포트에서의 유체의 전달은 애노드에서 발생된 산성도를 중화시키거나 희석시키기 위해 사용될 수 있다. 즉, 전기-삼투압 효과 외에 전기 분해는 애노드와 캐소드에서 각각 화학적 산화 및 환원 반응을 초래한다. 가능한 반응의 범위는 어떤 이온 종이 이용 가능하거나 존재하는 것에 따라 달라지고, 따라서 맞춤형 컨디셔닝제의 도입은 특정 반응을 향상시키거나 억제하는 역할을 할수 있다. 예로서, 불활성 전극을 갖는 순수에서 H_2 가스 및 OH^- 음이온은 캐소드에 서 생성되고, O_2 가스 및 H^+ 양이온은 애노드에서 생성된다. 전기장의 결과로서, 양이온과 음이온은 각각 캐소드 및 애노드를 향해 이동한다. H+ 양이온이 이동도가 높기 때문에,

관련 산성 선단부가 음이온에 의해 휩쓸어지는 양과 비교하면 더 큰 체적의 토양을 휩쓴다. 토양의 이러한 산성도는 생물학적 활성을 감소시키는 것, 토양의 전기-삼투압 투과성을 낮추는 것, 및 기초 자체의 부식을 가속화하는 것을 포함하여 좋지 않은 효과를 여러 가지 가질 수 있다. 이러한 효과를 극복하기 위해, 화학적 컨디셔닝 유체는 포트(21)로부터 펌핑되어 양전하 H^+를 중화시키거나 희석할 수 있다. 또한, 컨디셔닝 유체는 점토 입자의 표면 화학을 개질시키거나, 또는 기공 공간 내의 시멘트를 침전시키도록 선택될 수 있다. 이러한 변화는 토양의 강도 및 강성을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 정상 극성의 단계 중에, 석회석 또는 염화칼슘 용액은 개질제로서 포트(21)를 통해 도입될 수 있고, 극성이 반대일 때 이러한 컨디셔너는 시멘트 결합 반응에서 침전하는 규산화나트륨을 포함할 수 있다.

[0044] 유체 파이프 시스템(20)의 추가 특징으로서, 유체는 안정화 작업에서 제2 전극(7)으로부터 또한 배수될 수 있다. 즉 상기한 바와 같이, 기초가 요구되는 깊이에 도달했을 경우, 전력 공급부의 극성은 반대로 되어 물은 캐소드로서 작용하는 제2 전극(7)으로 끌릴 수 있다. 기공 물이 이 영역으로 이동함에 따라, 유체 파이프 시스템(20)은 유체 포트(21)를 통해서 시스템 위로 물을 흡인하도록 펌핑될 수 있고, 바다 속으로 배출될 수 있다. 이와 같이 기초(1) 주위의 토양은 탈수되어 안정화될 수 있는 반면에, 달리 제2 전극에서 모아지는 과량의 물은 제거된다.

[0045] 유체 파이프 시스템(20)의 추가 특징으로서, 시멘트화 또는 경화 재료가 유체 포트(21)를 통해 전달되어 기초의 고정부를 개선시킬 수 있다. 예를 들어, 최종 설치 단계에서 시멘트 현탁액은 유체 포트(21)로부터 펌핑될 수 있다. 이는 갭(11) 내의 물을 옮기는 역할을 할 수 있고, 그렇지 않으면 시간 경과에 따라 제2 전극을 둘러싸는 토양을 연화시킬 수 있다. 동시에, 이러한 시멘트 현탁액은 주변 토양 입자들과 결합하여 기초에 인접한 토양의 경화된 시멘트 영역을 형성할 수도 있다. 예를 들어, 점토 강도를 증가시키기 위해 토양 자체의 염도를 변화시키거나 접착제로서 역할하는 물질이 기초를 단단하게 하기 위해 사용될 수 있다.

[0046] 도 8 및 도 9는 본 발명의 추가 구현예 두 가지에 따른 기초의 원위 말단부의 일부를 도시한다. 이들 구현예에서, 제2 전극(7)으로부터 멀리 토양을 옮기기 위해 다른 간격 형성부(6)가 이용된다. 도 8에서, 본체(4)의 원위 말단부(5)는 테이퍼형 프로파일을 가지며, 제2 전극(7)을 안착시키기 위한 파인 오목부(6)가 있다. 이와 같이, 본체(4)의 주 측방향 면(8)은 제2 전극(7)의 평면으로부터 더 돌출한다. 도 9에서, 간격 형성부(6)는 제2 전극(7)의 원위 전방에 있는 용접된 비드 또는 고정된 리지로서 제공된다.

[0047] 도 10은 또 다른 구현예를 따른 기초의 원위 말단부의 일부를 도시하며 토양(2)의 절반-공간 이완의 영향이 예시된다. 이 구현예에서, 비드 또는 리지 간격 형성부(6)가 유체 파이프 시스템(20)과 함께 사용된다. 도시된 바와 같이, 간격 형성부(6)의 원위 방향 선두 에지는, 제2 전극(7)과 본체(4)의 측방향 표면(8)으로부터 토양을 멀리 옮기도록 역할한다. 이러한 변위 후, 토양(2)은 기초를 향해 다시 이완되어 측방향 표면(8)과의 접촉부를 형성한다. 도시된 바와 같이, 본 구현예에 서 절연층(10)은 유체 파이프 시스템(20)의 내부 보어 내의 거리로부터 연장되어 단락을 방지한다. 절연층(10)은 본체(4)의 측방향 표면(8) 위에 수직으로 토양(2)이 절반 -공간 이완으로 인해 기초(4)와 다시 접촉하는 지점을 넘어 연장된다. 이러한 배열은 간격 형성부(6)에 의해 생성되고 연장되는 갭(11) 내로 배수된 기공-물을 통해 단락의 위험을 완화시키는 것이다.

[0048] 상기 구현예에서, 제2 전극(7)과 간격 형성부는 원주형 배열로서 제공되었다. 그러나, 수직형 구성이 또한 가능하며 도 11은 이러한 배열 하나의 사시도를 도시한다. 도 11은 간격 형성부(6)가 본체(4)의 측방향 표면(8)으로부터 측방향으로 돌출하는 블록으로서 제공되는 기초 본체(4)의 원위 말단부(5)를 도시한다. 간격 형성부(6)는, 뒤에 있고 수직으로 연장되는 제2 전극(7)으로부터 멀리 토양을 옮기기 위한 선두 에지를 형성한다. 제2 전극(7)은 절연층(10)에 의해 본체(4)로부터 전기적으로 분리되어, 전기장 세기를 조절하고 단락을 방지하도록 제2 전극(7) 주위에 경계선을 형성하면서 연장된다. 이전의 구현예와 마찬가지로, 제2 전극(7) 이 애노드를 형성하도록 하전되고 본체(4)가 캐소드를 형성하도록 접지되는 경우, 토양의 기공 물은 본체로 끌어들여, 윤활액 막을 형성한다. 단일 제2 전극(7) 및 간격 형성부(6)가 도 11에 도시되어 있지만, 복수의 제2 전극(7) 및 간격 형성부(6)가 본체(4)의 원주 주위 및 /또는 그 길이를 따라 수직으로 제공되어 전기-삼투압 효과를 분배할 수 있음을 이해할 것이다.

[0049] 도 12는 본 발명의 제8 구현예에 따른 파일 기초(4)의 사시도를 도시한다.

[0050] 이 구현예에서, 기초 본체(4)는 2개의 간격 형성부(6)가 제공되며, 간격 형성부(6a)는 본체의 원위 말단부(5)에 제공되고, 중간 간격 형성부(6b)는 본체(4)의 축방향 길이 위로 더 가깝게 이격되어 있다. 사용 시, 간격 형성부(6a)는 위에 근접하게 위치하고 수직으로 연장된 제2 전극(7a)으로부터 멀리 토양을 옮기기 위한 선두 에지로서 기능한다. 유사하게, 중간 간격 형성부(6b)는 사용 시, 위에 근접하게 위치하고 수직으로 연장되는 제2 전극

(7b)으로부터 멀리 토양을 옮기기 위해 작용한다. 제2 전극(7a, 7b) 각각은 커넥터 스트립(43)을 통해 기초 본체(4)의 근위 말단부에 위치하는 커넥터(41a 및 41b)에 연결된다. 본 구현예에서 2개의 제2 전극이 도시되어 있지만, 다른 구현예에서 2개 초과의 제2 전극이 제공될 수 있고, 각 각은 연관된 간격 형성부를 갖는 점을 이해할 것이다.

[0051] 이하에서 더욱 상세히 논의되는 바와 같이, 본 구현예에서 커넥터 스트립(43)은 전하를 제2 전극으로 전달할 뿐만 아니라, 일체식으로 형성된 유체 튜브를 사용하여 유체를 제2 전극의 표면으로 전달하도록 절연층에 의해 분리되는 적층체형 시트 금속 스트립을 포함한다. 그러나, 금속 스트립은 반드시 적층될 필요가 없고, 대안적으로 본체 아래 상이한 높이에서 종결되는 평행한 트랙으로서 제공될 수 있음을 이해할 것이다.

[0052] 또한, 커넥터 스트립(43)은 금속 스트립 대신에 편조 또는 와이어를 포함할 수 있음을 이해할 것이다. 스트립, 편조, 또는 와이어는 기초 본체의 표면 상에 또한 접착될 수도 있다.

[0053] 도 13(a)에 도시된 바와 같이, 이 구현예에서 커넥터 스트립(43)은 서로 위에 적층되고 절연 스트립(10)에 의해 기초 본체(4)로부터 전기적으로 절연되는 2개의 커넥터층을 포함한다. 중간 절연층(10a)이 커넥터층(41a, 41b) 사이에 제공되어 층을 서로로부터 전기적으로 절연시킨다. 커넥터(41a)는 제2 전극(7a)에 전기 접점을 형성하고, 커넥터(41b)는 제2 전극(7a)에 전기 접점을 형성한다. 도 13a에 도시된 바와 같이, 기초 본체(4)의 근위 말단부에서 커넥터층은 2개의 분리된 만곡형 커넥터(41a, 41b)를 형성하도록 기초로부터 측방향으로 만곡된다. 별도의 커넥터는 전원에 독립적으로 연결 가능하여 이들을 통해 제2 전극(7a 및 7b)으로 인가되는 전하를 개별적으로 제어시킬 수 있다.

[0054] 커넥터(41a, 41b), 및 이들과 관련된 커넥터층은, 유체를 제2 전극(7a, 7b)의 표면에 공급하기 위한 유체 파이프(20a, 20b)를 각각 추가로 포함한다.

[0055] 커넥터(41a, 41b) 각각의 만곡 형상은 탄성 스프링과 유사한 형성부를 형성하여, 본체(4)에 대해 그들의 부착물과 커넥터 말단부 사이의 상대적인 일부 움직임을 축 방향으로 허용한다. 이와 같이, 구동 단계 중에 기초가 충격을 받는 경우, 스프링 형성부에 의해 제공된 회복력은, 커넥터(41a, 41b)를 그들의 연결부에서 전력 공급원과 유체 펌프로 전단시키는 것으로부터 강력한 충격을 피하게 한다.

[0056] 도 13(b)는 중간 간격 형성부(6b)를 도시하고, 이는 절연층(10) 및 중간 절연층(10a) 위에 끼워 맞춤되고 기초 본체(4)에 고정되는 쐐기형 금속성 형성부로서 제공된다. 이와 같이, 중간 간격 형성부(6b)는 제1 전극의 일부로서 또한 기능하고, 따라서 구동 단계 중에 캐소드로서 역할하여 윤활 효과로부터 이점을 얻는다.

[0057] 도 13(c)는 기초 본체(4)의 원위 말단부(5)를 도시한다. 원위 간격 형성부(6a)는 원위 말단부에 제공되고, 이 구현예에서는 금속 쐐기 상의 용접부로서 형성된다. 절연층(10)은, 아래에는 기초 본체 그리고 위에는 제2 전극(7a)을 형성하는 금속 스트립에 접합되는 접착제 스트립으로서 제공된다. 절연층은 또한 페인팅되거나 분무될 수 있다. 제2 전극(7a)을 형성하는 커넥터층은 유체를 전달하기 위한 유체 파이프(20a)를 형성하는 채널을 포함한다.

[0058] 도 12 및 도 13에 도시된 구현예에서, 파일(4)을 따라 수직으로 복수의 제2 전극(7) 및 간격 형성부(6)를 제공함으로써, 전기-삼투압 효과는 더 큰 거리에 걸쳐 분포될 수 있다. 또한, 제2 전극(7a, 7b)을 독립적으로 제어시킴으로써, 토양밑에 잠길 때까지 제2 전극(7b)의 충전을 지연시킴으로써 단락을 피할 수 있다.

[0059] 도 14는 도 13a에 도시된 커넥터(41a) 또는 커넥터(41b)에 대한 대안으로서 사용하기 위해, 본 발명의 또 다른 구현예에 따른 커넥터(41)의 사시도를 도시한다. 이 구현예에서, 커넥터(41)는 기초 본체(4)의 외부 표면에 장착되는 프레임(47)을 포함한다. 프레임의 내부(4)는, 기초 본체(4)의 표면 상에 제공된 접촉패드(46)에 대하여 전도성 접촉 블록(45)을 탄성적으로 유지하는 탄성 멤브레인(44)을 지지한다. 이에 따라 접촉 블록(45)은 접촉 패드(46)의 표면 위로 활주할 수 있는 동시에 이와 접촉 상태로 남아있다. 접촉 블록(45)은, 접촉 패드(46)와의 접촉을 유지하는 것을 돕기 위해, 기초 본체에 끌리는 자석을 추가로 포함할 수 있다.

[0060] 접촉 패드(46)는 기초 본체(4)로부터 전기적으로 절연되고, 제2 전극에 차례로 연결되는 커넥터 스트립(43)에 전기적으로 연결되는 전도성 외부 표면을 포함한다. 접촉 블록(45)은 와이어(48)를 통해 전력 공급부에 전기적으로 연결된다. 또한, 유체 파이프(20)는, 유체를 커넥터 스트립(43) 내에 매립된 유체 채널(20)에 전달하기 위해 탄성 멤브레인(44)의 내부로 공급되며, 이는 차례로 제2 전극의 표면에 유체를 공급한다.

[0061] 상기 배열로, 접촉 블록(45)은 구동 단계 중에 접촉 패드(46)에 대해 탄성적으로 이동하여 커넥터에 인가되는 충격력을 완화시킬 수 있다. 이전 구현예와 마찬가지로, 이는 강력한 충격이 와이어(48)와 유체 파이프(20)를

연결된 부분에서 기초로 전단시키는 것을 피하게 한다.

[0062] 도 15 내지 도 18은 스퍼드캔 기초의 형태로 대안적인 발명의 배열의 구현예를 도시한다. 이러한 대안적인 발명의 구현예에서, 동일한 전기-삼투압 현상이 효과적으로 상기 구현예와 같이 달성될 수 있다. 그러나, 스퍼드캔이 원뿔 형상의 넓은 베이스를 갖기 때문에, 제2 전극은 원위 말단부에 제공되어 이 본체에 대한 전기-삼투압 효과를 집중시킨다. 스퍼드캔의 경우, 토양의 얇고 강한 층을 통해 아래의 더 약한 토양층에 도달하고 이로써 안전한 토양에 도달할 때까지 레그를 계속 침투하는 것을 요구하지 않으면, 설치 중에 전기-삼투압 효과를 반드시 사용할 필요가 없다. 그러나, 일단 토양을 강화시키기 위해 기초가 제자리에 있으면, 역 전기-삼투압 효과는 유리하게 사용될 수 있다. 기초를 회수하는 중에, 그 효과는 토양과 금속 기초 본체 사이의 접착을 파괴하고, 물을 아래의 갭 내로 이동시키고, 진공을 방지하고, 스퍼드캔의 측면을 윤활하기 위해 또한 사용될 수 있다. 이에 따라 응집성 토양으로부터 기초를 쉽게 제거할 수 있다.

[0063] 이러한 연결에서, 도 15에 도시된 바와 같이, 각각의 스퍼드캔 기초(4)는, 이동형 시추(mobile-drilling) 플랫폼 또는 크레인을 갖는 설치선과 같은 잭업(jack-up) 플랫폼(60)을 지지하기 위해 사용되는 잭업 레그(jack-up leg)(51)의 베이스에 있는 스퍼드캔 베이스 콘(50)을 포함한다. 이동형 시추 플랫폼(60)에 의해 배치되는 경우, 스퍼드캔은 해저 내 충분한 깊이로 밀어 넣어져, 플랫폼(60) 상의 측방향 힘에 안정성을 제공하고, 플랫폼(60)이 해수면 위로 잭으로 들어 올려질(jaked up) 수 있게 한다.

[0064] 도 16은 도 15에 도시된 스퍼드캔의 단면도를 확대하여 도시한다. 이 구현예에서, 예를 들어 콘을 전도성 금속 본체로 형성하거나 그 표면의 영역에 걸쳐 전도성 코팅을 제공함으로써, 베이스 콘(50)은 제1 전극으로서 제공된다. 제2 전극(7)은 베이스 콘(50)의 측면에 형성된 오목부(6) 내에 제공되고, 제1 전극으로부터 절연된다. 저항성 코팅 영역(12)은 베이스 콘(50)의 표면 상으로 오목부(6)의 측면 주위에 제공된다. 이전의 구현예와 마찬가지로, 저항성 코팅 영역(12)은, 베이스콘(50)과 제2 전극(7) 사이에서 발생되는 토양에서의 전기장 세기 분포를 제어하고 단락을 방지하도록 작용한다.

[0065] 오목부(6)는 사용 시, 토양과 제2 전극(7) 사이의 접촉을 방지하기 위한 물쿠션을 제공하기 위해 물로 충진하는 간격 형성부를 제공한다. 구현예에서, 오목부(6)는 토양과 제2 전극(7) 사이의 분리를 유지하는 것을 더 보조하기 위해 기공성, 비전도성, 필러 물질을 함유할 수 있다. 필러 물질은, 예를 들어 플라스틱 스폰지로 형성될 수 있고 토양에 의해 압축될 때 손상에 저항하기에 충분히 강하면서 유체를 통과시킬 수 있게 충분히 기공성이다. 물 또는 전해질 유체가 공급 파이프(20)를 사용하여 오목부 공동 내로 공급될 수 있다. 반대로 상기 기초를 안정화하기 위해, 전극에 적용되는 극성이 반전되고, 제2 전극(7)으로 끌려오는 물은 유체 파이프(20)를 사용하여 오목부(6)로부터 배수될 수 있다.

[0066] 도 17a 내지 도 17c는 본 발명의 배열의 다른 구현예에 따른 스퍼드캔 기초(4)를 도시한다. 도 17a 및 도 17b는 스퍼드캔의 사시도를 도시한다. 본 구현예에서, 복수의 간격 형성부는 베이스 콘(50)의 본체의 폭에 걸쳐 분포되는 복수의 튜브(6) 형태로 제공된다.

[0067] 도 17c는 스퍼드캔(4) 및 단일 튜브(6)의 절단을 통한 단면도를 개략적으로 도시한다. 도시된 바와 같이, 각각의 튜브(6)는 스퍼드캔 본체(50)를 통해 수직으로 연장되고 제2 전극(7)을 수용함으로써, 주변 토양으로부터 본체 내의 오목부에 위치한다. 제2 전극(7)은 제2 전극 뒤로 연장되는 절연층(10)에 의해 스퍼드캔 본체(50)로부터 절연된다. 저항층(12)은 도 17a 및 도 17b에 도시된 바와 같이 튜브(6)를 통해 그리고 튜브의 개구를 둘러싸는 본체의 영역 위로 연장된다. 이전의 구현예와 마찬가지로, 저항성 코팅 영역(12)은 제1 전극을 제공하는 스퍼드캔의 노출된 주 표면 주위로 전기장을 제어하고 유도하기 위해 사용된다. 격자(grating)(52)는 튜브(6)의 원위 말단부의 개구에 제공되어 토양이 내부 보어로 들어가는 것을 방지한다. 격자(52)는 코팅된 금속 또는 섬유 강화 재료로 형성될 수 있다. 이해할 수 있는 바와 같이, 전기-삼투압 효과는 제1 및 제2 전극 사이에 전기장을 생성함으로써 상기 구현예와 동일한 방식으로 기능한다. 유리하게는, 이 구현예로 튜브(6)의 내부 보어 위에 제2 전극을 제공함으로써, 전기장을 발생시키기 위한 넓은 표면적이 제공된다. 동시에, 튜브형 전극은 자리 안정성을 개선하기 위해 기초 밑으로부터 물을 배수시킬 수 있게 하고, 스퍼드캔을 지면 밖으로 당기는 경우에 물은 스퍼드캔 위로부터 튜브를 통해 스퍼트캔 밑의 갭으로 배수되어 회수 중의 흡입 압력을 방지할 수 있다. 다른 구현예에서, 튜브(6)가 상부에서 폐쇄되고 튜브로부터 물 또는 전해질을 전달하거나 배수하기 위한 유체 공급부에 연결될 수 있음을 또한 이해할 것이다.

[0068] 도 18a 내지 도 18d는 네 개의 추가적인 스퍼드캔 구현예를 통한 단면도를 개략적으로 도시한다. 이들 구현예는 도 17c에 도시된 구현예의 변형이며, 제2 전극은 스퍼드캔 내에 내장되고, 이와 같이, 이들 실시예는 본질적으로 동일한 방식으로 기능하고 대응하는 참조 부호는 대응하는 특징에 사용되었다.

[0069] 도 18a에 도시된 구현예에서, 튜브(6)는 전극 튜브(7)의 양측에 감소된 직경이 제공된다. 이에 따라, 제2 전극(7)의 표면적을 튜브의 개구에 대해 최대화시키고, 전기 저항을 제어하기 위해 튜브 직경을 조정하도록 한다. 도 18b에 도시된 구현예에서, 튜브(6)는 좁아진 원위 개구로 형성되어, 물을 흐르게 하면서 토양이 진입하는 것을 최소화한다.

[0070] 도 18c에 도시된 구현예에서, 튜브형 오목한 공동(6)은 스퍼드캔의 원위 말단부에 형성되고, 공동에 대한 개구는 토양이 진입하는 것을 방지하기 위해 비전도성 격자(52)로 덮인다. 파이프(20)는 물 또는 전해질을 공동(6)으로 전달하기 위해 추가로 제공된다. 도 18d에 도시된 구현예에서, 튜브(6)는 전기장을 유도하기 위해 제2 전극(7) 위에 길고 좁은 채널이 구비되어 상기 스퍼드캔 밑에 비교적 더 강한 전기장을 생성시킨다.

[0071] 이해할 수 있는 바와 같이, 본원에 개시된 본 발명의 배열은 기초 위치에서 요구되는 셋업 시간을 상당히 연장시키지 않으면서 기초를 더욱 쉽게 토양으로 밀어 넣을 수 있게 한다. 이는 비용을 절감하고, 보다 안정적인 기초를 제공하고, 연안 응용 분야에 특히 중요한 파일 기초의 경우에 설치 노이즈를 완화시킬 수 있다.

[0072] 위에 도시된 구현예는 단지 예시의 목적을 위해 본 발명의 적용예를 보여준다. 실제로, 본 발명은 많은 상이한 구성에 적용될 수 있으며, 상세한 구현예는 당업자가 구현하기에 간단하다.

[0073] 예를 들어, 기초는 토양과 제2 전극 사이의 분리를 유지하기 위한 다른 요소를 추가로 포함할 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 물을 안으로 배수시키나 토양 입자가 분리된 상태로 유지하도록, 오목부 내에 스페이서 요소가 제공될 수 있다. 예를 들어, 격자형 스크린 또는 스폰지 또는 빗살을 가진 재료가 제공될 수 있다. 또한, 제2 전극(들) 위의 토양 갭을 유지하기 위해 추가적인 간격 형성부가 제공될 수 있고, 간격 형성부의 조합도 역시 사용될 수 있다. 예를 들어, 간격 돌출부가 제2 전극을 수용하는 오목부 앞에 원위로 제공되어 그 위의 토양 분리를 향상시킬 수 있다.

[0074] 또한, 상기 예시적인 구현예 중 일부에서, 기초는 모노파일 및 버킷 기초와 같은 중공형 본체였으며, 다른 기초 역시 가능하고, 예를 들어 축 방향 파일과 시트 파일, 스퍼드캔, 그리고 다른 중력 기반 기초가 있다.

[0075] 풍력 터빈뿐만 아니라, 본 발명은 연안 플랫폼 및 시트 벽 또는 돌핀 파일(dolphin piles)과 같은 다른 구조물에도 사용될 수 있다.

[0076] 또한, 상기 예시적인 구현예에서, 상기 시스템은 상기 설치선 상에 제공된 전력 공급부를 사용하여 설명되었지만, 다른 배열이 가능한 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 기초 또는 구조 자체에 위치한 배터리 또는 발전기가 전력 공급부로서 사용될 수 있다. 이는, 예를 들어 기초가 설치된 후 더 긴 기간 동안 전기-삼투압 효과를 적용하는 데 사용될 수 있고, 제2 전극은 캐소드로서 작용하여 물을 이로부터 밀어냄에 의해 기초 주위의 토양 강도를 점진적으로 증가시킨다.

[0077] 또한, 본 발명은 연안 위치를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 전기-삼투압을 위해 충분히 높은 수분 함량을 갖는 다른 위치에서 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 이는, 예를 들어 미세-알갱이로 된 응집성 점토 침전물, 저 투과성 문제 토양, 팽창성 토양, 분산성 토양, 고 압축성 점토, 해양 점토, 민감성 점토, 급성점토, 염/나트륨성 토양, 및 연성 피트(peat)를 포함할 수 있다. 이렇게 부드러운 점토 토양은 종종 해안 토양뿐만 아니라 하구, 강 및 호수 위치와 종종 연관된다.

[0078] 또한, 상기 구현예에서 제2 전극이 고체성 본체로 설명되었지만, 기공성 재료, 예를 들어 천공된 금속판/시트, 금속 스폰지/편조로 형성될 수 있음을 이해할 것이다. 이러한 구현예에서, 제2 전극은 그 후방에서 포트로부터 세척될 수 있고, 유체는 전극 본체를 통해 전방의 토양 갭으로 흐르게 한다. 이러한 배열로, 해수를 전극에 전달하기 위해 전극 뒤에 수직형 피더 채널 또는 공간을 제공함으로써 제2 전극을 세척하는 것이 가능할 수도 있다.

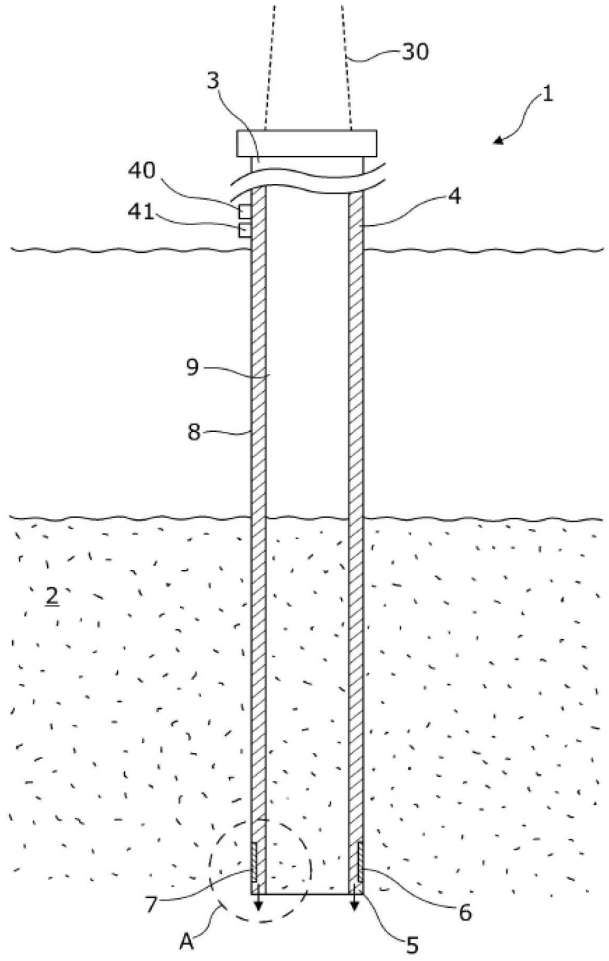
[0079] 본 발명은 또한 전기-삼투압 효과를 재활성화하여 본체(4)로부터 물을 쫓아내고 제2 전극(7)에서 수집된 물을 배수함으로써, 기초 주위의 토양을 주기적으로 재강화시킴을 또한 이해할 것이다. 동일하게, 본 발명은 전기-삼투압 효과를 재활성화하여 본체(4) 위에 유체 윤활막을 형성함으로써 토양으로부터 인출을 쉽게 함으로써 해체 중에 기초의 단순화된 후퇴를 허용할 수 있다.

[0080] 이와 관련하여, 본 발명으로 기초의 상이한 영역에 걸쳐 DC 전압을 인가함으로써, 두 가지 전기-삼투압 효과가 주변 토양에서 발생된다. 첫째, 전기-삼투압은 흐름 방향에 따라 토양을 약화시키거나 강화시키도록 작용하는 물의 이동을 야기한다. 이와 같이, 설치 또는 제거 중에 수막으로 토양/기초 계면을 윤활시키기 위해 과잉의 토양 기공 압력이 생성될 수 있다. 대안적으로, 기초를 안정화하기 위해 토양 구조 및 계면 마찰을 회복시키거나

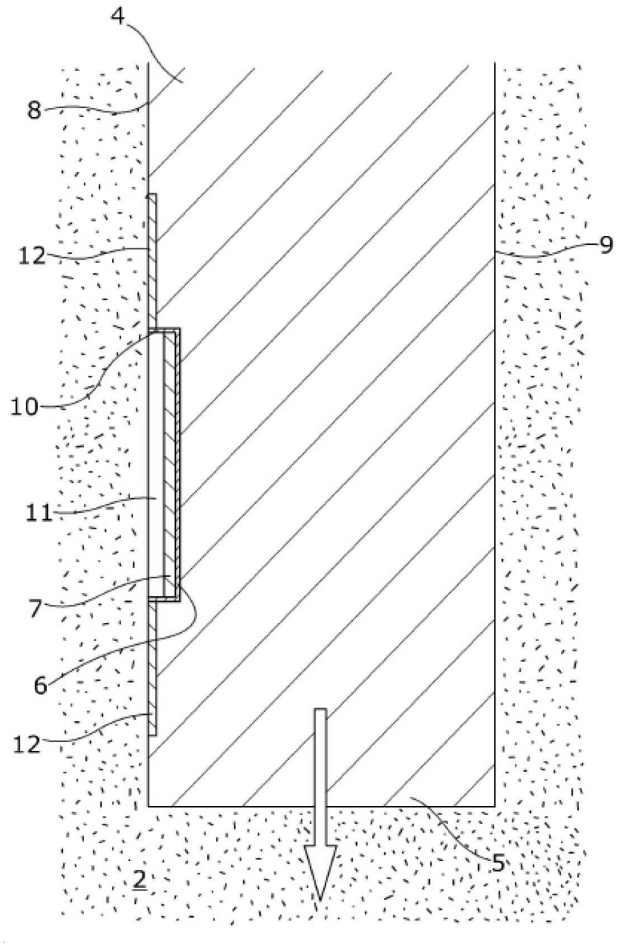
개선시키기 위해, 음(-)의 기공 압력이 사용될 수 있다. 전기-삼투압의 두 번째 효과는 토양 내의 이온을 기초에 대해 이동시키는 역할을 하는 것이다. 예를 들어, 강도를 위해서 기초 주위의 연질 점토 또는 다른 응집성 토양을 뭉치게 하는 데 이를 사용할 수 있다. 이온 효과는 시멘트화 전해질을 침윤시켜 기초를 제 자리에 시멘트화하는 것을 허용할 수 있어서, 과립 토양에 있어서 특히 유용할 수 있다.

도면

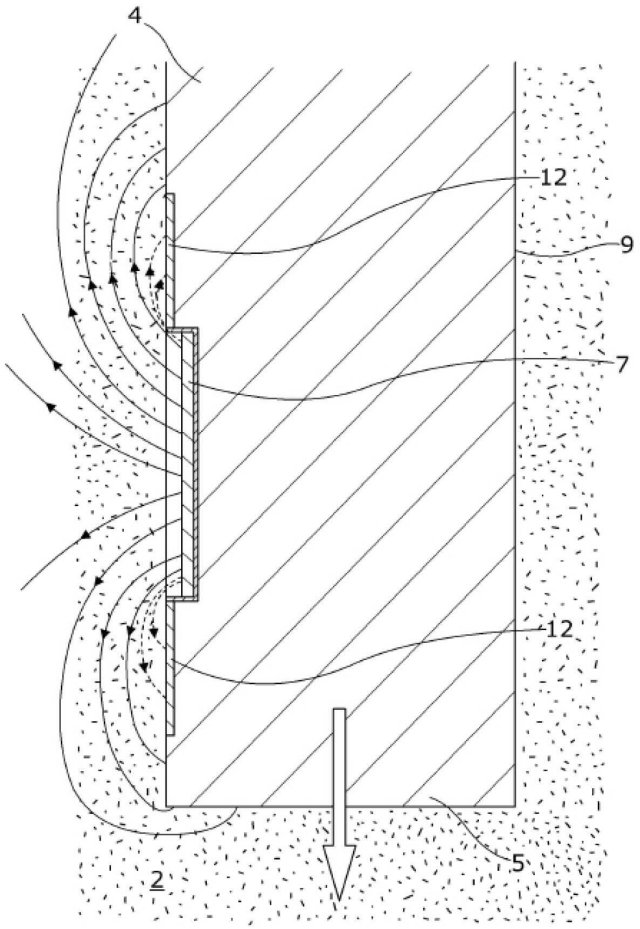
도면1



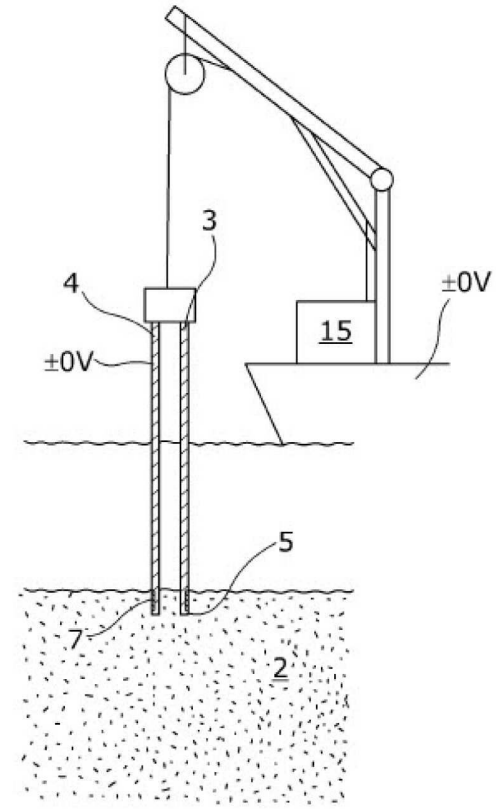
도면2



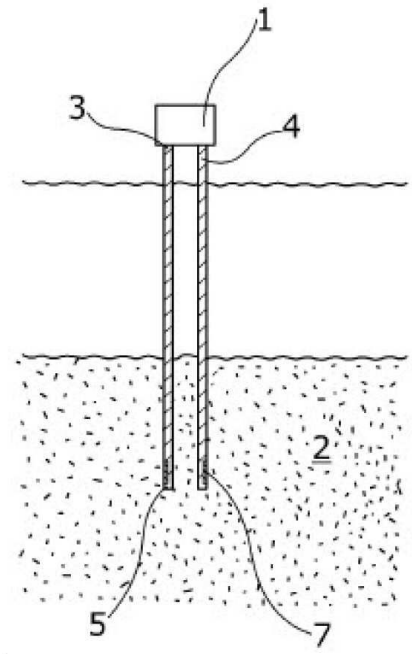
도면3



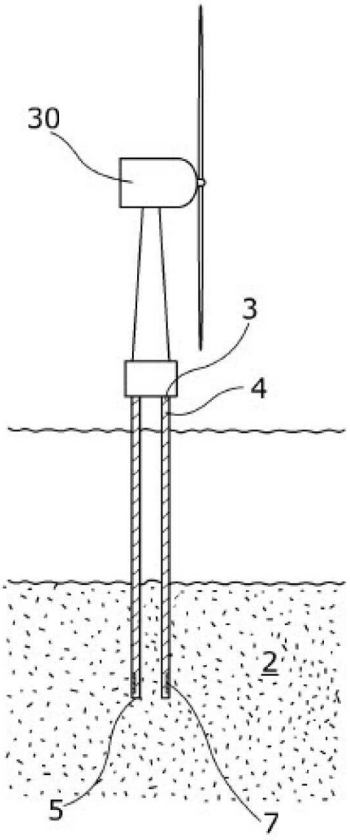
도면4a



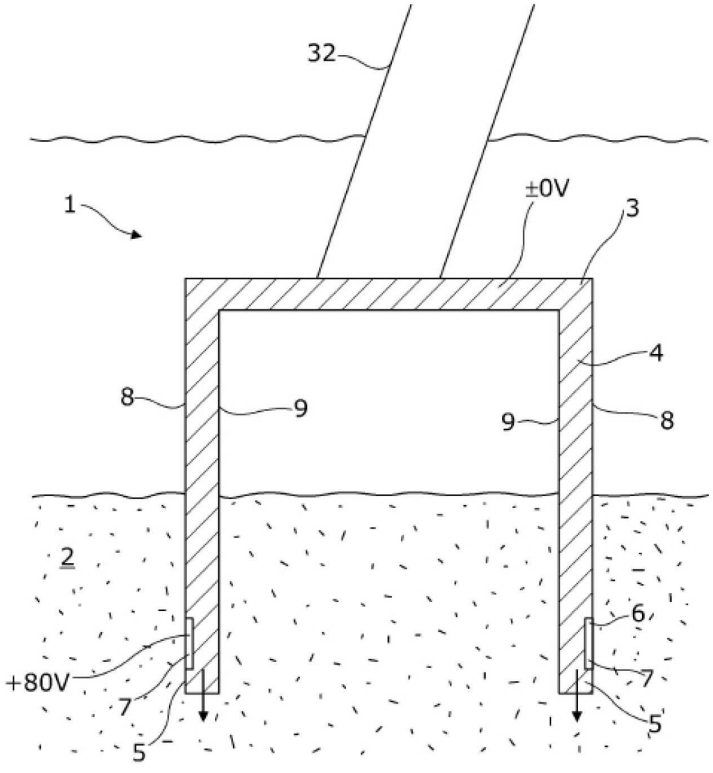
도면4b



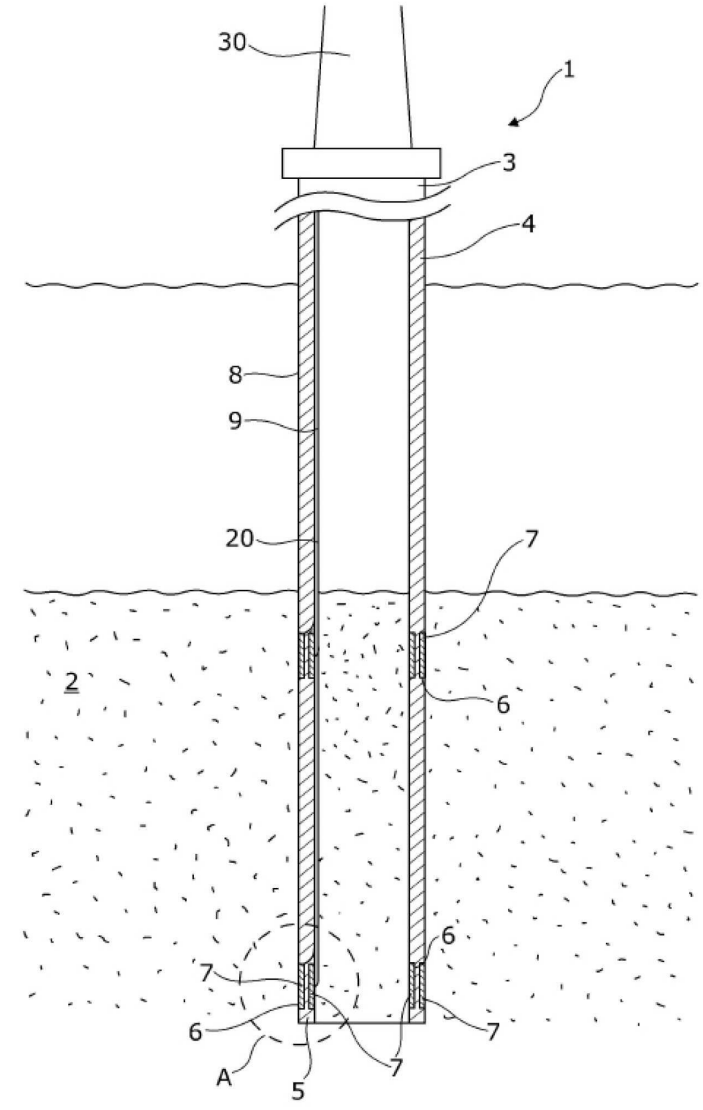
도면4c



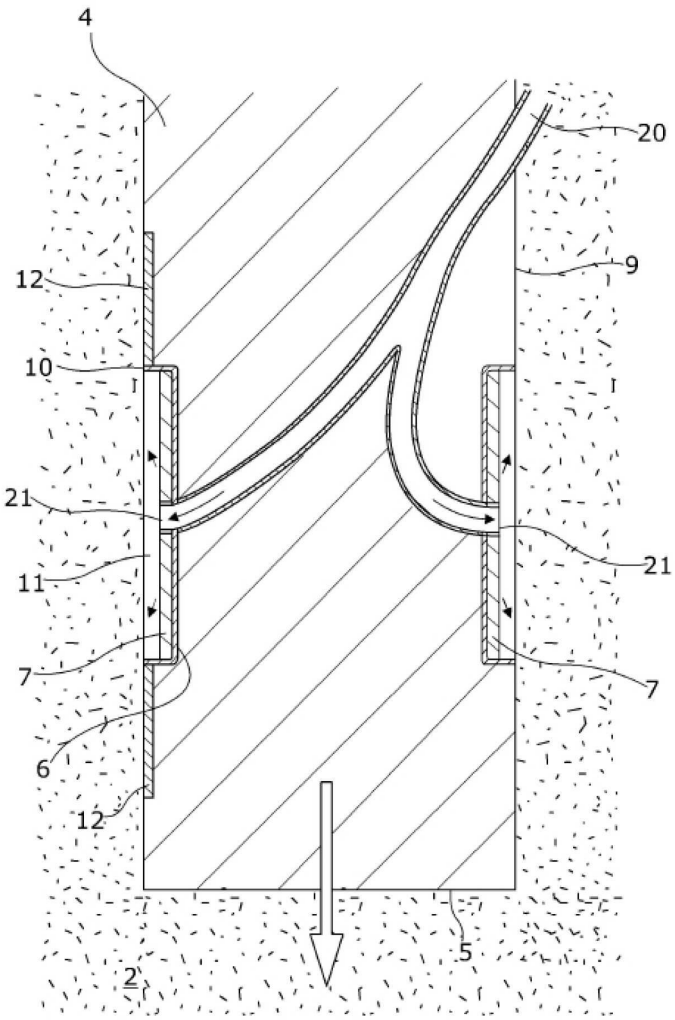
도면5



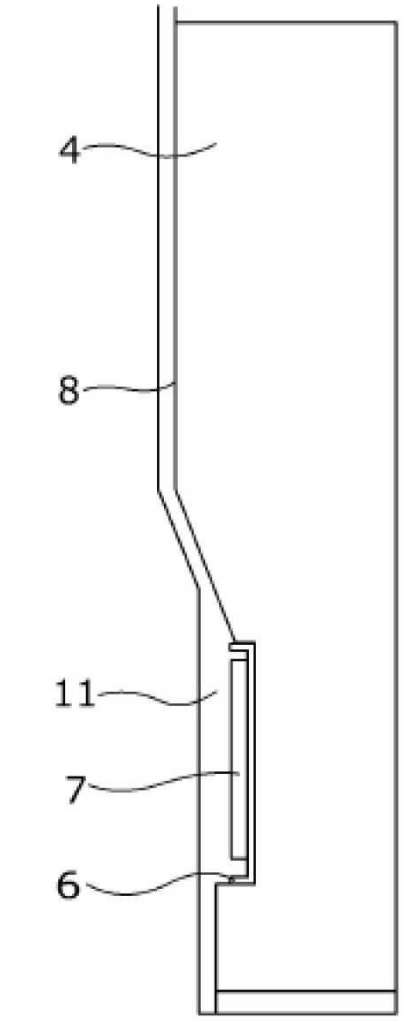
도면6



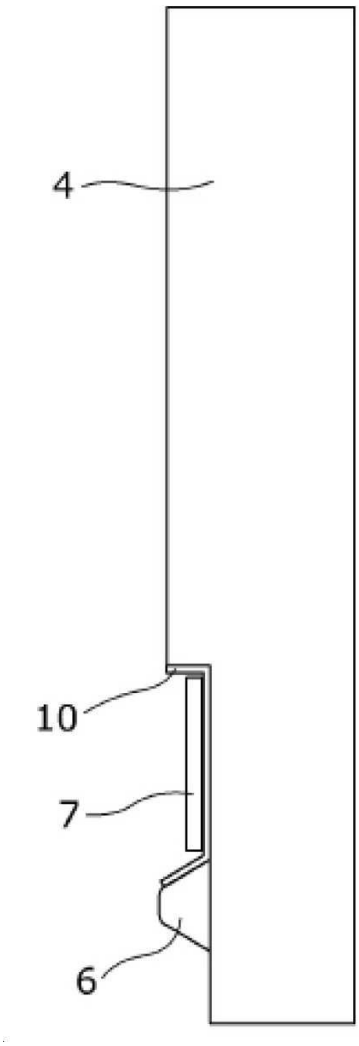
도면7



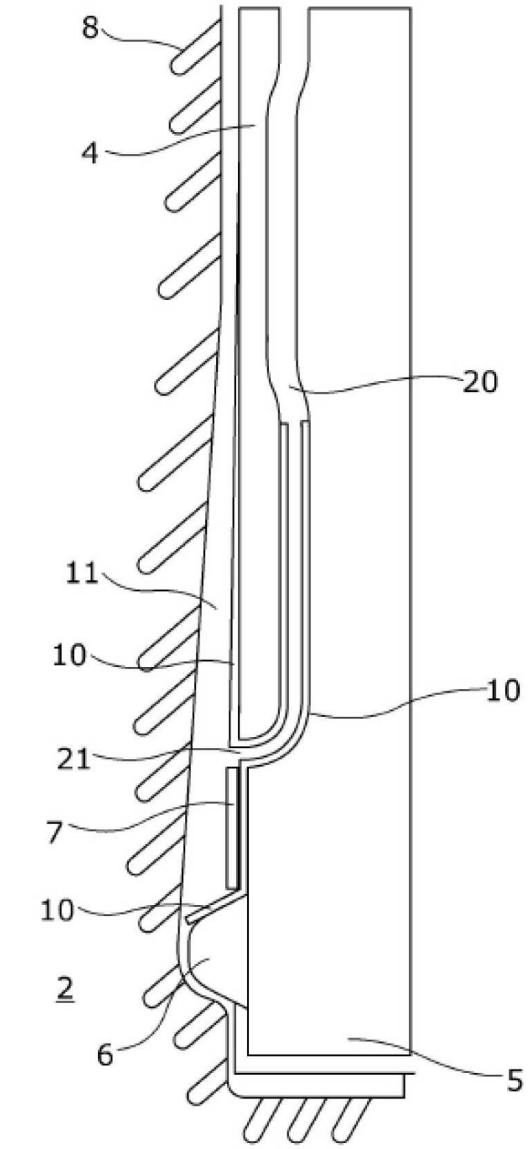
도면8



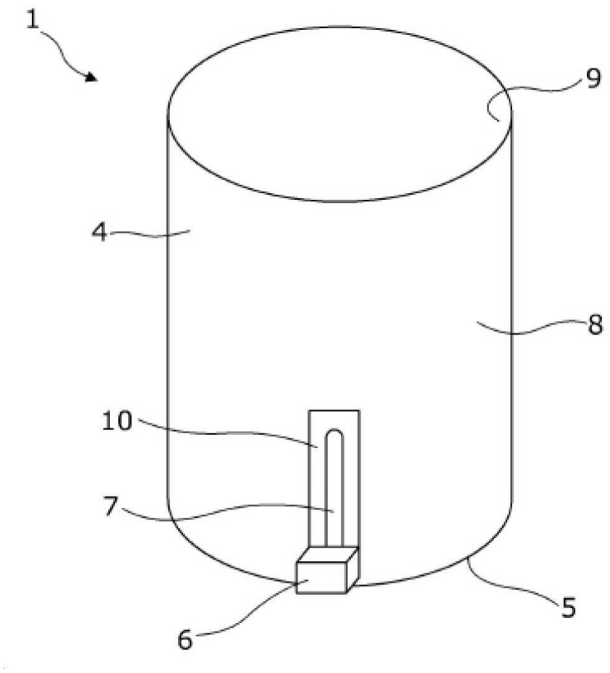
도면9



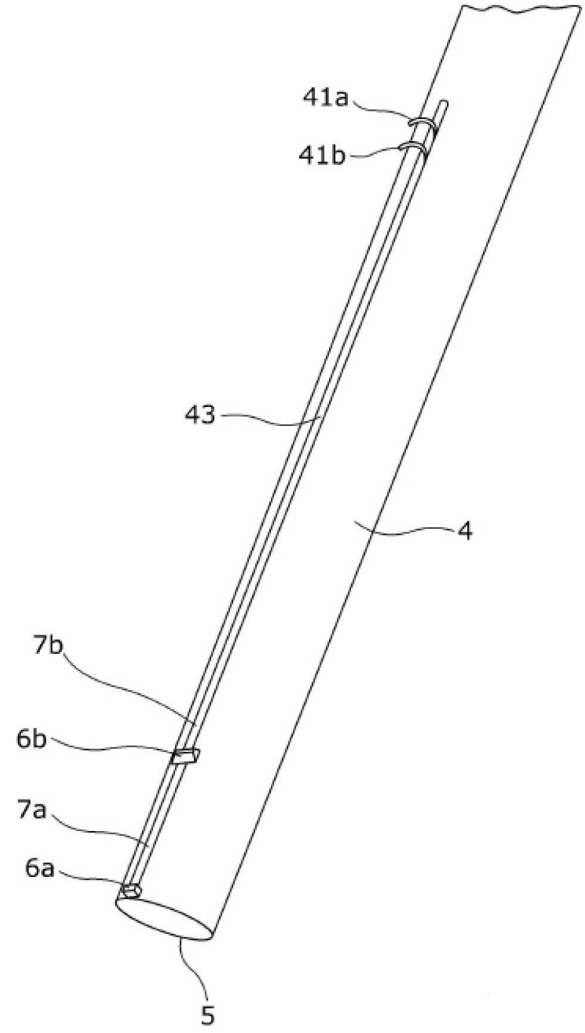
도면10



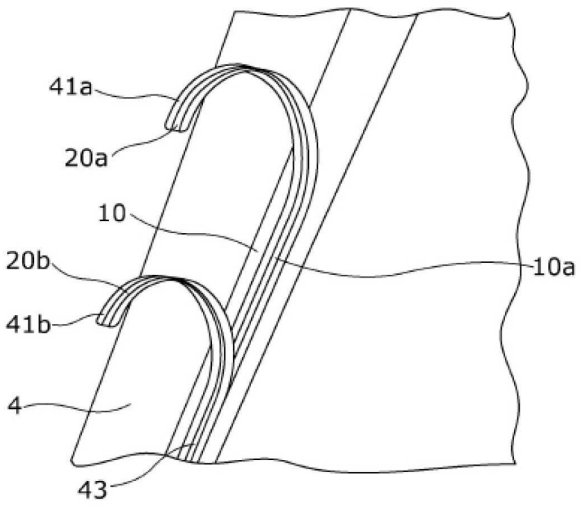
도면11



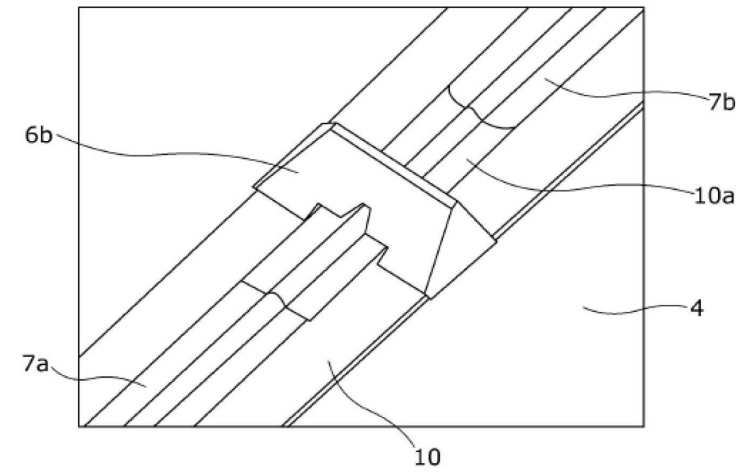
도면12



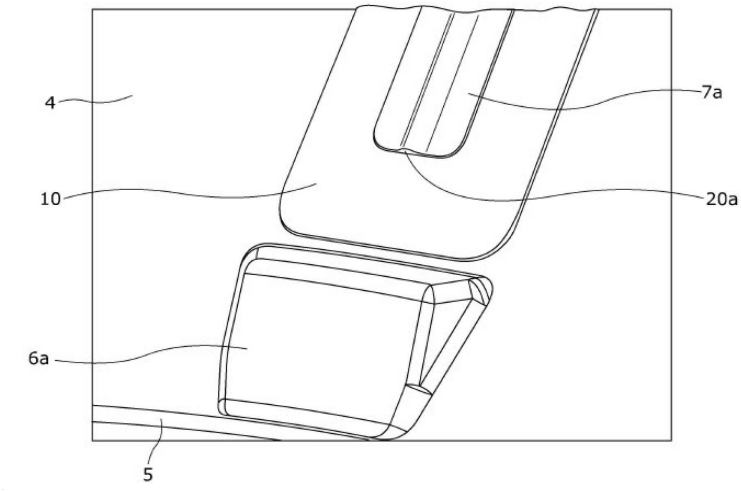
도면13a



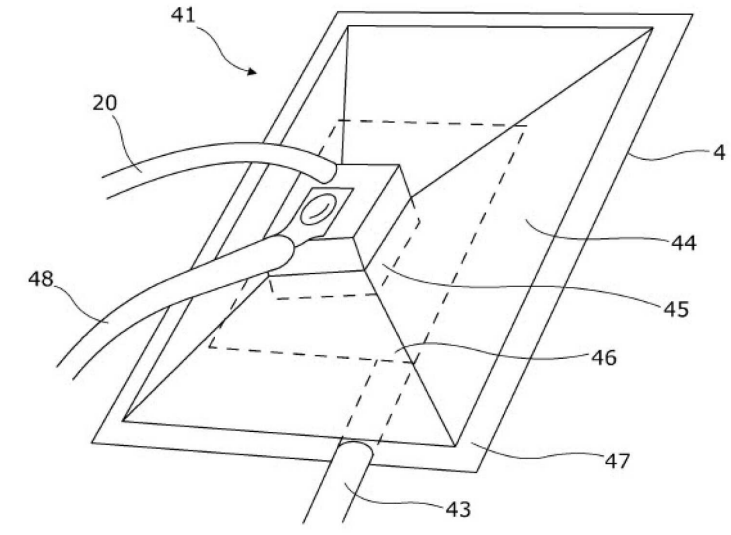
도면13b



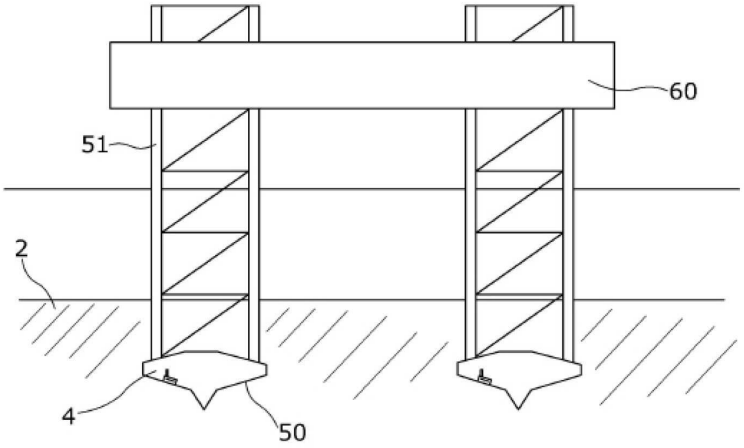
도면13c



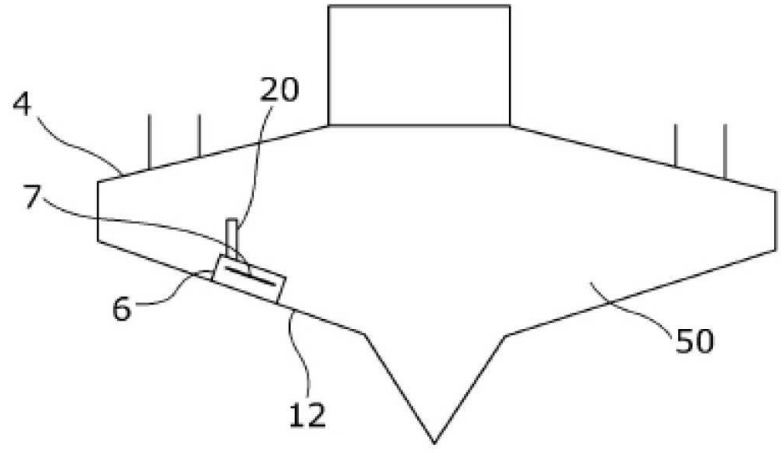
도면14



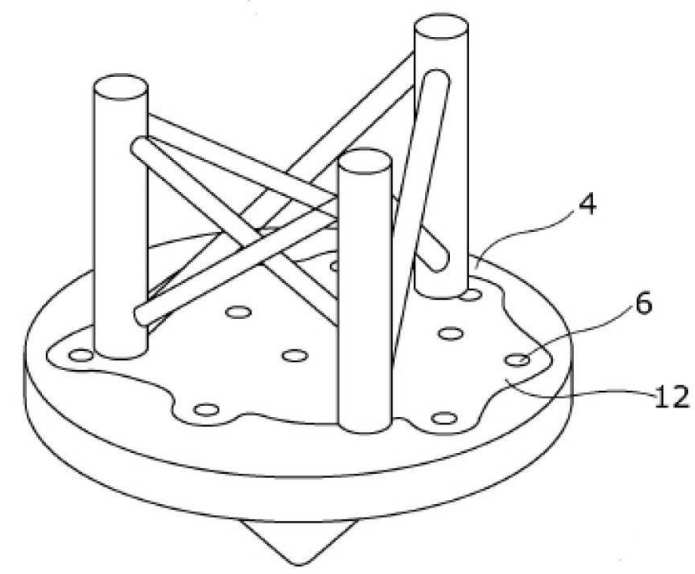
도면15



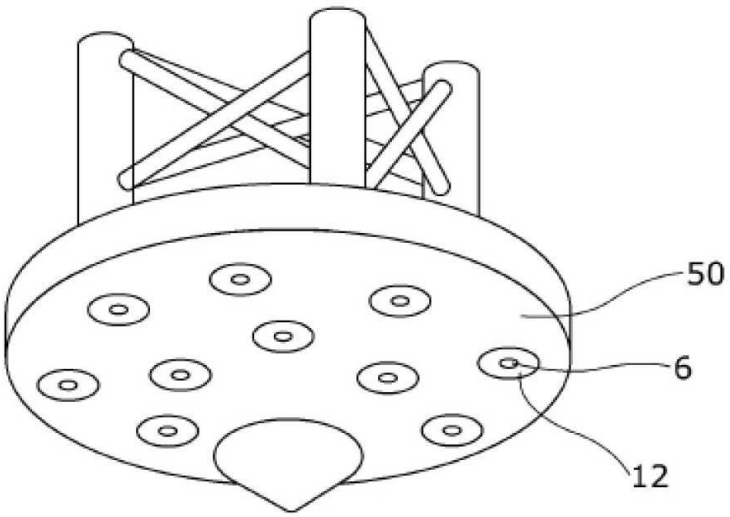
도면16



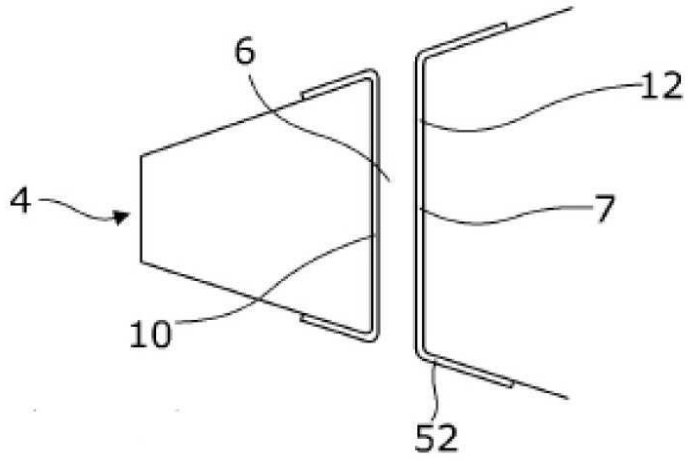
도면17a



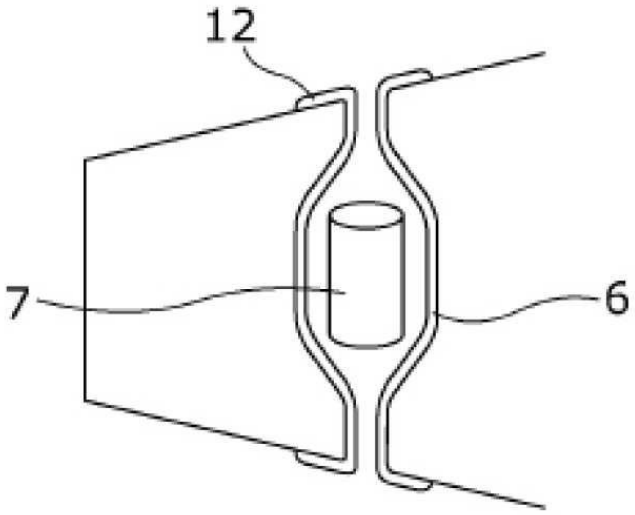
도면17b



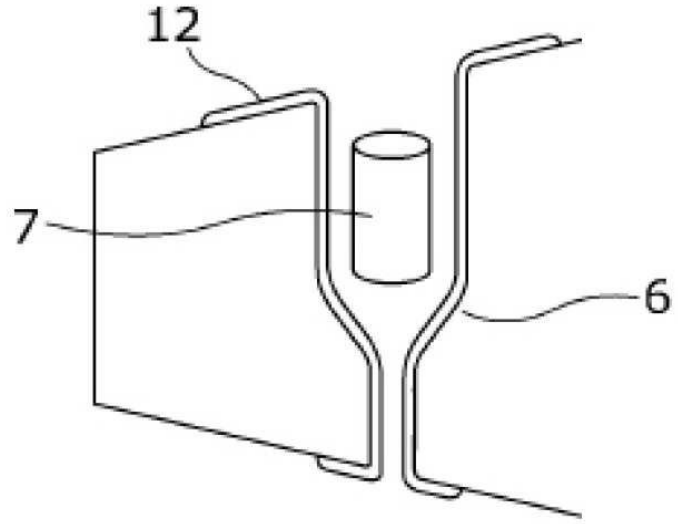
도면17c



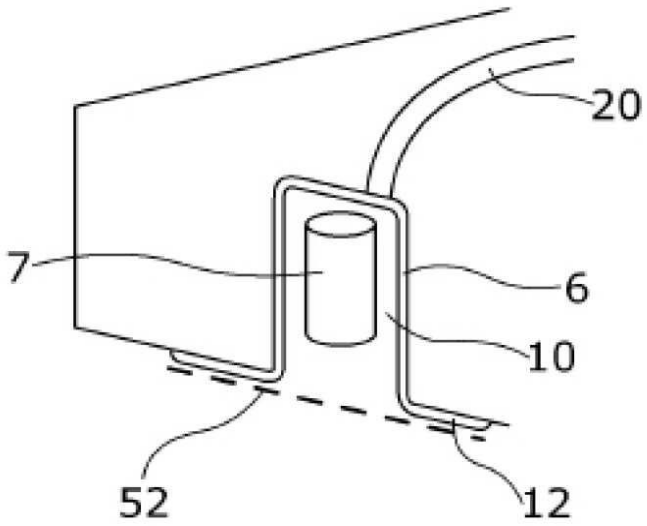
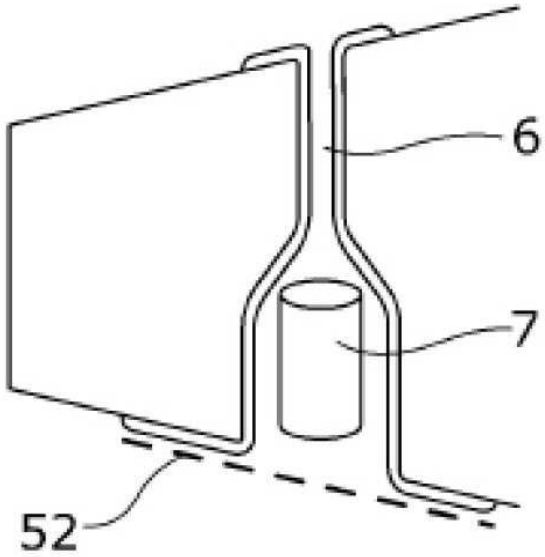
도면18a



도면18b



도면18c



도면18d