



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월16일
(11) 등록번호 10-2743584
(24) 등록일자 2024년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24T 10/15 (2018.01) F24T 10/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
F24T 10/15 (2018.05)
F24T 2010/53 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2019-0111626
(22) 출원일자 2019년09월09일
심사청구일자 2022년09월06일
(65) 공개번호 10-2020-0031530
(43) 공개일자 2020년03월24일
(30) 우선권주장
16/131,156 2018년09월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
DE102015204609 A1*
JP2003130471 A*
KR101525431 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
지오소스 에너지 인코포레이티드
캐나다 엔3더블유 2쥬9 온타리오 칼레도니아 하이웨이 54 1508
(72) 발명자
스탠리 레이츠마
캐나다 엔3더블유 2쥬9 온타리오 칼레도니아 하이웨이 54 1508
(74) 대리인
특허법인한성

전체 청구항 수 : 총 17 항

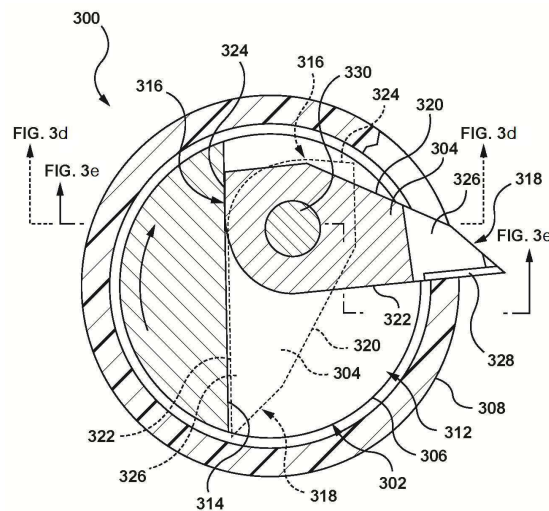
심사관 : 유태영

(54) 발명의 명칭 지열 열 교환기를 설치하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

시추공은 사이트에서 시추공 목표 깊이로 시추되고, 지열 열 교환기는 시추공에 삽입되고, 이후 시추공에 상기 원하는 깊이로 고정된다. 열 교환기가 시추공에 고정되면, 열 교환기는 폐쇄된 후단부 및 개방된 전단부를 가지며, 폐쇄된 후단부와 개방된 전단부 사이에 유체 경로(들)에 배치된 설치 유체를 갖는 적어도 하나의 유체 경로를 갖는다. 시추공에 열 교환기를 고정시킨 후, 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분의 굴착 전에, 개방된 전단부를 통해 각각의 유체 경로에 적어도 하나의 각각의 내부 실을 설치함으로써, 열 교환기가 일시적으로 밀봉된다. 각각의 유체 경로에 대해, 내부 실(들)은 각각의 관념상 지반 깊이 아래에 배치되고, 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 굴착이 진행될 수 있다.

대표도 - 도3c



(52) CPC특허분류
Y02E 10/10 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

지열 열 교환기의 설치 방법으로서,

사이트에서, 시추공을 상기 사이트의 시추공 목표 깊이까지 시추하는 단계;

상기 시추공을 시추하는 단계 이후, 지열 열 교환기를 상기 시추공에 원하는 열 교환기 깊이로 삽입하는 단계,

상기 열 교환기를 상기 시추공에 삽입하는 단계 이후, 상기 시추공 안의 상기 열 교환기를 상기 원하는 열 교환기 깊이에 고정시키는 단계;

상기 열 교환기가 상기 시추공에 고정되었을 때,

상기 열 교환기는 폐쇄된 후단부 및 개방된 전단부를 가지고;

상기 열 교환기는 상기 폐쇄된 후단부와 상기 개방된 전단부 사이에 적어도 하나의 유체 경로를 가지고; 그리고,

설치 유체는 상기 열 교환기의 각각의 유체 경로에 배치되고;

상기 시추공 안의 상기 열 교환기를 고정시키는 단계 이후, 상기 시추공을 바로 둘러싸는 상기 사이트의 부분의 굴착 전에, 상기 개방된 전단부를 통해 각각의 유체 경로에 적어도 하나의 각각의 내부 실을 설치함으로써, 상기 폐쇄된 후단부와 상기 개방된 전단부 사이에 상기 열 교환기를 일시적으로 밀봉하는 단계로서, 상기 각각의 유체 경로에 대해 적어도 하나의 내부 실은 각각의 관념상 지반 깊이 아래에 배치되는 단계;

상기 열 교환기를 밀봉하는 단계 이후, 상기 열 교환기의 적어도 하나의 실-위 절단부를 생성하기 위해 상기 적어도 하나의 실의 최상부 위로 상기 열 교환기를 절단하는 단계;

상기 열 교환기를 절단하는 단계 이후, 상기 열 교환기의 각각의 실-위 절단부를 제거하고, 상기 시추공을 바로 둘러싸는 상기 사이트의 상기 부분을 굴착하는 단계;

상기 시추공을 바로 둘러싸는 상기 사이트의 상기 부분의 굴착은 상기 관념상 지반 깊이의 최하부 위에 있고, 그리고

상기 시추공을 바로 둘러싸는 상기 사이트의 상기 부분을 굴착하는 단계 이후, 상기 열 교환기와 공급/반환 도관의 연결을 위해 상기 실을 제거하는 단계;를 포함하는 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 열 교환기를 절단하는 단계 및 상기 열 교환기의 실-위 절단부를 제거하는 단계는 상기 사이트의 굴착 전에 수행되는 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 열 교환기를 절단하는 단계는, 상기 개방된 전단부에 파이프 절단 도구를 삽입하고 상기 내부로부터 상기 열 교환기를 절단함으로써 수행되는 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 열 교환기를 절단하는 단계 및 상기 열 교환기의 실-위 절단부를 제거하는 단계는 상기 사이트의 굴착 도중에 수행되는 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 절단은 전문적인 파이프 절단 도구의 사용에 의해 수행되는 방법.

청구항 6

제4 항에 있어서, 상기 절단은 상기 시추공을 바로 둘러싸는 상기 사이트의 상기 부분의 굴착 도중에 기계를 굴착함으로써 부수적으로 수행되는 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 시추공에 상기 열 교환기를 고정시키는 단계 이후 및 상기 사이트의 굴착 이전에 상기 열 교환기를 테스트하는 단계;를 더 포함하는 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서, 상기 시추공에 상기 열 교환기를 고정시키는 단계 및 상기 열 교환기를 일시적으로 밀봉시키는 단계 동안 상기 설치 유체는 상기 열 교환기에 유지되는 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서, 상기 열 교환기는 U-루프인 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서, 상기 열 교환기는 단일 U-루프인 방법.

청구항 11

제9 항에 있어서, 상기 열 교환기는 이중 U-루프인 방법.

청구항 12

제1 항에 있어서, 상기 열 교환기가 적어도 동심 열 교환기의 외부 튜브인 방법.

청구항 13

파이프 축을 따라 파이프의 내부를 따라 본체를 축 방향으로 가이드하도록 구성된 축 방향-연장 외부 가이드 표면을 가지는 본체;

상기 본체의 상기 가이드 표면에 형성되는 암 리세스; 상기 암 리세스는 그 안에 배치된 정지 표면을 가짐, 및 절단 암을 포함하고,

상기 절단 암은,

캠 표면을 갖는 피봇 단부;

백-엣지;

절단 엣지; 및

상기 절단 엣지를 따라 배치된 절단 헤드를 갖고, 상기 피봇 단부에 대향하는 절단 단부;를 포함하고,

상기 절단 암은 그것의 피봇 단부에서 상기 암 리세스 내에서 상기 본체에 대해 회전가능하게 결합되어, 상기 파이프 축에 실질적으로 평행한 피봇 축을 중심으로 상기 본체에 대해,

상기 절단 엣지가 상기 정지 표면을 향하도록 상기 절단 암이 상기 암 리세스 내로 후퇴된, 후퇴된 상태; 및

상기 절단 암의 상기 절단 단부는, 상기 절단 헤드를 노출시키기 위해, 상기 가이드 표면을 넘어 확장되고;

상기 캠 표면은, 상기 절단 헤드에 가해지는 힘에 대하여 상기 절단 암을 지지하기 위해, 상기 정지 표면과 맞물리는 확장된 상태 사이에서 회전 가능하게 되고,

상기 절단 암이 상기 확장된 상태로 향하도록 하기 위해, 상기 본체와 상기 절단 암 사이에 작용하는 바이어스 부재를 포함하는 파이프 절단 도구.

청구항 14

제13 항에 있어서, 상기 본체의 제1 축 방향 단부는, 드라이브 로드를 나사식으로 수용하기 위해 나사산이 형성된, 축 방향으로 정렬된 드라이브 로드 리세스를 갖는 파이프 절단 도구.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 절단암은 상기 절단 암의 상기 피봇 단부에서 피봇 구멍을 통과하는 피봇 핀에 의해 상기 본체에 회전가능하게 연결되고;

상기 피봇 핀의 제1 단부는 상기 드라이브 로드 리세스와 동일한 상기 암 리세스의 축 방향 측의 피봇 핀 리세스에 수용되며;

상기 피봇 핀의 제2 단부는 부상 리셉터클에 수용되고, 부상은 상기 드라이브 로드 리세스로부터 상기 암 리세스의 대향하는 축 방향 측에 배치된 상기 부상 리셉터클에 배치되고,

상기 부상은, 상기 드라이브 로드 리세스로부터 상기 암 리세스의 대향하는 축 방향 측의 고정나사 리세스에 나사식으로 수용되는 고정나사에 의해, 상기 부상 리셉터클에 가워지는 파이프 절단 도구.

청구항 16

제13 항에 있어서, 상기 절단 헤드는 상기 절단 엷지를 향하는 블레이드를 수용하도록 구성되는 파이프 절단 도구.

청구항 17

제13 항에 있어서, 상기 절단 헤드는 상기 절단 엷지를 향하는 일체형 블레이드를 갖는 파이프 절단 도구.

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지열 열 교환기(geothermal heat exchanger)에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 지열 열 교환기의 설치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지열 열 교환기는, 지하에 설치되고 건물의 난방 및/또는 냉방 시스템(예를 들어, HVAC 시스템)에 연결된 튜브(때로는 "루프(loops)"라고도 함)이다. 건물 난방/냉방 시스템의 유체가 튜브를 순환하여 주변의 지하 기관(substrate)과 열을 교환한다. 전형적으로, 대기와 지하 기관 사이에 온도 구배(temperature gradient)가 존재하며, 기관은 일반적으로 여름에는 공기보다 차갑고 겨울에는 공기보다 따뜻하다. 이와 같이, 열 교환은 건물 내 기후 제어를 달성하기 위해 필요한 에너지 투입을 감소시킬 수 있다.

[0003] 지열 열 교환기를 설치하기 전에 지열 시추공(borehole)이 요구된다. 아직 건설되지 않은 건물 아래에 설치된 지열 열 교환기의 경우, 지열 열 교환기는 일반적으로 건설 사이트(site)에서 굴착(excavation)이 완료된 후 설치된다. 이것은 루프가 굴착을 방해하는 문제를 피하고, 또한 굴착 파편이 튜브로 유입되어 유체의 흐름을 방해하는 위험을 피한다. 그러나, 이 방법은, 적어도 시추공(들) 영역의 주변 건설 작업이, 지열 열 교환기의 설치 및 테스트 중 지연되는 것을 요구한다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0004] 일 측면에서, 본 발명은 지열 열 교환기를 설치하는 방법을 설명한다. 시추공은 사이트에서 시추공 목표 깊이까지 시추되고, 시추공을 시추한 뒤, 지열 열 교환기가 시추공 내로 원하는 열 교환기 깊이까지 삽입된 후 시추공에서 원하는 열 교환기 깊이로 고정된다. 열 교환기는 예를 들어, 단일 U-루프(single U-loop) 또는 다중 U-루프(multiple U-loop)와 같은 U-루프(U-loop)일 수 있거나, 적어도 동심(concentric) 열 교환기의 외부 튜브를 포함할 수 있다.
- [0005] 열 교환기가 시추공에 고정되면, 열 교환기는 폐쇄된 후단부(distal end)와 개방된 전단부(proximal end)를 가지며, 폐쇄된 후단부와 개방된 전단부 사이에 열 교환기의 유체 경로에 배치된 설치 유체를 갖는 적어도 하나의 유체 경로를 갖는다. 시추공에 열 교환기를 고정한 후 및 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분(portion of the site immediately surrounding the borehole)을 굴착하기 전에, 개방된 전단부를 통해 각각의 유체 경로에 적어도 하나의 각각의 내부 실(seal)을 설치함으로써, 열 교환기가 폐쇄된 후단부와 개방된 전단부 사이에서 일시적으로 밀봉된다. 각각의 유체 경로에 대해, 내부 실(들)은 각각의 관념상 지반 깊이(notional subgrade depth) 아래에 배치될 것이다.
- [0006] 바람직한 일 실시예에서, 열 교환기를 밀봉한 후, 열 교환기의 적어도 하나의 실-위(above-seal) 절단부를 생성하기 위해, 열 교환기는 최상부 실(들) 위로 절단되고, 열 교환기의 각각의 실-위 절단부는 제거되며, 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분은 최하부 관념상 지반 깊이 위로 굴착된다. 선택적으로, 시추공에 열 교환기를 고정한 후 및 사이트의 굴착 전에, 열 교환기가 테스트될 수 있다. 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분을 굴착한 후, 열 교환기를 공급/반환(supply/return) 도관에 연결하기 위해, 실이 제거될 수 있다. 일부 바람직한 실시예에서, 시추공에 열 교환기를 고정하고 열 교환기를 일시적으로 밀봉하는 동안 설치 유체는 열 교환기에 남아있다.
- [0007] 열 교환기를 절단하고 열 교환기의 각각의 실-위 부분을 제거하는 것은 사이트의 굴착 전 또는 사이트의 굴착 도중에 수행될 수 있다. 일부 실시예에서, 시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분의 굴착 도중에 굴착 기계에 의해 부수적으로 수행된다.
- [0008] 열 교환기의 절단은, 파이프 절단 도구를 개방된 전단부에 삽입한 다음, 예를 들어 전문적인 파이프 절단 도구를 사용함으로써 내부로부터 열 교환기를 절단함으로써, 수행될 수 있다.
- [0009] 다른 측면에서, 본 발명은 파이프 절단 도구를 설명한다. 파이프 절단 도구는, 파이프 축을 따라 파이프의 내부를 따라 본체를 축 방향으로 가이드하도록 구성된 축 방향-연장 외부 가이드 표면을 갖는 본체와, 본체의 가이드 표면에 있는 암 리세스, 및 절단 암을 포함한다. 절단 암은, 캠 표면, 백-엣지, 절단 엣지 및 피봇 단부에 대향하는 절단 단부를 갖는 피봇 단부를 가지며, 절단 단부는 절단 엣지를 따라 배치된 절단 헤드를 갖는다. 암 리세스는 그 안에 배치된 정지 표면을 가지고, 절단 암은, 파이프 축에 실질적으로 평행한 피봇 축에 대해, 그것의 피봇 단부에서 암 리세스 내의 본체에 회전가능하게 연결된다. 절단 암은, 절단 엣지가 정지 표면을 향하도록 절단 암이 암 리세스로 후퇴된, 후퇴된 상태와, 절단 헤드에 가해지는 힘에 대하여 절단 암을 지지하기 위해 절단 암의 절단 단부가 가이드 표면을 넘어 연장되어 절단 헤드를 노출시키고 캠 표면이 정지 표면에 맞물리는, 확장된 상태 사이에서 회전 가능하다. 바이어스 부재(biasing member)는 절단 암이 확장된 상태로 향하도록 촉구하기 위해 본체와 절단 암 사이에 작용한다.
- [0010] 일부 실시예에서, 본체의 제1 축 방향 단부는, 드라이브 로드를 나사식으로 수용하기 위해 나사산이 형성된, 축 방향으로 정렬된 드라이브 로드 리세스를 갖는다. 일부 특정 실시예에서, 절단 암은, 절단 암의 피봇 단부에서 피봇 구멍을 통과하는 피봇 핀에 의해 본체에 회전가능하게 연결된다. 피봇 핀의 제1 단부는 드라이브 로드 리세스와 동일한 암 리세스의 축 방향 측의 피봇 핀 리세스에 수용된다. 피봇 핀의 제2 단부는 부싱 리셉터클에 수용되고, 여기서 부싱 리셉터클에서 부싱은 드라이브 로드 리세스로부터 암 리세스의 대향하는 축 방향 측에 배치된다. 부싱은, 드라이브 로드 리세스로부터 암 리세스에 대향하는 축 방향 측의 고정나사 리세스에 나사식으로 수용되는 고정나사에 의해, 부싱 리셉터클에 가워진다.
- [0011] 절단 헤드는 절단 엣지를 향하는 블레이드를 수용하도록 구성될 수 있거나, 절단 엣지를 향하는 일체형 블레이드를 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 이들 및 다른 특징들은 첨부된 도면을 참조하는 다음의 설명들로부터 보다 명백해질 것이다.
- 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 시추공의 시추를 도시한다.
- 도 1b 및 1ba는 도 1a의 시추공 내로 지열 열 교환기의 삽입을 도시한다.
- 도 1c 내지 1e는 도 1a의 시추공에 도 1b 및 1ba의 열 교환기를 고정하는 것을 도시한다.
- 도 1f는 도 1b 및 1ba의 열 교환기의 일시적인 밀봉을 도시한다.
- 도 1g는 도 1f의 최상부(uppermost) 실(들) 위의 도 1b의 열 교환기의 절단을 도시한다.
- 도 1h는 도 1b 및 1ba의 열 교환기의 실-위(above-seal) 절단부(cut portion)의 제거를 도시한다.
- 도 1i 및 1ia는 도 1의 시추공을 바로 둘러싸는 사이트 부분의 굴착을 도시한다.
- 도 1j 및 1k는 도 1b 및 1ba의 열 교환기로부터의 도 1f의 실(들)의 제거를 도시한다.
- 도 1l 및 1m은 HVAC 시스템에 대한 도 1b 및 도 1ba의 열 교환기의 연결을 도시한다.
- 도 2a는 단일 U-루프 구성을 갖는 예시적인 폐루프(closed-loop) 지열 열 교환기의 단면도이다.
- 도 2b는 이중 U-루프 구성을 갖는 예시적인 폐루프 지열 열 교환기의 단면도이다.
- 도 2c는 동심 구성을 갖는 예시적인 폐루프 지열 열 교환기의 단면도이다.
- 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 예시적인 파이프 절단 도구의 사시도로서, 후퇴된 상태(retracted position)에서 절단 암(arm)을 도시한다.
- 도 3b는 도 3a의 파이프 절단 도구의 사시도로서, 확장된 상태(extended position)에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3c는 도 3b의 3C-3C 라인에 대한 도 3a의 파이프 절단 도구의 단면도로서, 파이프 내에 표시된다.
- 도 3d는 도 3b의 3D-3D 라인에 대한 도 3a의 파이프 절단 도구의 단면도로서, 후퇴된 상태에서의 절단 암을 도시한다.
- 도 3e는 도 3b의 3E-3E 라인에 대한 도 3a의 파이프 절단 도구의 단면도로서, 확장된 상태에서 절단암을 도시한다.
- 도 3f는 도 3a의 파이프 절단 도구의 상면 단면도로서, 후퇴된 상태에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3g는 도 3a의 파이프 절단 도구의 상면 단면도로서, 확장된 상태에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3h는 도 3a의 파이프 절단 도구의 제1 측면 정면도로서, 후퇴된 상태에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3i는 도 3h에서와 동일한 측면 정면도로서, 확장된 상태에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3j는 도 3a의 파이프 절단 도구의 제2 측면 정면도로서, 후퇴된 상태에서 절단 암을 도시한다.
- 도 3k는 도 3j에서와 동일한 측면 정면도로서, 확장된 상태에서 절단 암을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이제 본 발명의 일 실시예에 따른 지열 열 교환기를 설치하는 예시적인 방법을 도시하는 도 1a 내지 1m을 참조한다.
- [0014] 도 1a에서 시작하여, 새로운 건물의 구성이 계획되는 기관(104)과 같은 사이트(102)에서, 시추공(106)은 사이트(102)에서 시추공 목표 깊이(D)로 시추된다. 도시된 실시예에서, 시추공(106)을 형성하기 위해 유압 드릴 리그(hydraulic drill rig, 110)가 사용된다. 유압 드릴 리그는 예를 들어 단일, 이중 또는 소닉(sonic) 상단 드라이브(drive)가 장착될 수 있다.
- [0015] 선택적으로, 케이싱(casing)(미도시)은 오버 버든(overburden)(일반적으로 점토, 모래 및 자갈로 구성됨)을 안정화하기 위해 사용될 수 있으며, 개방된 홀(open hole)(즉, 케이싱이 없는 경우)은 기반암(bedrock)에 드릴링된다. 공기 또는 진흙 회전 드릴링(mud rotary drilling)이 사용되는 경우, 오버버든을 드릴링한 후 케이싱이

설치되거나, 이중 회전 또는 소닉 상단 드라이브가 장착된 리그를 사용하거나 오버버튼 드릴링 시스템을 사용하여 오버버튼의 드릴링과 동시에 케이싱이 설치될 수 있다. 지열 시추공의 건설에 사용되는 케이싱은 일반적으로 임시 케이싱으로, 지열 열 교환기를 시추공에 설치한 후 제거되는 것을 의미한다. 케이싱 크기는 기반암 아래를 드릴링하는 데 사용되는 드릴 비트(bit) 크기를 수용할 수 있을 만큼 커야 하며, 일반적인 크기는 133mm 외경(OD)(5.5")과 165mm OD(6.5")를 포함한다. 기반암은 일반적으로 다운-홀(down-the-hole) 망치(화강암과 같은 단단한 암석을 위한) 또는 PDC 비트(보다 부드러운 퇴적암을 위한)로 드릴링된다. 암석을 드릴링하는데 사용되는 유체는 보통 압축 공기이지만, 물이나 회전식 드릴링도 사용될 수 있다. 진흙 회전 드릴링은, 일반적으로 최대 150미터의 깊이, 더욱 흔하게 100미터 미만의 깊이까지, 오버버튼 상태에서 개방된 홀(open hole)을 뚫을 수도 있다. 개방된 홀의 진흙 회전 드릴링은, 일반적으로 홀 안정성을 유지하고 지열 열 교환기를 목표 깊이에 위치시키는 것이 어려워지므로, 더 큰 깊이에서 사용되지 않는다. 시추공 크기는 열 교환기 형상 및 그라우팅(grouting) 요구사항에 따라 결정된다. 32mm(1.25") 단일 U-루프 열 교환기의 일반적인 최소 시추공 크기는 98mm이며, 38mm(1.5") 단일 U-루프 열 교환기의 경우 108mm이다. 드릴링 장비의 일반적인 툴링(tooling)으로 인해 더 큰 홀 크기가 종종 사용되며, 152mm(6")는 우물 드릴링 장비에서 매우 일반적이다. 시추공은 일반적으로 수직적이지만, 조향 가능한(steerable) 드릴링 기술을 이용하여 각도 및 방향으로 드릴링될 수 있다.

[0016] 드릴링 접근법의 선택은 지질학, 장비의 이용 가능성, 지열 열 교환기의 목표 깊이, 및 규제 요구사항에 의존하며, 당업자의 능력 내에 있다.

[0017] 도 1b 및 도 1ba를 참조하면, 시추공(106)을 시추한 후, 지열 열 교환기(112)가 시추공 깊이(D)와 동일하거나 약간 위인 원하는 열 교환기 깊이까지 시추공(106)에 삽입된다.

[0018] 지열 열 교환기(112)는 일반적으로 U형 구성("U-루프"로 지칭됨)에서 하나 이상의 관 모양의 파이프 형태이다. 가장 일반적인 폐루프(closed-loop) 지열 열 교환기 구성은 도 2a에 도시된 바와 같이, 열 교환기(112)의 후단부에서 180도(degree) 엘보우 피팅(118)에 의해 연결되는 2개의 파이프(114)로 구성되어 열 교환기(112)의 길이를 연장하는 2개의 연속 평행 암(116)을 형성하는 단일 U-루프이다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 2쌍의 평행 암(116A, 116B)를 형성하기 위해 각각 180도 엘보우 피팅(118)에 의해 연결되는 2쌍의 파이프(114A, 114B)를 갖는 이중 U-루프 구성이 유럽에서 일반적이다. 따라서, 이중 U-루프 구성에서, 열 교환기(112)의 후단부에서 이중 180도 엘보우(118)로 열 교환기(112)의 길이를 실행하는 4개의 연속 평행 암(116A, 116B)이 존재한다. 또 다른 실시예에서, 도 2c에 도시된 바와 같이, 지열 열 교환기(212)의 다른 형태는 폐쇄된 후단부(218)를 갖는 외부 튜브(214) 및 외부 튜브(214)의 폐쇄된 후단부(218)로부터 단락되는 개방된 후단부를 갖는 내부 튜브(216)를 갖는 서로 유체 연통되는 외부 튜브(214) 및 내부 튜브(216)를 포함하는 동심 또는 동축 열 교환기일 수 있다. 동심 열 교환기(212)가 사용되는 경우, 선택적으로 외부 튜브(214) 만이 도 1b 및 1ba에 도시된 단계에서 삽입될 필요가 있다. 반드시 등글지 않아도 되는 다양한 파이프 단면(예를 들어, GI4TM)과 같이 다른 구성도 사용 가능하지만, 덜 일반적이며, 다중 U-루프에는 2개 이상의 파이프(예를 들어, TwisterTM)가 있을 수 있다.

[0019] 일반적인 U-루프 파이프 크기는 SDR9에서 SDR13.5까지의 벽 두께를 갖는 3/4" IPS 에서 1.5"의 범위이다(SDR은 파이프 직경에 대한 벽 두께 비율). 가장 일반적인 파이프 재료는 HDPE3608 또는 HDPE4710과 같은 고밀도 폴리에틸렌(polyethylene)이지만, 일부 다른 재료 또는 열적으로 강화된 HDPE가 가끔 사용된다.

[0020] 즉 U-루프 열 교환기(112), 동심 열 교환기(212) 또는 다른 구성이든, 각각의 경우에, 열 교환기는 폐쇄된 후단부(예를 들어, 엘보우(들)(118 또는 외부 튜브(214)의 폐쇄된 단부(218))를 갖는다.

[0021] 도 1b 및 도 1ba로 돌아가서, 예시적인 지열 열 교환기(112)는 엘보우(118)가 폐쇄된 후단부를 형성하는 가요성(flexible) 파이프(114)를 포함하는 단일 U-루프 열 교환기(112)임을 알 수 있을 것이다.

[0022] 지열 열 교환기(112)를 시추공(106)에 삽입하는 것은, 도 1b에 도시된 바와 같이 수동으로 또는 도 1ba에 도시된 바와 같이 기계 시스템(120)으로 수행될 수 있다. 더 큰 파이프 직경(예를 들어, 1.25" 및 1.5") 및 깊이 시추공은 일반적으로 기계적인 삽입이 필요하다. 수동적인 및 기계적인 삽입은 당업자의 능력 내에 있다.

[0023] 열 교환기(112)를 시추공(106)에 삽입한 후, 열 교환기(112)는 시추공(106)에 원하는 열 교환기 깊이에 고정된다. 열 교환기(112)의 암(116)들 사이의 임의의 공간(130)뿐만 아니라 열 교환기(112)와 시추공(106)의 벽 사이의 환형 공간(128)(도 1c 내지 1e 참조)은 일반적으로 벤토나이트-기반(bentonite-based) 또는 시멘트-기반(cement-based) 그라우트(grout) 애놀라(annular)를 사용하여 그라우팅되며(grouted), 벤토나이트-기반 그라우트는 사용 편의성과 성능 향상으로 인해 더욱 일반적이다. 열 향상 재료는 일반적으로 열 교환기 성능을 향상시키기 위해 벤토나이트-기반 그라우트와 함께 사용된다. 이들 재료는 일반적으로 실리카 모래(silica sand)이고,

보다 최근에는 흑연(graphite) 재료이다. 그라우트를 도입하기 전에, 열 교환기(112)는 파이프(114)의 구조적 완전성을 유지하기 위해(즉, 내부로의(inward) 붕괴를 방지하기 위해) 적절한 압력으로 유지되는 설치 유체(115)(물과 같은)로 채워진다.

[0024] 그라우트를 적용하기 위해, 트레미 라인(tremie line, 122)이 시추공(106)에 삽입된다. 일반적으로, 파이프(114) 및 트레미 라인(122)은 각각의 코일(124, 126)로부터 공급되고, 동시에 삽입된다(도 1b 및 1ba 참조). 또한 트레미 라인(122)은 열 교환기(112)를 시추공(106)에 삽입한 후 시추공에 배치될 수 있다. 도 1c 내지 1e에서 알 수 있는 바와 같이, U-루프 구성에서 트레미 라인(122)은 일반적으로 열 교환기(112)의 암(116)들 사이에 위치된다.

[0025] 그라우팅이 시작되면, 도 1c에 도시된 바와 같이, 트레미 라인(122)의 출구 단부(132)는 초기에 열 교환기의 후단부 근처에 위치된다. 열 교환기(112)의 엘보우(118)는 도시된 바와 같이 연추-중량(plumb-weight)의 2배를 지지할 수 있는 지지부(134)에 놓일 수 있거나, 열 교환기(112)의 엘보우(118)는 시추공(106)의 바닥에 직접 놓일 수 있거나, 열 교환기(112)는 그라우트가 적용되는 동안 단순히 시추공(106)에 떠있을(suspended) 수 있다.

[0026] 도 1d에 도시된 바와 같이, 트레미 라인(112)의 출구 단부(132)가 그라우트(136)의 메니스커스(meniscus) 또는 표면 아래 수 미터 아래의 그라우트(136)에 침지될 때까지, 그라우트(136)는 시추공(106)에 주입된다. 이러한 방식으로, 그라우트(136)는 물 또는 다른 물질을 시추공(106)으로부터 밀어내어, 시추공(106)에 그라우트의 연속적인 칼럼(column)을 생성할 것이다. 시추공(106)이 그라우팅됨에 따라, 도 1e에 도시된 바와 같이, 시추공(106)이 실질적으로 채워질 때까지, 트레미 라인(122)의 출구 단부가 그라우트(136)에 잠긴 상태를 유지하면서, 트레미 라인(122)이 시추공 밖으로 철수된다. 그라우트(136)가 설정된 후, 도 1f에 도시된 바와 같이, 열 교환기(112)에 개방된 전단부(138)를 제공하기 위해, 시추공(106)의 입구(mouth)를 넘어 돌출된 파이프(114)의 암(116)의 초과 길이는, 시추공(106)이 형성된 기관(104)의 표면과 거의 동일 평면이 되도록 절단될 수 있다. 대안적으로, 덜 바람직하지만, 파이프(114)는 시추공(106)의 깊이에 대응되는 길이를 갖도록 사전에 절단될 수 있거나, 그라우팅 전에 절단될 수 있다.

[0027] 케이싱이 사용되는 경우, 그라우트가 시추공에서 당겨질 때, 케이싱 밖으로 빠져나오도록 그라우트가 아직 '셋업(set up)'되거나 굳지 않도록 케이싱을 당기기 직전에 그라우트가 케이싱에 배치된다. 케이싱을 당길 때, 그라우트는 시추공을 채우는 데 사용되며, 모든 케이싱이 지면에서 추출되면 시추공은 그라우트로 채워진다.

[0028] 열 교환기(112)가 삽입되고 시추공(106)이 그라우팅되면(또는 반대로 열 교환기(112)가 시추공(106)에 고정되면), 열 교환기(112)의 완전성, 열 교환기(112)의 깊이, 및 열 교환기(112) 주위의 그라우트(106)의 품질(quality)이 모두 테스트될 수 있다. 깊이 및 그라우트 품질을 테스트하기 위해서는 사이트(102)의 표면(104)으로부터 전체 깊이로 열 교환기(112)에 접근해야 한다. 압력 테스트에는 표면 접근 및 유압 연속성이 필요하지만, 루프의 바닥에 접근할 필요는 없으므로, 내부 실 또는 플러그가 열 교환기 내의 일부 깊이에 배치될 수 있다. 상기 테스트는 이제 본 발명에 의해 공지된 당업자의 능력 내에 있다. 그러므로, 시추공(106)에 열 교환기(112)를 고정한 후, 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착 전에, 열 교환기(112)의 통상적인 테스트가 수행될 수 있다.

[0029] 전술한 바와 같이, 열 교환기는 폐쇄된 후단부(예를 들어, 엘보우(들)(118 또는 외부 튜브(214)의 폐쇄된 단부)를 가지고, 적어도 설치 후 시추공(106)에 고정된 후, 개방된 전단부(138)(예를 들어 엘보우(들)(118)로부터 먼 파이프(들)의 단부(114, 114A, 114B) 또는 (적어도) 폐쇄된 후단부(218)로부터 떨어진 외부 튜브(214)의 단부)를 갖는다. 개방된 전단부(138)는 사이트(102)의 기관(104)의 표면에 근위(proximal)에 있다. 열 교환기(112)는 또한 폐쇄된 후단부(118)와 개방된 전단부(138) 사이에 적어도 하나의 유체 경로(예를 들어, 파이프(들)(114, 114A, 114B, 214, 216)에 의해 제공된)를 갖는다.

[0030] 삽입(도 1b/1ba), 그라우팅(도 1c 내지 1e), 및 테스트 후, 잔해물(debris)이 열 교환기(112)유입하는 것을 방지하기 위해, 내부 실(예를 들어, 플러그)은 개방된 전단부(138)로부터 하나 이상의 관념상 지반 깊이(notional subgrade depth)로 열 교환기(112)에 배치될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "관념상 지반 깊이(notional subgrade depth)"는 적어도 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140) 내에서, 구조 굴착이 예상되지 않는 이하의 깊이를 지칭한다. 예방 조치로서, 아래에 더 설명되는 바와 같이, 각각 아래에 실이 배치된 복수 개의 관념상 지반 깊이가 있을 수 있다. 부가적인 관념상 지반 깊이의 선택적 제공은, 건설 긴급 상황, 건설 장비의 작동에 의한 오류 등으로 인해 예상보다 더 깊이 굴착해야 할 필요성을 설명할 수 있다. 선택적으로 실은 가장 낮은 관념상 지반 깊이 아래에 배치될 수 있지만, 이는 잔해물이 실 위로 열 교환기에 들어갈 위험을 증가시킨다.

- [0031] 이제 도 1f를 참조하면, 시추공(106)에 열 교환기(112)를 고정된 후, 그리고 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)(도 1i 참조)의 굴착 전에, 열 교환기(112)가 일시적으로 밀봉된다. 본 명세서에 사용된 용어 "시추공을 바로 둘러싸는 사이트의 부분"은 시추공(106)의 외주로부터 반경 방향으로 측정된 시추공(106)의 5미터 이내, 바람직하게는 3미터 이내, 더욱 바람직하게는 1미터 이내의 영역(사이트의 부분)을 지칭한다. 열 교환기(112)를 일시적으로 밀봉하기 전에, 사이트(102)의 다른 부분, 즉 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(106) 이외의 굴착이 수행될 수 있다. 따라서, 열 교환기(112)를 일시적으로 밀봉하기 전에, 예를 들어 시추공(106)의 형성, 열 교환기(112)의 설치 및 열 교환기(112)의 그라우팅 동안, 사이트(102)의 다른 부위에서 건설 활동이 진행될 수 있다.
- [0032] 도 1f를 계속 참조하면, 열 교환기(112)는, 개방된 전단부(138), 각각의 유체 경로에서 적어도 하나의 각각의 내부 실, 예를 들어, 파이프(들)(114)(또는 114A, 114B, 214, 216)를 통한 설치에 의해 개방된 전단부(138)와 폐쇄된 후단부(118)(또는 118, 218) 사이에 일시적으로 밀봉된다. 내부 실은 다양한 형태를 취할 수 있으며, 특정 유형의 열 교환기에 적합한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 제한 없이, 내부 실은 도 1f의 주요 부분에 도시된 바와 같은 압축성 폼 볼 플러그(compressible foam ball plug, 142), 도 1f의 우측 하단 확대도에 도시된 바와 같은 압축성 폼 실린더 플러그(compressible foam cylinder plug, 142A), 또는 도 1f의 우측 상단 확대도에 도시된 바와 같은 겔 플러그(gel plug, 142B)를 포함할 수 있고, 이들 각각은 아래에 추가로 설명된다. 각각의 실(예를 들어, 볼 플러그(142))은 각각의 관념상 지반 깊이(144A, 144B, 144C) 아래에 배치된다.
- [0033] 전술한 바와 같이, 일부 실시예에서, 실이 각각 배치된 복수 개의 관념상 지반 깊이가 존재할 수 있다. 예를 들어, 굴착은, 제1 관념상 지반 깊이(144A)이지만, (예를 들어)10.5 미터의 제2 관념상 지반 깊이 및 (예를 들어)11미터의 제3 관념상 지반 깊이도 제공될 수 있는, 표면(104)으로부터 (예를 들어)10미터 아래로 계속되지 않을 것으로 예상될 수 있다. 이는 단지 지반 깊이의 예일 뿐이며, 제한하려는 것은 아니다. 실(예를 들어 볼 플러그(142))은 제1 관념상 지반 깊이(144A)와 제2 관념상 지반 깊이(144B) 사이, 제2 관념상 지반 깊이(144B)와 제3 관념상 지반 깊이(144C) 사이, 및 제3 관념상 지반 깊이(144C) 아래에 배치된다. 따라서, 제1 관념상 지반 깊이(144A), 제2 관념상 지반 깊이(144B) 및 제3 관념상 지반 깊이(144C) 각각 아래에 배치된 실(예를 들어, 볼 플러그(142))이 존재한다. 임의의 원하는 수의 관념상 지반 깊이 및 관련 실이 제공될 수 있다.
- [0034] 여전히 도 1f를 참조하면, 압축성 볼 플러그(142)는, 깊이 표시(148)를 갖는 로드(146)를 사용하여 파이프(114)의 내부를 따라 그들을 가압함(forcing)으로써, 원하는 지반 깊이(144A, 144B, 144C) 아래에 배치될 수 있다.
- [0035] 전술한 바와 같이, 일부 실시예에서, 하나 이상의 실은 압축성 폼 실린더(142A)를 포함할 수 있다. 압축성 폼 실린더 플러그(142A)는 볼 실(예를 들어, 볼 플러그(142))과 유사하게 로드(146)를 사용하여 간단하게 제자리에 위치될 수 있거나, 파이프(114) 내부에 쉽게 끼워질 수 있는 압축된 "패킷(packet)"을 형성하기 위해 공기-불투과성(air-impermeable) 배리어 멤브레인(barrier membrane) 내부에서 압축 및 진공 밀봉된다. 이 패킷은 원하는 깊이로 낮아질 수 있고, 이어서 실린더 플러그(142A)가 파이프(114)의 내부 벽에 대해 팽창될 수 있도록 배리어 멤브레인이 파열될 수 있다.
- [0036] 또한 전술한 바와 같이, 일부 실시예에서, 하나 이상의 실은 겔 플러그(142B)를 포함할 수 있다. 겔 플러그(142B)는 흡수성 원사(yarn)로 채워진 밀봉된 수용성(water-soluble) 튜브를 포함할 수 있다. 수용성 튜브는, 원하는 깊이로 낮춰지고, 스트링 라인(string line)을 사용하여 제자리에 매달아질 수 있다. 수용성 튜브는 용해될 때까지 그대로 유지되어, 물이 흡수성 원사에 도달할 수 있게 한다. 원사는 파이프(114) 내부를 채우도록 팽창하고, 원하는 간격에 걸쳐 겔 플러그를 제공한다.
- [0037] 이제는 도 1g를 참조한다. 열 교환기(112)를 밀봉한 후, 열 교환기(112)는 최상부 실(들)(142) 위로 절단된다. 최상부 실(들)(142)이 반드시 최하부 실(들)(142)보다 위에 있기 때문에, 최상부 실(들)(142) 위로 열 교환기(112)를 절단하는 것은 열 교환기(112)가 최하부 실(들) 위로 절단됨을 의미한다는 것으로 이해될 것이다. 도시된 실시예에서, 파이프(114)의 각각의 암(116)은, 제1 관념상 지반 깊이(144A) 바로 아래에 위치되는 볼 실(예를 들어, 볼 플러그(142)) 위로 절단된다. 열 교환기(112)의 절단은 임의의 적합한 기술을 사용하여 수행될 수 있으며, 바람직하게는, 도 1g에 도시된 바와 같이, 전문적인 파이프 절단 도구(300)를 개방된 전단부(138)에 삽입하고 열 교환기(112)를 절단(예를 들어 파이프(114)의 암(116)을 절단)함으로써 절단이 수행된다. 도 1g의 확대된 부분에 도시된 바와 같이, 예시적인 파이프 절단 도구(300)는 본체(302) 및 절단 가능한 절단 암(304)를 포함하고, 원하는 깊이로 전진될 수 있도록 깊이 표시된 로드(146)의 단부에 장착될 수 있다. 예시적인 파이프 절단 도구(300)는 아래에서 더 상세히 설명될 것이다.
- [0038] 이제 도 1h를 참조하면, 열 교환기(112)의 절단은 열 교환기(112)의 2개의 실-위(above-seal) 절단부(150)(파이

프(114)의 각각의 암(116) 마다 하나씩)을 생성한다.(이 동축(co-axial) 열 교환기의 경우, 하나의 절단부만 있을 수 있으며, 다중 U-루프 열 교환기의 경우, 절단부가 2개 이상일 수 있다.) 절단부는 최상부 실 위에 위치되고, 따라서 용어 "실-위(above-seal)"는 도시된 실시예에서, 이것은 제1 관념상 지반 깊이(144A) 바로 아래에 위치한 볼 실(예를 들어, 볼 플러그(142)) 위에 있다. 이후 열 교환기(112)의 절단부(150)는 기계적 또는 수동적 풀링(pulling)에 의해 시추공(106)으로부터 제거되고, 열교환기(112)가 절단된 위치 위에 그라우트(136)만이 남는다. 따라서, 도 1h에 도시된 실시예에서, 열 교환기(112)를 절단하고 열교환기(112)의 각각의 실-위 절단부(150)를 제거하는 것은 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착 전에 수행된다.

[0039] 도 1i로 돌아가서, 최상부 실(들) 위의 열 교환기(112)를 절단하고 열 교환기(112)의 실-위 절단부(150)를 제거한 후, 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착이 진행될 수 있다. 굴착 이전에 열 교환기(112)를 절단하고 실-위 절단부(150)를 제거함으로써, 열 교환기 배관(piping)의 간섭 없이 건설 작업이 진행될 수 있다. (예를 들어) 제2 관념상 지반 깊이(144B) 또는 제3 관념상 지반 깊이(144C)로 굴착이 필요한 경우, 절단 절차는 각각의 관념상 지반 깊이 위의 볼 플러그(142)(또는 다른 실) 위에서 반복될 수 있다.

[0040] 대안적으로, 일부 실시예에서 열 교환기(112)를 절단하고 열 교환기(112)의 실-위 절단부(150)를 제거하는 것은 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착 중에 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 열 교환기(112)가 구성되는 재료에 따라, 실 위 부분(즉, 실 위 절단부(150))이 굴착 과정 자체에 의해(예를 들어, 굴착기, 불도저, 백호(backhoe)와 같은 건설 장비에 의해) 절단되고 제거되도록 하는 것이 보다 효율적이고 경제적인(cost effective)일 수 있다. 따라서, 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착 동안 굴착 기계(152)에 의해 절단이 부수적으로 수행될 수 있다. 이 과정은 도 1ia에 도시되어 있다. 제1 관념상 지반 깊이(144A) 아래에서 제2 관념상 지반 깊이(144B) 또는 제3 관념상 지반 깊이(144C)로 굴착이 필요한 경우, 굴착은 열 교환기가 최하부 관념상 지반 깊이 아래로 절단되지 않는 한 계속될 수 있다(예를 들어, 굴착은 열 교환기(112)에서 실(들)(142)의 최하부 위에서 유지된다).

[0041] 어느 경우(굴착 전 또는 굴착 도중 실-위 절단부(150)의 제거)에서, 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착을 완료한 후, 도 1j 및 1k에 도시된 바와 같이, 실(예를 들어, 볼 플러그(142))은 이후에 제거될 수 있다. 도면에서 알 수 있듯이, 바람직한 실시예에서 설치 유체(115)는 시추공(106)에서 열 교환기(112)를 고정하는 동안 및 열 교환기(112)의 일시적인 밀봉, 열 교환기(112)의 절단 및 시추공(106)을 바로 둘러싸는 사이트(102)의 부분(140)의 굴착을 통해 열 교환기(112)에 남아 있다. 이와 같이, 실(예를 들어, 볼 플러그(142))의 제거는, 이후 열 교환기(112)의 다른 암(116)의 개방된 단부(138)로부터 강제로 제거되는, 열 교환기(112)의 하나의 암(116)의 개방된 단부(138)에서, 도 1k에 화살표(154)로 표시된 가압 유체를 공급함으로써 달성될 수 있다. 따라서, 도 1l 및 1m에 도시된 바와 같이, 다단계 주차 차고(multi-level parking garage, 162)의 기계실(160)에서 공급/반환(supply/return) 도관(156), 예를 들어, HVAC 시스템(158))에 열 교환기(112)를 연결하기 위해 실(예를 들어, 볼 플러그(142))이 제거될 수 있다. 이는, 화살표(166)로 표시된 열 교환기 유체(예를 들어, 에탄올(ethanol) 또는 프로필렌 글리콜(propylene glycol)과 같은 부식 억제제(corrosion inhibitor) 및 부동액(antifreeze)을 갖는 물)가 열 교환기(112)를 통해 HVAC 시스템으로부터 통과될 수 있게 한다.

[0042] 이제 예시적인 파이프 절단 도구(300)를 보다 상세히 도시한 도 3a 내지 3k를 참조한다. 전술한 바와 같이, 예시적인 파이프 절단 도구(300)는 본체(302) 및 절단 암(304)를 포함한다. 본체(302)는, 파이프 축(pipe axis, PA)(도 3a 내지 3b)을 따라 파이프(308)(도 3c 내지 3e)의 내부를 따라, 본체(302)를 축 방향으로 가이드(guide)하도록 구성된 축 방향-연장(axially-extending) 외부 가이드 표면(306)을 갖는다. 파이프 축(PA)는 파이프(308)의 길이 방향 범위에 대응한다. 도시된 실시예에서, 본체(302)는 다른 형상이 고려되지만 테이퍼형 단부를 갖는 실질적으로 원통형이며, 다른 실시예에서, 가이드 표면은 파이프의 내부와 맞물리도록 구성된 베어링을 포함할 수 있다.

[0043] 본체(302)의 하나의 축 방향 단부는, 파이프(308)의 내부를 따라 파이프 절단 도구(300)를 구동하기 위해 깊이 표시된 로드(146)와 같은 드라이브 로드를 나사식으로 수용하기 위해 나사산이 형성된, 축 방향으로 정렬된 드라이브 로드 리세스(drive rod recess, 310)(도 3d 및 3e 참조)를 구비한다.

[0044] 절단 암(304)를 수용하기 위해 본체(302)의 가이드 표면(306)에 암 리세스(312)가 형성되고, 정지 표면(stop surface, 314)이 암 리세스(312)에 배치된다. 절단 암(304)은 피벗 단부(pivot end, 316) 및 피벗 단부(316)와 절단 단부(318) 사이에서 연장되는 백-엣지(back-edge, 320)와 절단 엣지(322)를 갖는 피벗 단부(316)에 대향하는 절단 단부(318)를 갖는다. 백-엣지(320) 및 절단 엣지(322)는 일반적으로 서로 대향된다. 피벗 단부(316)는

캠 표면(cam surface, 324)을 구비하고, 절단 단부(318)는 절단 엣지(322)를 따라 배치된 절단 헤드(326)를 구비한다. 절단 헤드(326)는 절단 엣지(322)를 향하는 블레이드(328)를 가지고 있다. 절단 헤드(326)는 교체 가능한 블레이드를 수용하도록 구성될 수 있거나, 또는 일체형 블레이드를 가질 수 있으며, 이 경우 절단 헤드 자체가 교체 가능할 수 있다. 대안적으로, 블레이드(328)가 둔해지면(dull) 전체 절단 암(304)이 교체될 수 있다.

[0045] 절단 암(304)은, 파이프 축(PA)에 실질적으로 평행한 피봇 축(P)에 대해, 그것의 피봇 단부(316)에서 암 리세스(312) 내의 본체(302)에 회전가능하게(pivotally) 연결된다. 절단 도구(300)가 파이프(308) 내부에 있을 때, 파이프 축(PA)에 평행하고 일반적으로 일치할 때, 절단 암(304)의 피봇 축(P)은 본체(302)의 중심 회전축(R)으로부터 측방향으로 오프셋(offset)된다. 따라서, 절단 암(304)의 피봇 축(P)은 파이프 축(PA)으로부터 측 방향으로 오프셋될 것이다. 절단 암(304)은 도 3a, 3d, 3f, 3h 및 3j에 도시된 바와 같이 후퇴된 상태(retracted position)와 도 3b, 3c, 3e, 3g, 3i 및 3k에 도시된 바와 같이 확장된 상태(extended position) 사이에서 회전할(pivot) 수 있다. 후퇴된 상태에서, 절단 암(304)은 암 리세스(312) 내로 후퇴되어, 절단 엣지(322)는 정지 표면(314)과 대면하고 맞물릴(engage) 수 있다. 확장된 상태에서, 절단 암(304)의 절단 단부(318)는 가이드 표면(306)을 넘어 연장되어 절단 헤드(326)와 블레이드(328)를 노출시키고, 피봇 단부(316) 상의 캠 표면(324)은 정지 표면(314)과 맞물려 그 절단 엣지 축의 절단 헤드(326)에 가해지는 힘에 대하여(즉, 블레이드(328)에 가해지는 압력에 대하여) 절단 암(304)을 지지한다.

[0046] 도 3d 및 3e에 가장 잘 도시된 바와 같이, 도시된 실시예에서, 절단 암(304)은 절단 암(304)의 피봇 단부(316)에서 피봇 구멍(pivot aperture, 332)을 통과하는 피봇 핀(pivot pin, 330)에 의해 본체(302)에 회전가능하게 연결된다. 피봇 핀(330)의 일 단부(334)는 드라이브 로드 리세스(310)와 동일한 암 리세스(312)의 측 방향 축의 피봇 핀 리세스(pivot pin recess, 336)에 수용되고, 피봇 핀(330)의 다른 단부는 부싱 리셉터클(bushing receptacle, 340)에 수용된다. 부싱 리셉터클(340)에서 부싱(bushing, 342)(또는 대안적으로 니들 베어링(needle bearing)과 같은 베어링(bearing))이 드라이브 로드 리세스(310)로부터 암 리세스(312)의 대향하는 측 방향 측면에 배치되고, 피봇 핀(330)의 다른 단부는 부싱(342)에서 저널링된다(journalled). 부싱(342)은, 드라이브 로드 리세스(310)로부터 암 리세스(312)의 대향하는 측 방향 축의 고정나사 리세스(setscrew recess, 346)에 나사식으로(hreadedly) 수용되는 고정나사(344)에 의해, 부싱 리셉터클(340)에 유지된다. 보다 구체적으로, 고정나사(344)는 부싱 솔더(bushing shoulder, 348)에 대해 부싱(342)을 가둔다(trap).

[0047] 바이어스 부재(biasing member)는 절단 암(304)이 확장된 상태로 향하도록 촉구하기 위해 본체(302)와 절단 암(304) 사이에 작용한다. 도시된 실시예에서, 바이어스 부재는 코일 스프링(350)의 형태를 취한다. 코일 스프링(350)은 피봇 핀(330)을 둘러싸고, 코일 스프링(350)의 하나의 말단 암(terminal arm)은 본체(302)와 맞물리고, 코일 스프링(350)의 다른 말단 암은 절단 암(304)과 맞물린다.

[0048] 작동 시, 절단 암(304)은 후퇴된 상태에 배치되고, 절단 도구(300)는 파이프(308)의 내부에 삽입된다. 코일 스프링(348)에 의해 가해지는 힘에도 불구하고, 절단 도구(300)가 회전 없이 파이프(308)를 따라 측 방향으로 전진되는 한, 파이프(308)의 벽은 실질적으로 후퇴된 상태에서 절단 암(304)을 유지시킬 것이다. 보다 구체적으로, 절단 암(304)의 백-엣지(320)는 파이프(308)의 내부 표면(350)과 맞물려서, 절단 암(304)이 완전히 후퇴된 상태에서 약간 이동하더라도, 절단 암(304)은 확장된 상태로 완전히 이동할 수 없고, 블레이드(328)를 갖는 절단 헤드(326)의 절단 엣지 축이 노출되지 않는다. 더욱이, 파이프(308)를 따라 절단 도구(300)를 전진시키면서, 암(304)이 후퇴된 상태에서부터 확장된 상태로 회전하는 것과 동일한 방향으로 본체(302)를 회전시키는 것은 절단 암(304)이 확장된 상태로 회전하는 것을 방지하는 것을 도울 수 있다.

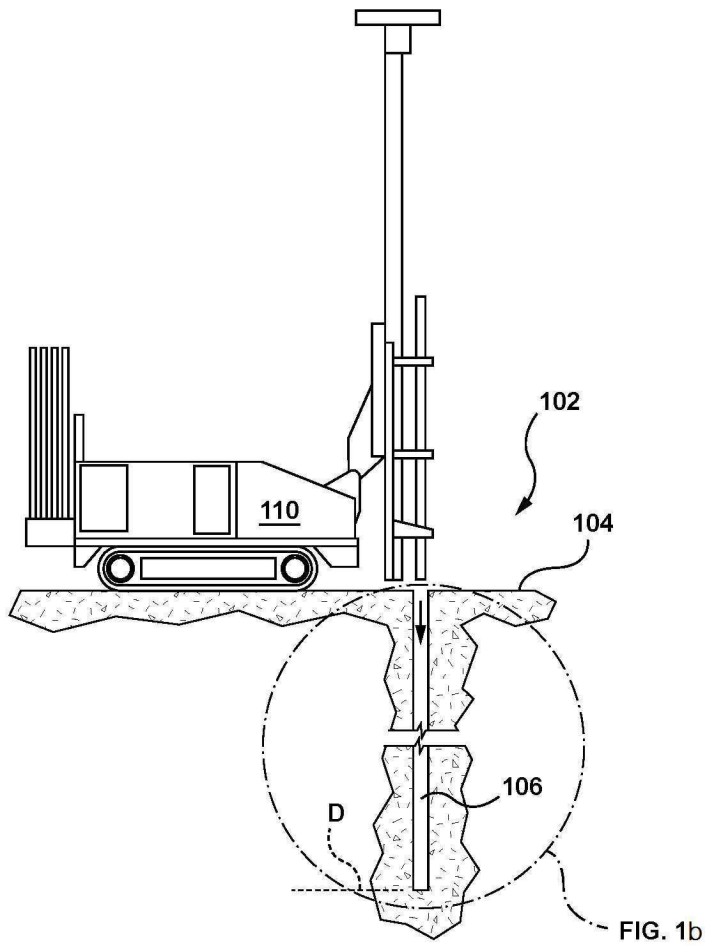
[0049] 일단 절단 도구(300)가 파이프(308)에서 목표된 방향으로 전진되면, 도 3e 및 3f에 화살표로 표시된 바와 같이, 절단 암(304)이 후퇴된 상태에서부터 확장된 상태로 회전하는 것과 반대되는 방향으로 본체(302)를 회전시킴으로써, 절단 암(304)은 확장된 상태로 이동될 수 있다. 피봇 축(P)이 본체(302)의 중심 회전 축(R)으로부터 측 방향으로 오프셋되기 때문에, 이 회전은, 코일 스프링(348)으로부터 가압 하에, 절단 헤드(326)와 블레이드(328)가 노출되는 확장된 상태를 향해, 절단 암(304)이 회전할 수 있게 한다. 이는 도 3g에 화살표(354)로 도시된다. 절단 암(304)이 확장된 상태에 도달하고 정지 표면(314)과 캠 표면(324)의 맞물림(engagement)에 의해 지지되면, 도 3c 및 3e에 도시된 바와 같이, 본체(302)의 연속적인 회전은 블레이드(328)의 파이프(308)를 절단하게 할 것이다. 파이프(308)를 절단하기 위해 블레이드(328)가 파이프(308)의 원주를 완전히 횡단할 때까지, 본체(302)의 회전이 계속될 수 있다. 이후 확장된 절단 암(304)은 절단된 파이프(308)의 상부가 끌어 당겨질 수 있게 하는 후크로서 작용한다.

[0050] 특정 예시적인 실시예들이 예로서 설명되었다. 청구 범위를 벗어나지 않으면서 많은 변형 및 수정이 이루어질

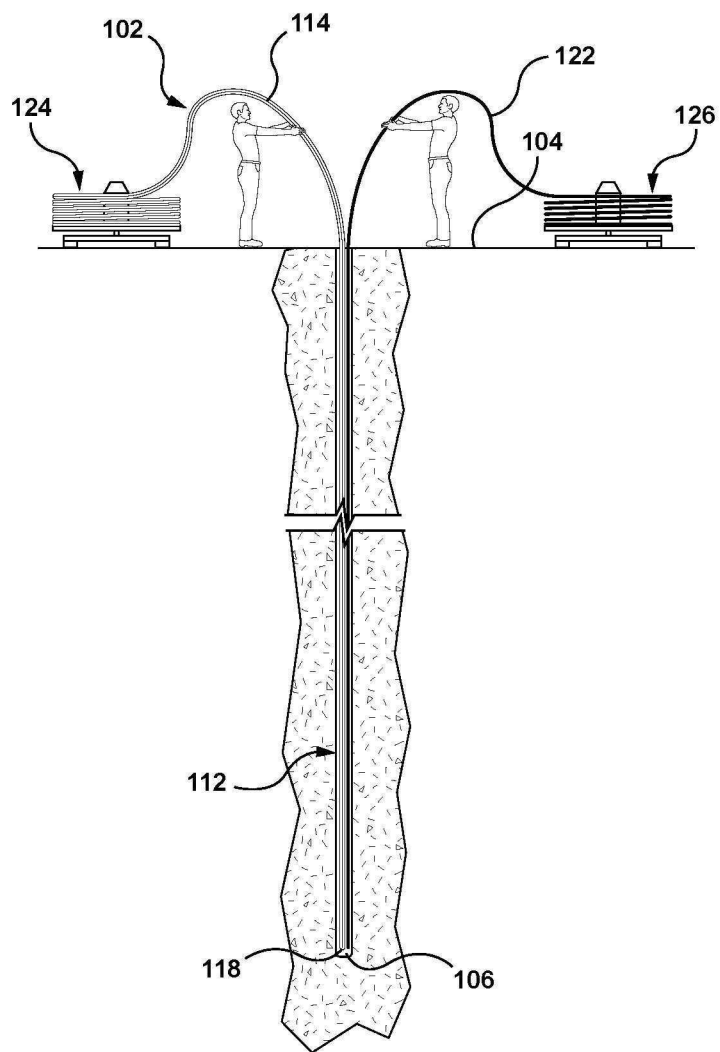
수 있음이 당업자에게 명백할 것이다.

도면

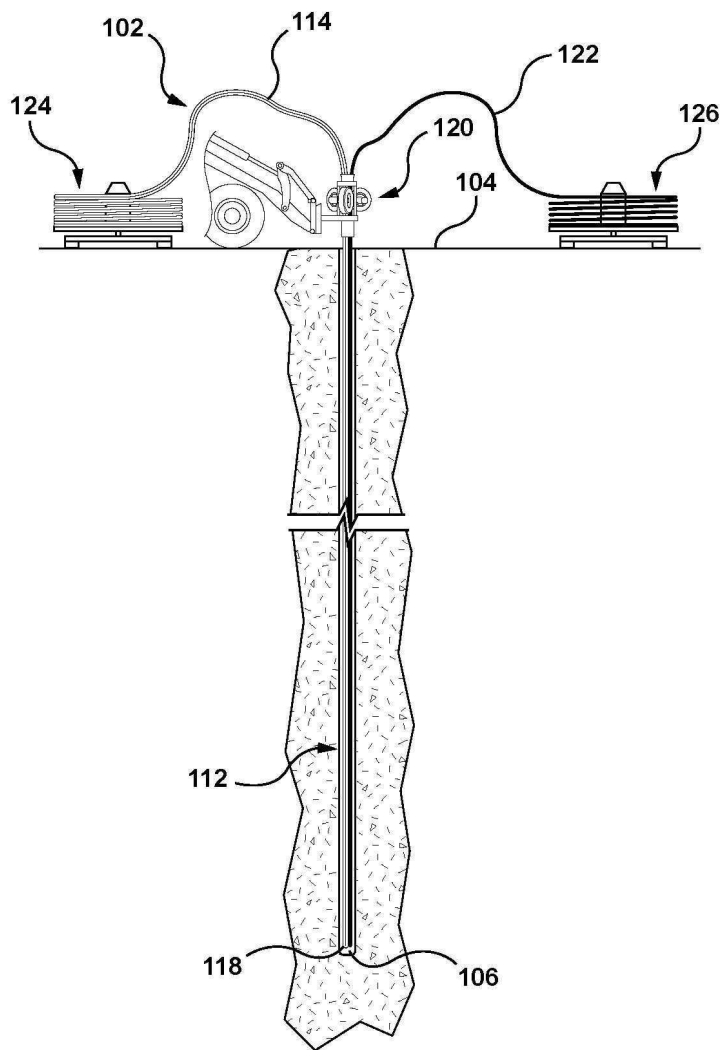
도면1a



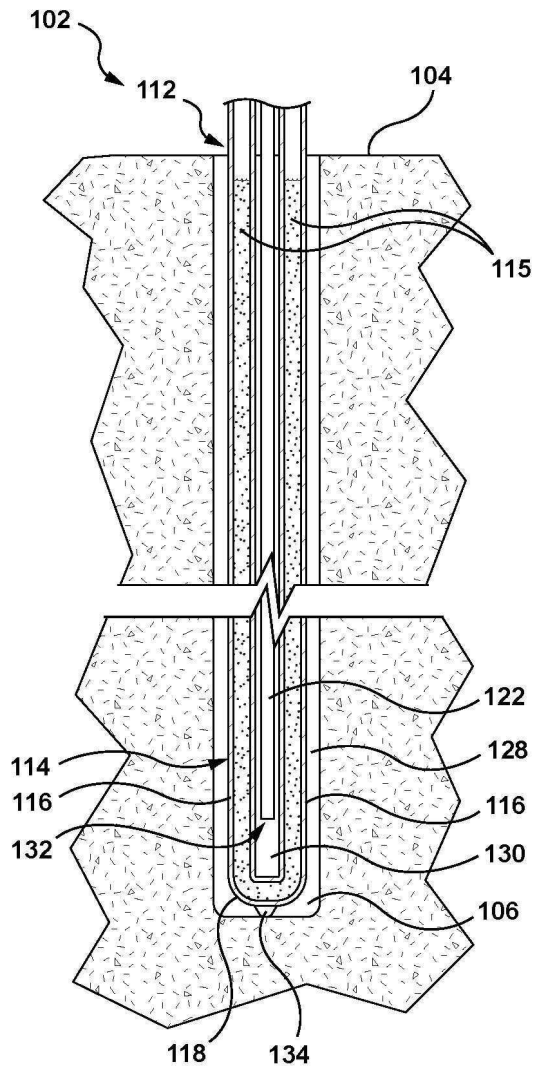
도면1b



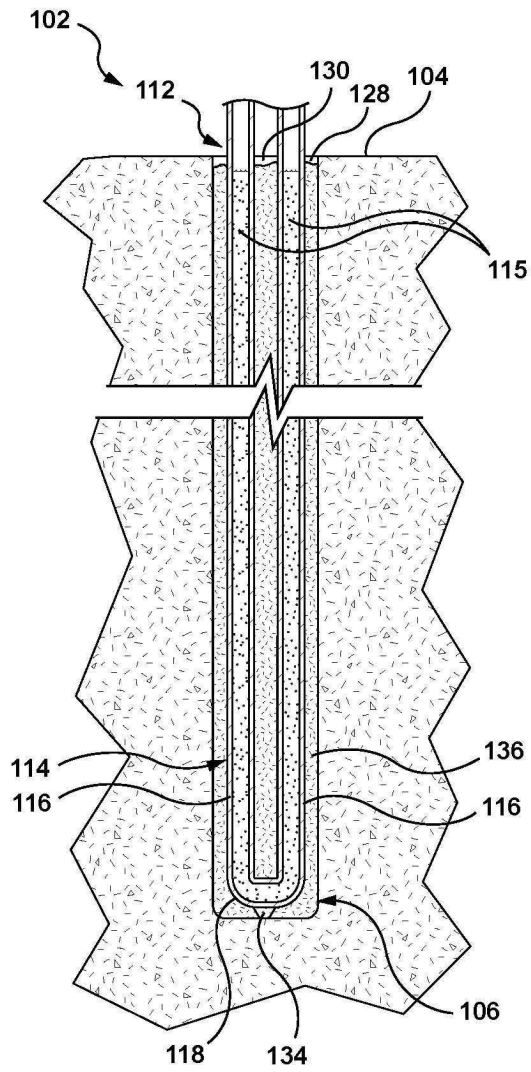
도면 1ba



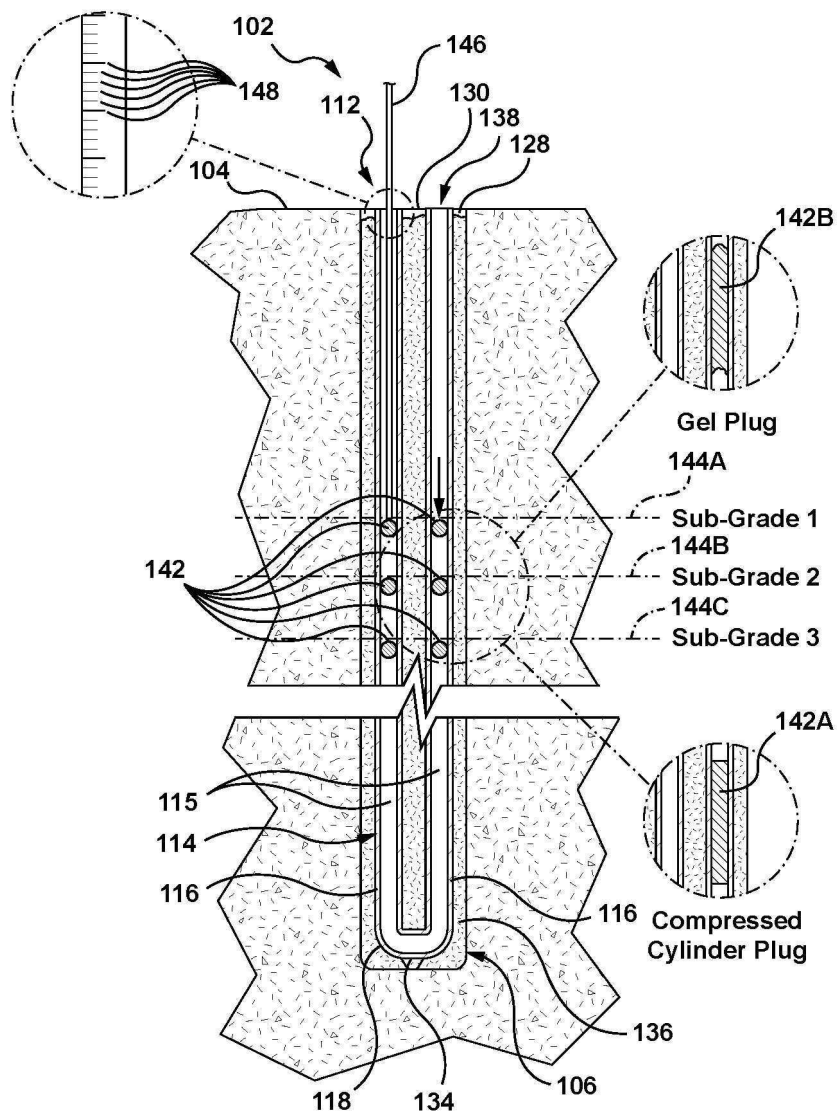
도면1c



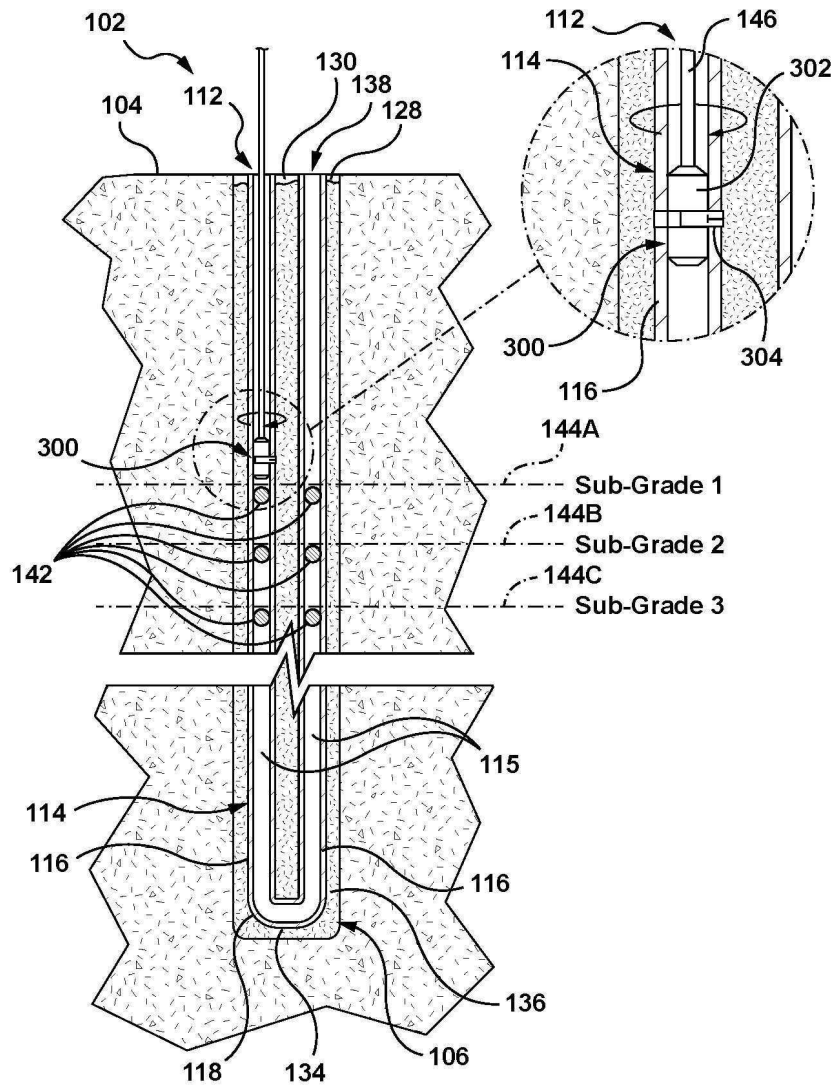
도면1e



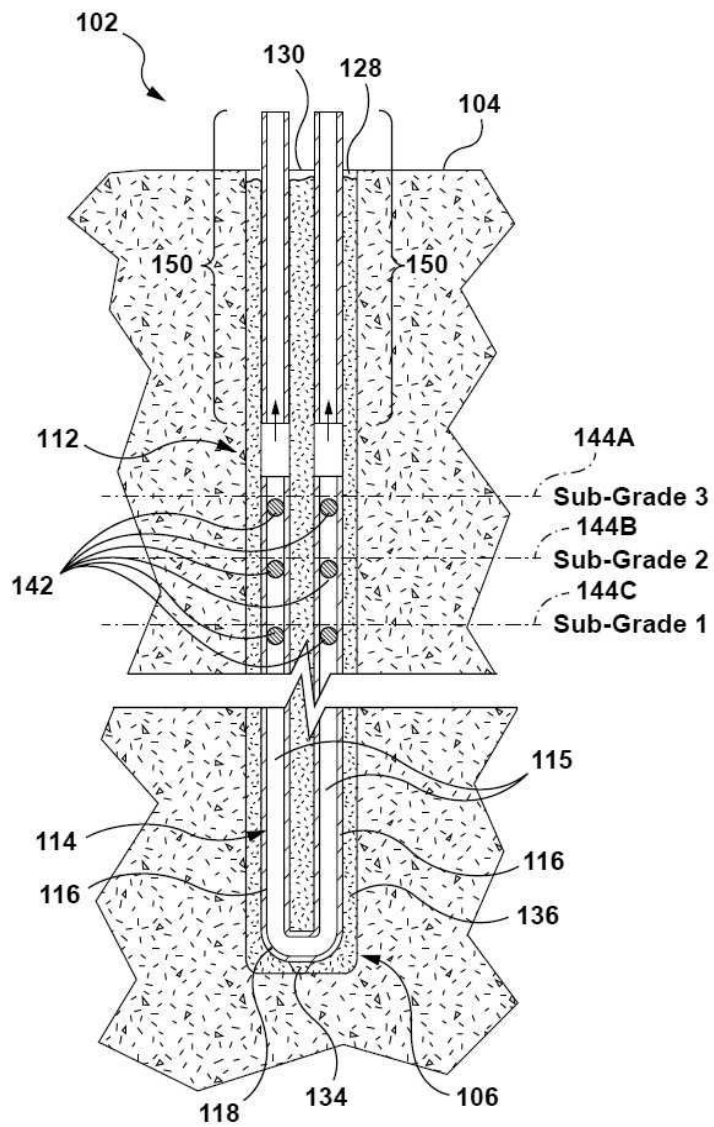
도면1f



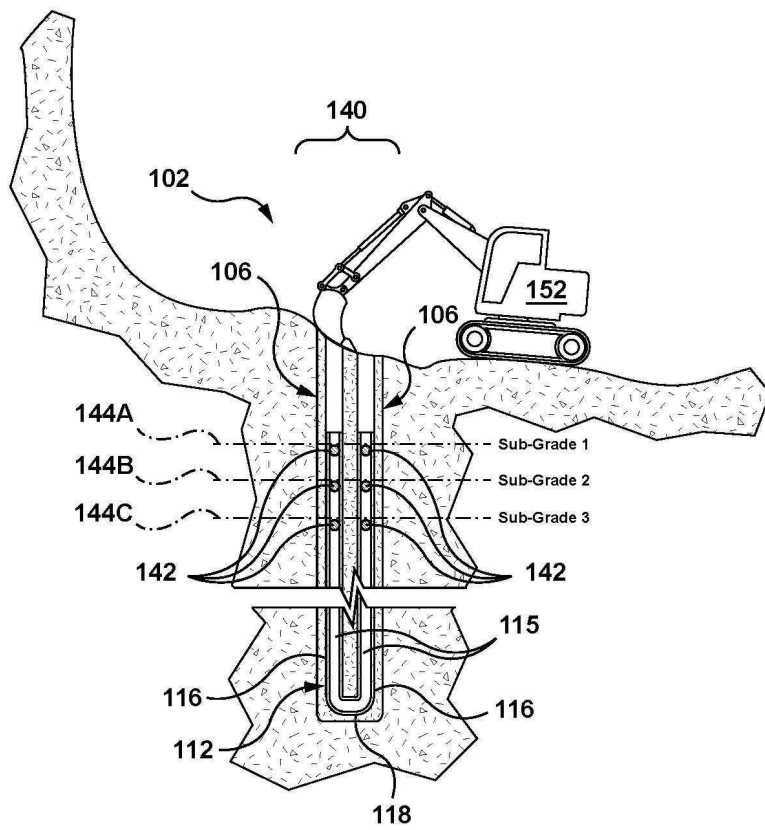
도면 1g



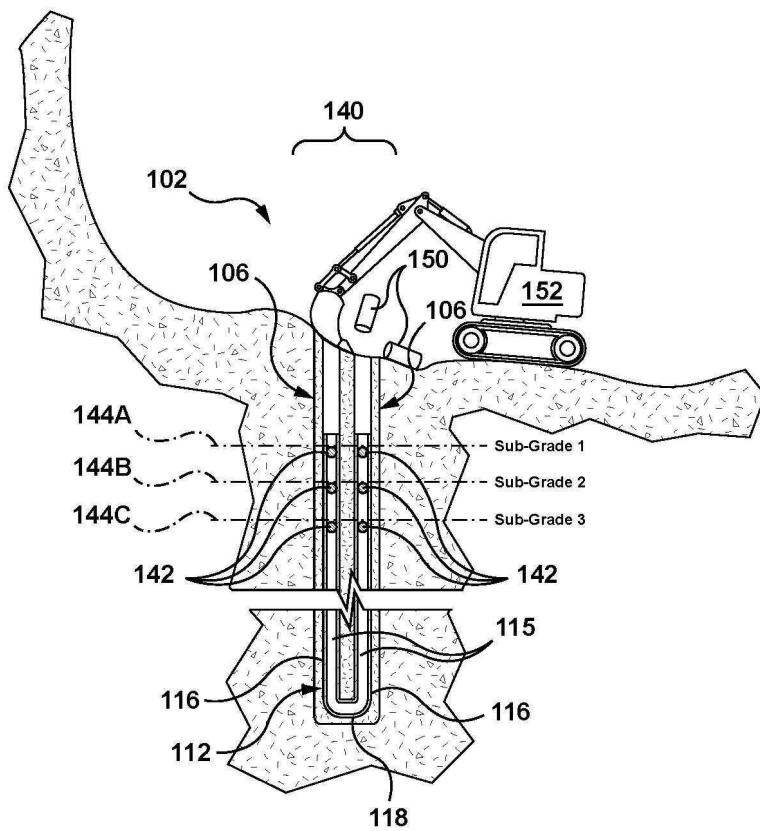
도면1h



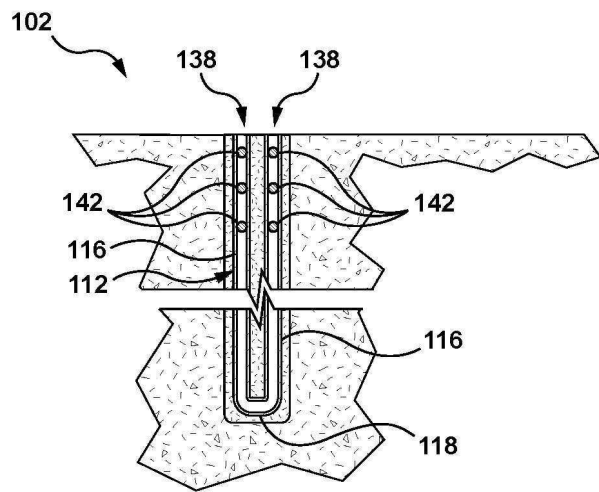
도면1i



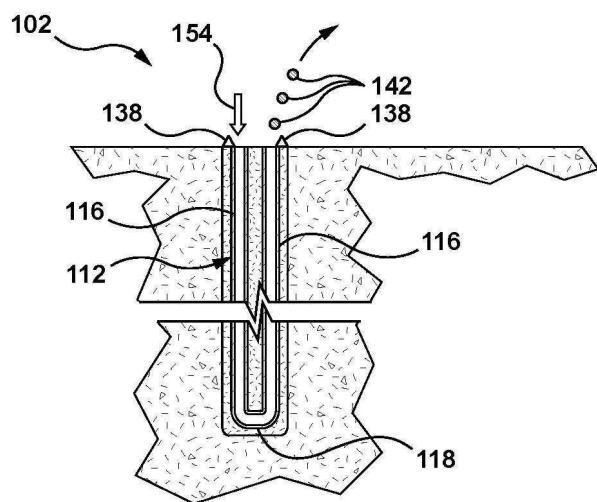
도면1ia



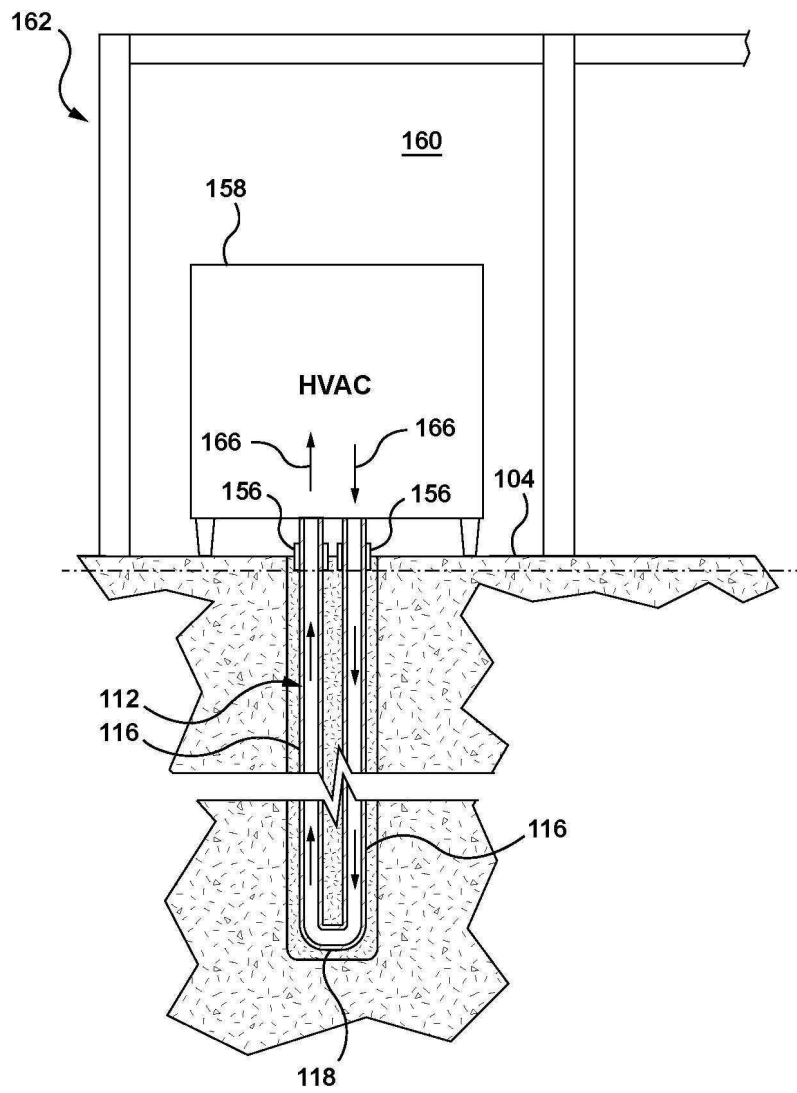
도면1j



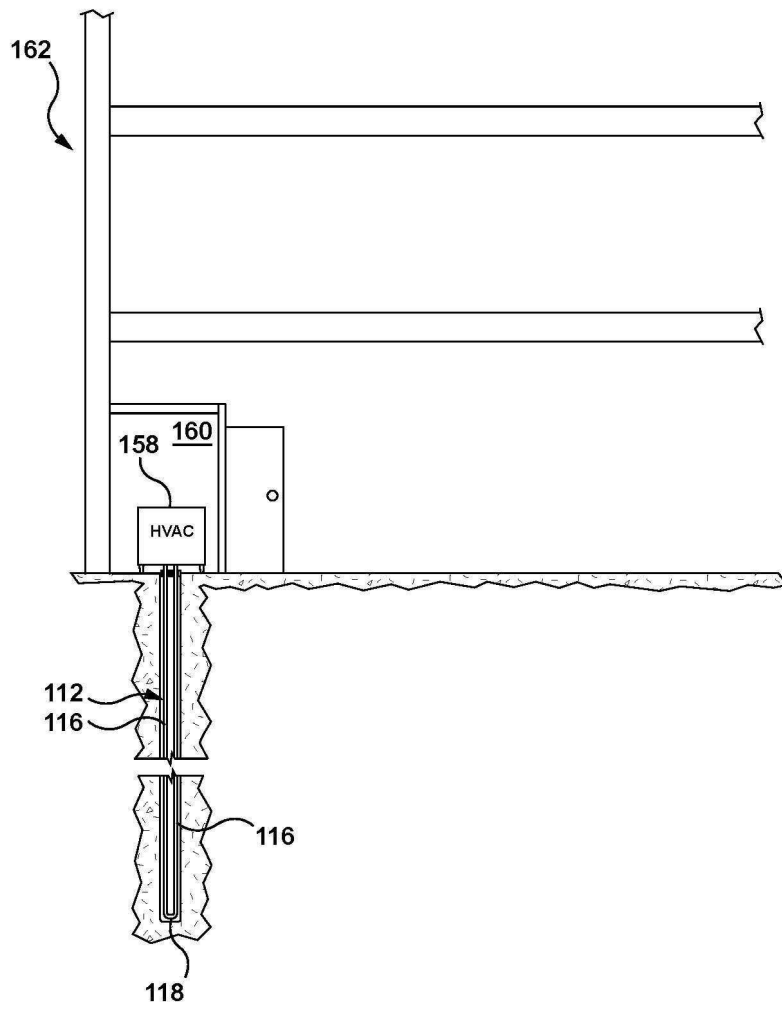
도면1k



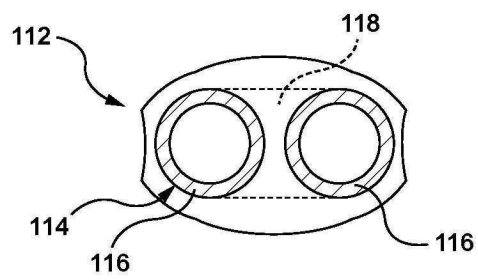
도면11



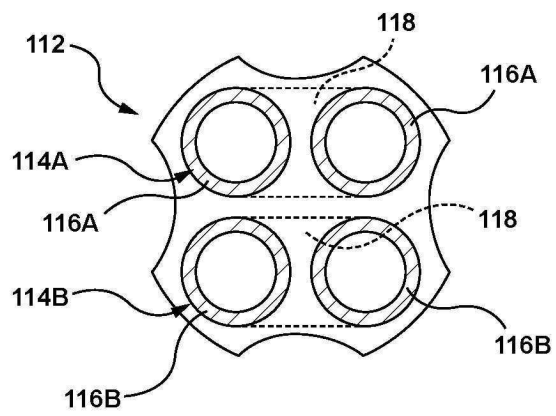
도면1m



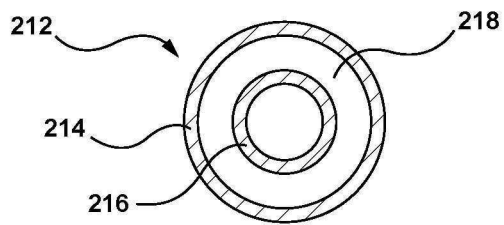
도면2a



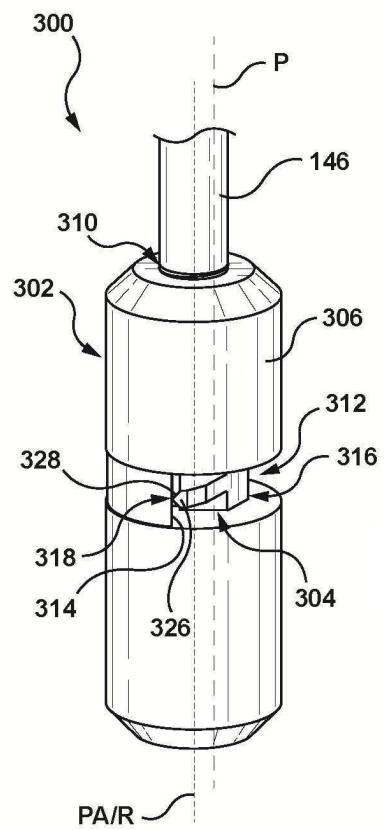
도면2b



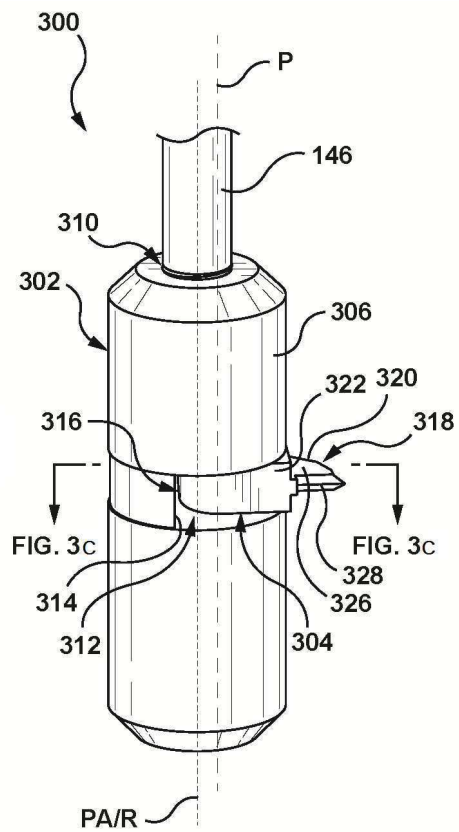
도면2c



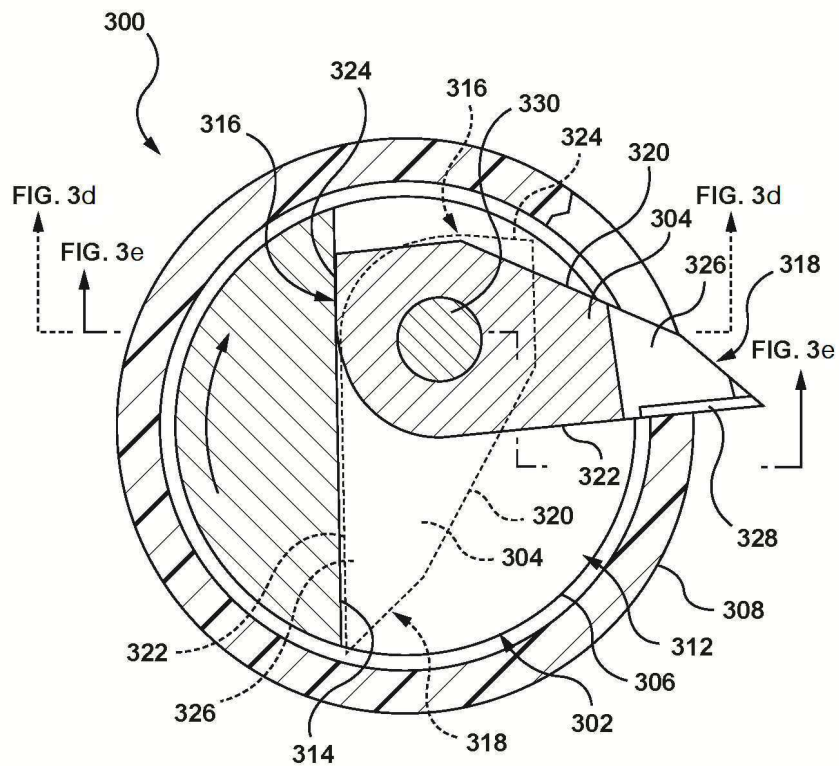
도면3a



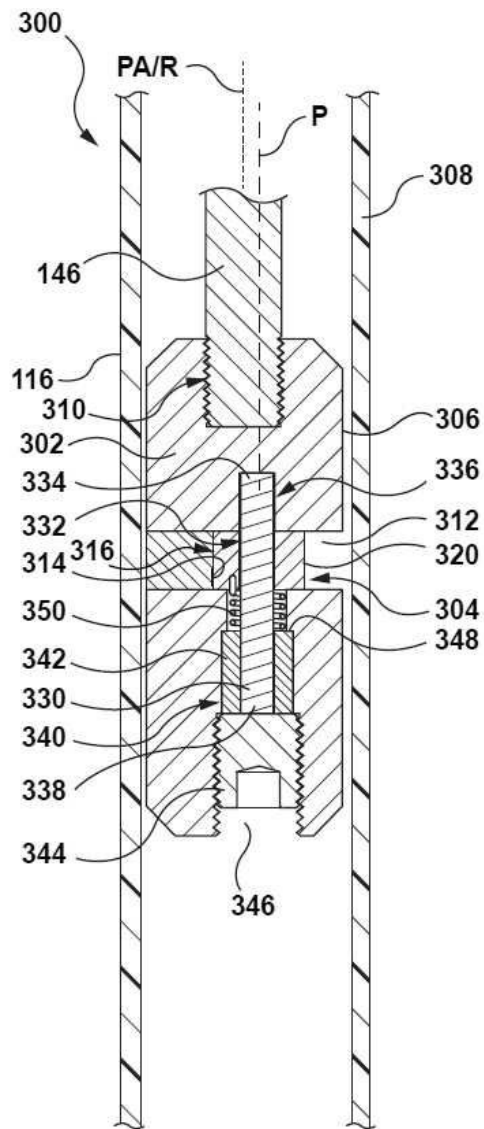
도면 3b



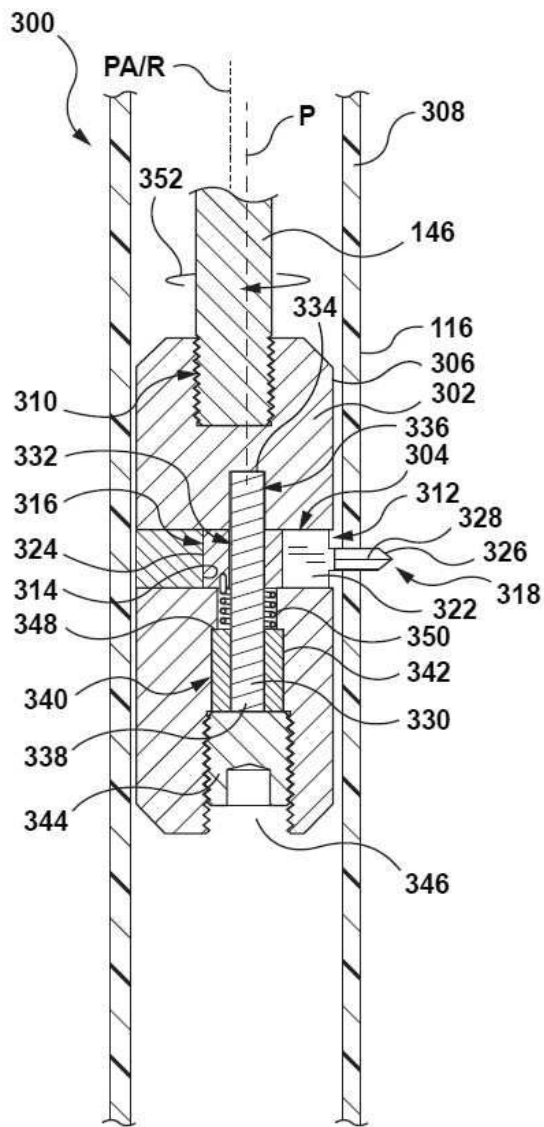
도면 3c



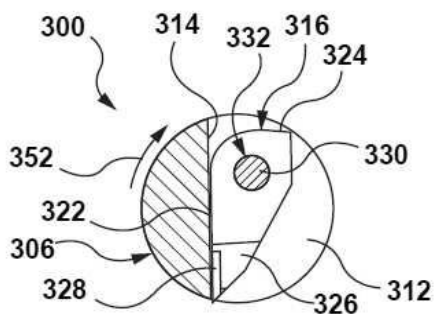
도면3d



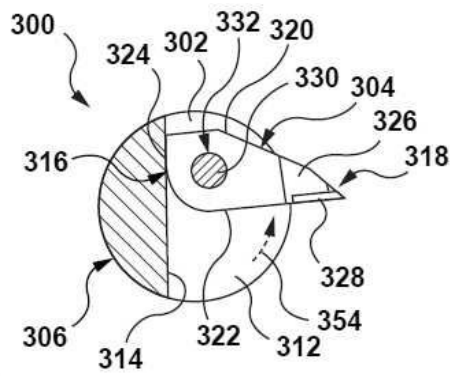
도면3e



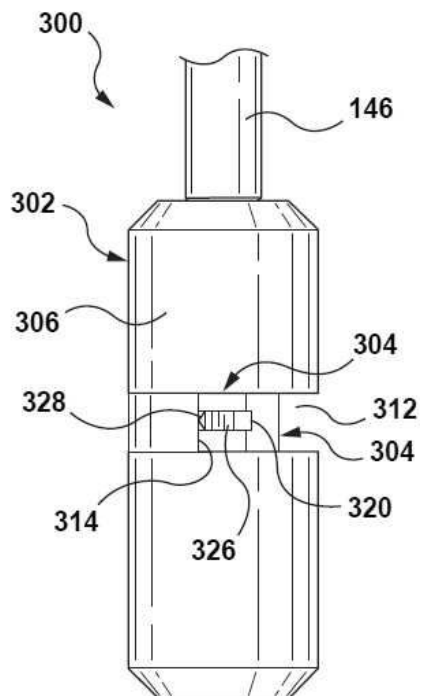
도면3f



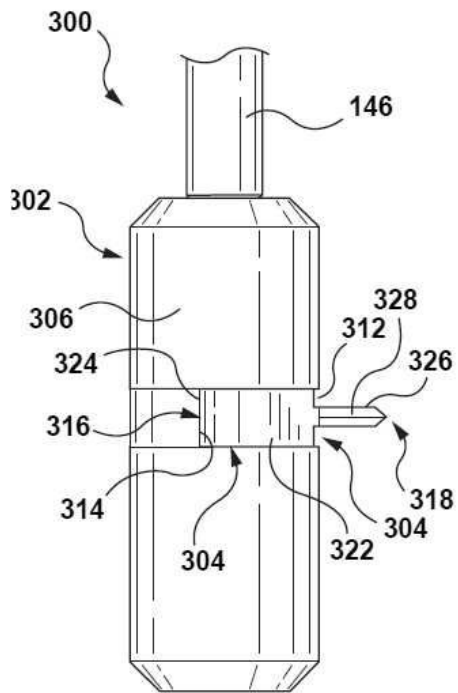
도면3g



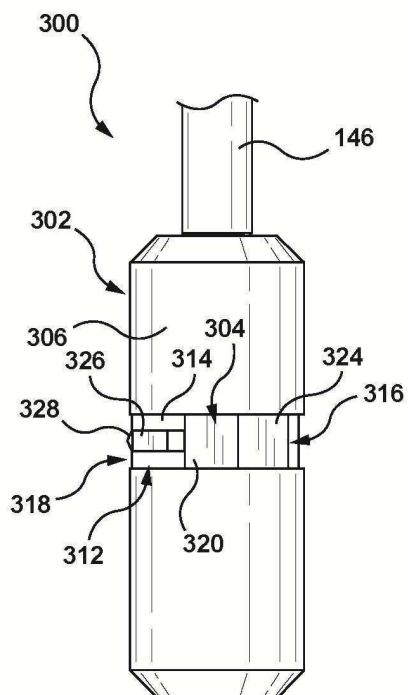
도면3h



도면3i



도면3j



도면3k

