



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월28일
 (11) 등록번호 10-1802310
 (24) 등록일자 2017년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 1/16 (2006.01) G01N 1/10 (2006.01)
 G01N 1/20 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 1/16 (2013.01)
 G01N 1/20 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0134432
 (22) 출원일자 2017년10월17일
 심사청구일자 2017년10월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003139664 A
 JP4714833 B2
 KR200480346 Y1
 US07584785 B2

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지질자원연구원)
 (72) 발명자
 김용철
 대전광역시 유성구 과학로 124(가정동) 한국지질자원연구원 기숙사 104호
 윤희성
 대전광역시 서구 월평동로 83(월평동, 다모아아파트)109-1001
 이수형
 대전광역시 유성구 지족북로 33(지족동) 노은한화꿈에그린 102동 401호
 (74) 대리인
 특허법인임앤정

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 전형태

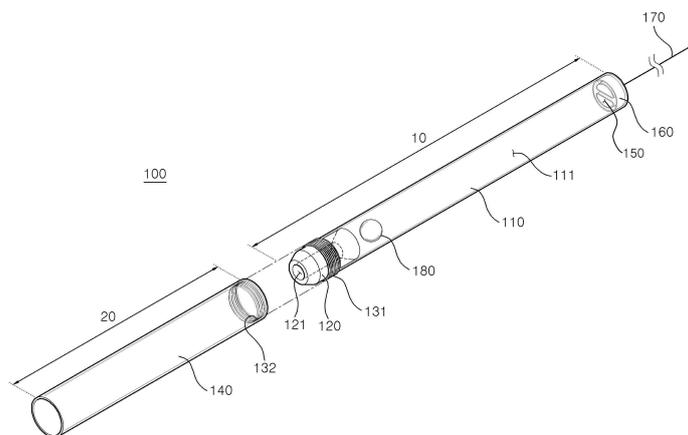
(54) 발명의 명칭 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치

(57) 요약

본 발명은 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치는 시추공에 삽입되어 목표하는 심도의 지하수를 채취하기 위한 것으로서, 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치는, 지하수 수용관과, 상기 지하수 수용관의 전방에 형성되어 지하수가 유입되는 유입구와, 상기 지하수 수용관의 후방에 형성되어 상기 지하수 수용관에 유입되었던 지하수가 유출되는 유출구와, 상기 지하수 수용관에 유입되는 지하수의 흐름을 일 방향으로 제어하는 흐름제어부를 포함하는 취수부; 및 시추공에 심도별 지하수 샘플 채취장치가 삽입되는 과정에서 상기 지하수 수용관에 유출입되는 지하수의 치환율을 향상시킬 수 있도록 상기 취수부의 전방에 결합되는 가이드관을 구비한 치환율 향상부;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01N 2001/1031 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485014524

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 토양·지하수 오염방지 기술개발사업

연구과제명 해수 침투 취약지역 대수층 실시간 감시모형 개발

기여율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2017.04.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

시추공에 삽입되어 목표하는 심도의 지하수를 채취하기 위한 심도별 지하수 샘플 채취장치에 있어서,

상기 심도별 지하수 샘플 채취장치는,

지하수 수용관과, 상기 지하수 수용관의 전방에 형성되어 지하수가 유입되는 유입구와, 상기 지하수 수용관의 후방에 형성되어 상기 지하수 수용관에 유입되었던 지하수가 유출되는 유출구와, 상기 지하수 수용관에 유입되는 지하수의 흐름을 일 방향으로 제어하는 흐름제어부를 포함하는 취수부; 및

시추공에 심도별 지하수 샘플 채취장치가 삽입되는 과정에서 상기 지하수 수용관에 유출입되는 지하수의 치환율을 향상시킬 수 있도록 상기 취수부의 전방에 결합되는 가이드관을 구비한 치환율 향상부;을 포함하는 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

치환율이 1 이상인 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

지하수가 유동가능한 상기 가이드관의 내부 단면적은 상기 유입구의 단면적보다 큰 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

지하수가 유동가능한 상기 가이드관의 내부 단면적은 상기 지하수 수용관의 내부 단면적보다 큰 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유입구는 외측으로부터 상기 지하수 수용관 방향으로 단면적이 점점 감소하는 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 흐름제어부는 관성볼이며,

상기 관성볼은,

상기 심도별 지하수 샘플 채취장치가 시추공에 삽입되는 과정에 있어서, 상기 유입구로부터 이격되어 상기 유입구를 개방함으로써 상기 지하수 수용관에 심도에 따른 지하수가 계속적으로 치환되도록 하고,

상기 심도별 지하수 샘플 채취장치가 목표하는 심도에 도달 후 시추공에서 상기 심도별 지하수 샘플채취장치를 시추공에서 추출하는 과정에서 있어서, 상기 관성볼은 상기 유입구를 폐쇄하여 목표하는 심도의 지하수 샘플을 상기 지하수 수용관에 수용한 후 다른 심도의 지하수가 상기 지하수 수용관에 유입되는 것을 방지하는 역할을 수행하는 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 가이드관의 전방에 결합되며, 입구의 단면적이 상기 가이드관의 내부 단면적보다 큰 가이드관 가변 유입구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지하수의 성분을 분석하기 위하여 지하수를 샘플링하기 위한 심도별 지하수 샘플 채취장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 지하수(地下水)란 땅 위에 내린 빗물이나 눈의 일부가 땅 속으로 침투되어, 모래나 자갈 등으로 이루어진 지층이나 암석의 간극을 메우고 있는 물을 의미한다.

[0004] 지하수는 식수나 농업, 근래에 이르러는 공업 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 다만, 각각의 분야에 따라 요구되는 조건이 다르며, 특히 식수 같은 경우에는 지하수의 오염 여부를 확인하는 것이 중요하다.

[0005] 지하수의 분석을 위해서는 원하는 심도의 지하수를 채취하는 것이 선행되어야만 한다.

[0006] 일반적으로 지하수 채취는 채취하고자 하는 위치의 암반에 소정 직경과 깊의 시추공을 형성하고, 시추공 내부로 지하수 채취 장치를 삽입함으로써 수행된다.

[0007] 현재 지하수 채취를 위해 다양한 방법들이 이용되고 있다.

[0008] 예를 들어, 시추공 내부로 취수부를 원하는 심도까지 삽입하고, 지상의 시추공 주변에 양수 펌프를 설치하여 지하수를 펌핑하는 방법이 있다. 이와 같은 방법은 펌프의 흡입력의 한계로 인해 채취할 수 있는 심도가 제한되는 문제가 있었다.

[0009] 수중 펌프를 이용하는 경우, 양수 펌프를 이용하는 경우에 비하여 더 깊은 심도의 지하수의 채취가 가능하다. 하지만, 수중 펌프를 이용하기 위해서는 시추공의 크기를 증가시켜야 하는 문제가 있다.

[0010] 한편, 원하는 심도의 지하수를 측정하기 위하여 관성볼이나 체크 밸브 등을 이용하는 방법이 있다. 이와 같이, 관성볼 등을 이용하는 방법은 양수 펌프나 수중 펌프를 이용하는 방법에 비해 펌프의 성능에 따른 심도 제한이 나, 시추공의 크기에 따른 제한이 적다.

[0011] 하지만, 종래의 관성볼 등을 이용한 심도별 지하수 샘플 채취장치를 이용하여 원하는 심도의 지하수를 채취한

결과와 전기전도도를 이용하여 분석한 데이터를 비교한 결과, 종래의 관성볼 등을 이용한 심도별 지하수 샘플 채취장치를 이용하여 채취된 지하수는 원하는 심도의 지하수 뿐만 아니라 다른 심도의 지하수가 혼합되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0012] 따라서, 펌프의 성능에 따른 심도 제한이나, 시추공의 크기에 따른 제한이 적으면서도, 동시에 특정 심도 구간의 지하수의 샘플만을 채취할 수 있는 방안이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 성능에 따른 심도 제한이나, 시추공의 크기에 따른 제한이 적으면서도, 동시에 특정 심도 구간의 지하수의 샘플만을 채취할 수 있는 심도별 지하수 샘플 채취장치를 제공하는 것에 있다.

[0015] 한편, 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치는 시추공에 삽입되어 지하수를 채취하기 위한 것이다. 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치는 지하수 수용관과, 상기 지하수 수용관의 전방에 형성되어 지하수가 유입되는 유입구와, 상기 지하수 수용관의 후방에 형성되어 상기 지하수 수용관에 유입되었던 지하수가 유출되는 유출구와, 상기 지하수 수용관에 유입되는 지하수의 흐름을 일 방향으로 제어하는 흐름제어부를 포함하는 취수부; 및 시추공에 심도별 지하수 샘플 채취장치가 삽입되는 과정에서 상기 지하수 수용관에 유출되는 지하수의 치환율을 향상시킬 수 있도록 상기 취수부의 전방에 결합되는 가이드관을 구비한 치환율 향상부;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 치환율은 1 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 지하수가 유동가능한 상기 가이드관의 내부 단면적은 상기 유입구의 단면적보다 큰 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 지하수가 유동가능한 상기 가이드관의 내부 단면적 상기 지하수 수용관의 내부 단면적보다 큰 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 유입구는 외측으로부터 상기 지하수 수용관 방향으로 단면적이 점점 감소하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 관성볼은, 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치가 시추공에 삽입되는 과정에 있어서, 상기 유입구로부터 이격되어 상기 유입구를 개방함으로써 상기 지하수 수용관에 심도에 따른 지하수가 계속적으로 치환되도록 하고, 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치가 목표하는 심도에 도달 후 시추공에서 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치를 시추공에서 추출하는 과정에서 있어서, 상기 관성볼은 상기 유입구를 폐쇄하여 목표하는 심도의 지하수 샘플을 상기 지하수 수용관에 수용한 후 다른 심도의 지하수가 상기 지하수 수용관에 유입되는 것을 방지하는 역할을 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 가이드관의 전방에 결합되며, 입구의 단면적이 상기 가이드관의 내부 단면적보다 큰 가이드관 가변 유입구를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치는 취수부의 전방에 치환율 향상부를 결합하여, 취수부 내의 치환율을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치를 이용하면 특정 심도 구간의 지하수의 샘플만을 채취하는 것이 가능하다.

[0026] 한편, 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급됨을 첨언한다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 사시도를 개략적으로 도시한 것이다.
 도 2는 도 1에 도시된 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
 도 3(a) 및 도 3(b)는 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치가 시추공에 삽입되는 과정을 개략적으로 도시한 것이다.
 도 4(a), 도 4(b) 및 도 4(c)는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치가 시추공에 삽입되는 경우와 심도별 지하수 샘플 채취장치가 목표하는 심도에 도달 후 시추공에서 상기 심도별 지하수 샘플채취장치를 시추공에서 추출하는 경우를 개략적으로 도시한 것이다.
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치의 치환율을 더욱 향상시키는 역할을 수행한다.
 ※ 첨부된 도면은 본 발명의 기술사상에 대한 이해를 위하여 참조로서 예시된 것임을 밝히며, 그것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되지는 아니한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 사시도를 개략적으로 도시한 것이며, 도 2는 도 1에 도시된 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0032] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치에 대해 설명하도록 한다.
- [0033] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 취수부(10)와 취수부(10)의 전방에 결합되는 치환율 향상부(20)를 포함한다.
- [0034] 먼저, 취수부(10)에 대해 살펴보도록 한다.
- [0035] 취수부(10)는 내부에 지하수를 수용할 수 있는 공간(111)을 구비한 지하수 수용관(110)을 가진다. 지하수 수용관(110)은 일 방향으로 길게 형성되는 관 형상일 수 있으며, 바람직하게는 원통형의 관 형상일 수 있다. 지하수 수용관(110)은 후술하는 바와 같이 시추공에 삽입된다는 점을 고려할 때, 높은 강도를 가지는 재료로 형성될 수 있다.
- [0036] 지하수 수용관(110)의 전방에는 유입구(121)가 형성된 지하수 유입부(120)가 배치된다. 지하수 유입부(120)는 지하수 수용관(110)과 일체로 형성되거나, 별개로 형성한 후에 나사결합이나 접착제로 서로 연결하는 것도 가능하다.
- [0037] 유입구(121)는 지하수 수용관(110)의 전방에 배치되어, 외부와 지하수를 수용할 수 있는 공간(111)을 서로 연통하는 역할을 수행한다.
- [0038] 지하수 수용관(110)의 후방에는 유출구(150)가 형성 된다. 유출구(150)는 지하수 샘플 채취장치가 원하는 심도까지 내려가는 동안에는 유입구(121)로 유입되는 지하수가 유출되는 역할을 수행한다.
- [0039] 한편, 지하수 수용관(110)의 후방에는 와이어 연결 고리(160)가 배치된다. 와이어 연결 고리(160)에는 와이어(170)가 연결되어, 시추공에 해당 장치가 삽입되는 심도를 조절할 수 있다.
- [0040] 본 발명이 달성하고자 하는 목적인 원하는 심도 구간의 지하수만을 채취하기 위해서, 유입구(121)에는 흐름제어부가 배치된다. 흐름제어부는 지하수 샘플 채취장치가 원하는 심도까지 내려가는 동안 유입구(121)로 유입되는 지하수가 일 방향으로 유입될 수 있도록 하는 역할을 수행한다.
- [0041] 예를 들어, 흐름제어부는 관성볼을 이용하거나, 체크 밸브 등일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니며

지하수 샘플 채취장치가 원하는 심도까지 내려가는 동안 유입구(121)로 유입되는 지하수가 일 방향으로 유입될 수 있도록 하는 역할을 수행할 수 있는 다른 장치를 이용할 수도 있다.

- [0042] 본 명세서에서는 설명의 명확성을 위해 관성볼을 이용하는 경우를 예로 들어 설명하도록 한다.
- [0043] 전술한 바와 같이, 관성볼(180)은 유입구(121)의 개폐(開閉)를 담당한다.
- [0044] 지하수 샘플 채취장치가 원하는 심도까지 내려가는 동안에는 유입구(121)로 유입되는 지하수에 의해 관성볼(180)은 지하수 샘플 채취장치(100)의 이동 방향의 반대방향으로 떠올라 유입구(121)를 개방한다.
- [0045] 이와 반대로, 지하수 샘플 채취장치가 원하는 심도에 도달한 후 지표로 꺼내는 동안에는 관성볼(180)이 유입구(121)를 폐쇄하여 폐쇄시에 수용되어 있던 지하수가 다시 유입구(121)를 통해 유출되는 것을 방지하는 역할을 수행한다.
- [0046] 즉, 관성볼(180)은 지하수 수용관(110)에 유입되는 지하수의 흐름을 일방향으로 제어할 수 있다. 이때, 관성볼(180)은 물과 비중이 비슷하거나, 약간 비중이 클 수 있다.
- [0047] 관성볼(180)이 지하수 수용관(110)에 유입되는 지하수의 흐름을 일방향으로 제어하기 위해서, 관성볼(180)이 유입구(121)를 완전히 막을 수 있어야 한다. 예를 들어, 유입구(121)의 내부 단면이 원인 경우, 유입구(121)의 내부 단면의 지름(d_2)은 관성볼(180)의 지름(d_b)보다 작아야 한다.
- [0048] 또한, 관성볼(180)이 유입구(121)의 개폐(開閉)를 원활하게 수행하기 위해서 관성볼(180)이 지하수 수용관(110)의 내측, 즉 공간(111)에서 소정의 거리를 자유롭게 움직일 수 있어야 한다. 예를 들어, 지하수 수용관(110)이 원통의 관인 경우, 지하수 수용관(110)의 내부 단면의 지름(d_3)은 관성볼(180)의 지름(d_b)보다 커야만 한다.
- [0049] 결론적으로, 유입구(121)의 내부 단면의 지름(d_2)은 지하수 수용관(110)의 내부 단면의 지름(d_3)보다 작을 수 밖에 없다. 이를 다시 말하자면, 유입구(121)의 내부 단면적(S_2)이 지하수 수용관(110)의 내부 단면적(S_3)보다 작을 수 밖에 없다.
- [0050] 이로 인해, 후술하는 치환율 향상부(20) 없이 취수부(10)만 이용하여 지하수를 채취하는 경우, 원하는 심도의 지하수만을 채취할 수 없다는 문제가 발생한다.
- [0051] 도 3은 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치(100')가 시추공(1)에서 삽입되는 과정을 개략적으로 도시한 것이다.
- [0052] 이하, 치환율 향상부(20)가 없이 취수부(10)만을 구비한 심도별 지하수 샘플 채취장치를 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치(100')라 한다.
- [0053] 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치에 와이어(170)에 연결하여 시추공에 삽입후 원하는 심도까지 내려가는 과정을 상상해보자.
- [0054] 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치가 내려감에 따라, 유입구(121)를 통해 해당 심도의 지하수가 유입되고, 유입된 지하수 만큼 유출구(150)를 통해 빠져나가게 될 것이다.
- [0055] 이와 같은 현상을 지하수의 치환 과정이라 하기로 한다. 이때, 치환율은 심도별 지하수 샘플 채취장치가 이동한 거리(L_1)를 대비 지하수 수용관(110) 내의 지하수가 심도별 지하수 샘플 채취장치를 기준으로 이동한 거리(L_2)로 정의될 수 있다.
- [0056] 이때, L_2 는 다음과 같이 정의된다. 심도별 지하수 샘플 채취장치 내의 지하수 중 일부를 콘트롤 볼륨으로 특정한다. 이때, 심도별 지하수 샘플 채취장치가 이동하기 전의 심도별 지하수 샘플 채취장치에 대한 특정된 콘트롤 볼륨의 상대적 위치를 P_1 이라 하고, 심도별 지하수 샘플 채취장치가 이동한 후 심도별 지하수 샘플 채취장치에 특정된 콘트롤 볼륨의 상대적 위치를 P_2 라 할 때, L_2 는 P_1 과 P_2 사이의 거리를 의미한다.
- [0057] 이상적인 경우, 치환율은 1 이상이 되어야한다. 즉, 도 3에서 P_2' 와 같이 특정된 콘트롤 볼륨의 심도별 지하수 샘플 채취장치 내에서의 상대적 이동거리(L_2')가 심도별 지하수 측정 장치의 이동거리(L_1)와 동일한 경우, 치환율이 1이 되며, 심도별 지하수 샘플 채취장치의 이동에 따라 동일한 심도의 지하수가 지하수 수용관(110)에 실시간으로 치환될 수 있다.

- [0058] 하지만, 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치(100')를 이용하여 특정 심도 구간의 지하수를 채취하여 전기전도도 등 물리화학적 특성을 분석한 결과와 원위치 센서를 이용하여 전기전도도 등 물리화학적 특성을 분석한 결과를 비교한 결과, 비교예의 심도별 지하수 샘플 채취장치(100')를 이용하여 채취한 지하수가 다양한 심도의 지하수를 포함하고 있음을 확인할 수 있었다.
- [0059] 즉, 도 3에서 P₂와 같이 특정된 콘트롤 볼륨의 심도별 지하수 샘플 채취장치 내에서의 상대적 이동거리(L₂)가 심도별 지하수 측정 장치의 이동거리(L₁)보다 작아, 심도별 지하수 샘플 채취장치의 이동에 따라 동일한 심도의 지하수가 지하수 수용관(110)에 실시간으로 치환될 수 없고, 이에 따라 다양한 심도의 지하수가 지하수 수용관(110) 내에 잔류하게 되는 것이다.
- [0060] 이는 전술한 바와 같이, 유입구(121)의 단면적(S₂)이 지하수 수용관(110)의 단면적(S₃)보다 작을 수 밖에 없다는 구조적 한계에 기인한 것이다.
- [0061] 즉, 치환율이 1(L₁≤L₂)이기 위해서는 심도별 지하수 샘플 채취장치가 L₁ 만큼의 거리를 이동하면, 유출구(150)를 통해 지하수 수용관(110)의 내부 단면적(S₃) × 심도별 지하수 샘플 채취장치의 이동거리(L₁)의 부피보다 더 많은 지하수가 유출되어야 한다.
- [0062] 하지만, 시추공 내에서 심도별 지하수 샘플 채취장치가 L₁ 만큼의 거리를 이동하면, 유입구(121)를 통해 S₂ × L₁의 부피만큼의 지하수가 유입된다.
- [0063] 이때, 유입구(121)의 내부 단면적(S₂)이 지하수 수용관(110)의 내부 단면적(S₃)보다 작기 때문에 심도별 지하수 샘플 채취장치가 L₁ 만큼의 거리를 이를 이동하더라도, S₃ × L₁ 만큼 유출되기 어렵다.
- [0064] 따라서, 치환율이 감소하게 된다. 이러한 치환율 감소는 유체 관내 압력강하를 고려하면 더욱 심해질 것이 자명하다.
- [0065] 이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 취수부(10)의 전방에 치환율 향상부(20)를 결합한다.
- [0066] 치환율 향상부(20)는 가이드관(140)을 구비한다. 즉, 가이드관(140)이 취수부(10)의 전방에 결합부(131, 132)를 통해 결합될 수 있다. 가이드관(140)은 내부에 지하수가 유동가능한 공간을 가지고 있다.
- [0067] 가이드관(140)이 일 방향으로 길게 형성된 관 형상일 수 있으며, 바람직하게는 원통형의 관 형상일 수 있다. 가이드관(140)의 내부 단면적을 S₁이라 할 수 있으며, 가이드관(140)이 원통형의 관인 경우의 내부 지름을 d₁이라 할 수 있다.
- [0068] 가이드관(140)은 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)의 치환율을 향상시키는 역할을 수행한다. 이를 위해, 가이드관(140)은 유입구(121)의 전방에 배치되어 유입구(121)로 유입되지 못하고 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)의 주위로 지나가는 지하수들을 가이드관(140) 내부로 유입되도록 하는 역할을 수행함으로써, 유입구(121)에 유입되는 지하수의 양 자체를 향상시키는 역할을 한다.
- [0069] 한편, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 시추공(1)에 삽입되는 과정은 반대로 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 기준으로 지하수가 삽입 방향의 반대로 흘러가는 것으로 가정해 볼 수 있다.
- [0070] 이때, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 통과하는 지하수는 관내 유동을 하게되며, 이와 같은 관내 유동은 베르누이의 원리(Bernoulli's Principle)에 따라 관 입구와 관 출구를 지나는 지하수 유속 차에 의해 결정되는 압력차에 의해 그 거동이 결정된다.
- [0071] 즉, 지하수가 내부 단면적이 큰 관 입구에 비해 내부 단면적이 작은 관 출구를 지나도록 해야 지하수 유속이 빨라지고, 이에 따라 관 출구의 압력이 낮아져서 지하수가 쉽게 지하수 샘플 채취장치(100) 내부로 유입된다. 이를 부피 관점에서 살펴보면, 가이드관(140)의 부피가 지하수 수용관(110)의 부피보다 크므로 지하수 치환율이 현저하게 증가하게 되는 것이다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 중력과 부력에 의해 시추공(1)으로 삽입되는 바 외력에 의해 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)의 입출구 사이의 압력차를 증가시키기 어려우며, 관성볼로 인한 구조적 한계에 의해 압력강하를 낮추기 위한 설계를 하는 것도 쉽지 않다.

- [0073] 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 가이드관(140)을 포함하여 관 입구의 단면적을 증가시킴으로써 베르누이의 원리(Bernoulli's Principle)에 의해 입출구 사이의 압력차를 증가시킬 수 있다.
- [0074] 이를 위해, 가이드관(140)의 내부 단면적(S_1)은 유입구(121)의 내부 단면적(S_2)보다 클 수 있다.
- [0075] 더욱 바람직하게는, 치환율을 1 이상으로 하기 위하여 가이드관(140)의 내부 단면적(S_1)은 지하수 수용관(110)의 내부 단면적(S_3)보다 클 수 있다.
- [0076] 결론적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 가이드관(140)을 이용함으로써, 유입구(121)를 기준으로 유입구(121)에 유입되는 지하수의 양 자체를 비교예에 비해 향상시키는 역할을 할 수 있으며, 가이드관(140)을 포함하는 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 하나의 관으로 가정할 경우에 입출구 사이의 압력차를 증가시키는 역할을 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 치환율을 1 이상으로 하여 목표하는 심도 구간의 지하수만을 정확히 채취하는 것이 가능하다.
- [0077] 반대로 말하자면, 목표하는 심도 구간의 지하수만을 정확히 채취하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 치환율이 1 이상이어야 한다. 치환율이 1인 경우, 지하수 수용관(110)의 내부 공간(111)의 길이와 동일한 심도구간의 지하수 샘플을 채취할 수 있으며, 치환율이 1을 초과하며 지하수 수용관(110)의 내부 공간(111)의 길이보다 더 세밀한 심도구간의 지하수 샘플을 채취할 수 있다. 예를 들어, 치환율이 2이면 지하수 수용관(110)이 이동한 길이의 1/2 구간의 지하수 샘플을 채취할 수 있어서 더 세밀하게 심도별 지하수 샘플 채취가 가능해진다.
- [0078]
- [0079] 도 4(a), 도 4(b) 및 도 4(c)는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치가 시추공에 삽입되는 경우와 심도별 지하수 샘플 채취장치가 목표하는 심도에 도달 후 시추공에서 상기 심도별 지하수 샘플 채취장치를 시추공에서 추출하는 경우를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0080] 도 4(a), 도 4(b) 및 도 4(c)를 참조하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치의 동작에 대해 설명하도록 한다.
- [0081] 먼저, 도 4(a)와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 지하수(W)가 있는 시추공(1)에 삽입하고, 목표하고자 하는 심도(O)까지 하강시킨다. 전술한 바와 같이, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 하강하면 관성볼(180)이 유입구로 유입되는 지하수에 의해 이동방향의 반대로 부유하여, 유입구를 개방하게 된다.
- [0082] 즉, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 A_1 와 같이 이동함에 따라 각 심도의 지하수들이 B 경로와 같이 유입 및 유출되며, 지하수 수용관에 심도에 따른 지하수가 계속적으로 치환될 수 있다.
- [0083] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 가이드관(140)을 구비한 치환율 향상부(20)를 포함하고 있기 때문에, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 위치한 심도와 동일한 심도의 지하수가 지하수 수용부에 수용된다. 예를 들어, 도 4(a)와 같이, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100) 주위의 지하수(삼각형)와 심도별 지하수 샘플 채취장치(100) 내의 지하수(삼각형)가 서로 동일한 심도의 지하수인 것이다.
- [0084] 도 3에서 설명한 비교예의 경우와 달리, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 가이드관(140)을 구비한 치환율 향상부(20)에 의해 치환율이 향상되는 것이다.
- [0085] 다음으로, 도 4(b)와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 목표하고자 하는 심도(O)에 도달된다. 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)가 목표하고자 하는 심도(O)에 도달되며, 관성볼(180)이 가라앉아 유입구를 폐쇄하게 된다. 이때, 도 4(a)와 비교해보면, 목표하고자 하는 심도(O)에 위치하던 지하수(별)가 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)에 수용된 것을 확인할 수 있다. 이는 가이드관(140)을 구비한 치환율 향상부(20)에 의해 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)의 치환율이 개선되었기 때문이다.
- [0086] 마지막으로, 도 4(c)와 같이 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 시추공(1)에서 추출한다. 이때, 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)는 A_2 와 같이 이동하고, 관성볼(180)이 유입구를 폐쇄하고 있기 때문에, 유출구로 새로

운 지하수가 유입될 수 없다. 즉, 목표하고자 하는 심도의 지하수(별)를 지하수 수용부에 수용한 상태로 지표까지 끌어올려질 수 있다.

- [0087] 이처럼, 본 발명의 일 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(100)를 이용함으로써, 목표하고자 하는 심도의 지하수 샘플만을 정확하게 채취할 수 있다.
- [0089] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(200)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0090] 전술한 일 실시예와 동일한 구성에 대해서는 명확성을 위해, 설명을 생략하도록 한다.
- [0091] 본 발명의 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(200)는 유입구(121')의 형상을 개선하여, 치환율의 향상을 도모하였다.
- [0092] 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(200)의 유입구(121')는 외측으로부터 지하수 수용관(110) 방향으로 단면적이 점차 감소하는 것을 특징으로 한다.
- [0093] 즉, 유입구(121')의 입구의 단면적(S_i)이 유입구(121')의 출구의 단면적(S_o)보다 클 수 있다.
- [0094] 유입구(121')는 외측으로부터 지하수 수용관(110) 방향으로 단면적이 점차 감소하기 때문에, 지하수가 보다 쉽게 지하수 수용관(110)으로 유입구(121')를 통해 유입될 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지하수 샘플 채취장치(200)의 치환율이 더욱 개선될 수 있다.
- [0096] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(300)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0097] 도 6을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 치환율이 개선된 심도별 지하수 샘플 채취장치(300)는 가이드관(140)의 전방에 결합되는 가이드관 가변 유입구(141)를 더 포함할 수 있다.
- [0098] 가이드관 가변 유입구(141)는 나사 결합에 의해 가이드관(140)의 전방에 결합될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며 접착제 등의 다른 수단에 의해 결합되는 것도 가능하다.
- [0099] 가이드관 가변 유입구(141)의 전방에 위치하는 단면적은 가이드관(140)의 내부 단면적에 비해 크도록 형성된다.
- [0100] 즉, 가이드관 가변 유입구(141)는 가이드관(140)의 전방에 배치되어 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(300)의 치환율을 더욱 향상시키는 역할을 수행한다.
- [0101] 특히, 가이드관 가변 유입구(141)는 관정의 크기에 따라 가이드관 가변 유입구(141)의 입구의 단면적을 조절하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(300)의 치환율을 극대화 할 수 있다.
- [0102] 이에 따라, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심도별 지하수 샘플 채취장치(300)는 다른 실시예들에 비해 보다 더 세밀하게 특정 심도 구간의 지하수 샘플을 채취하는 것이 가능해진다.
- [0104] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예는 독립적으로만 실시되는 것이 아니라, 본 명세서에서 설명하고 있는 다른 실시예들과 함께 이용되는 것도 가능하다.
- [0106] 본 발명의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명이 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

부호의 설명

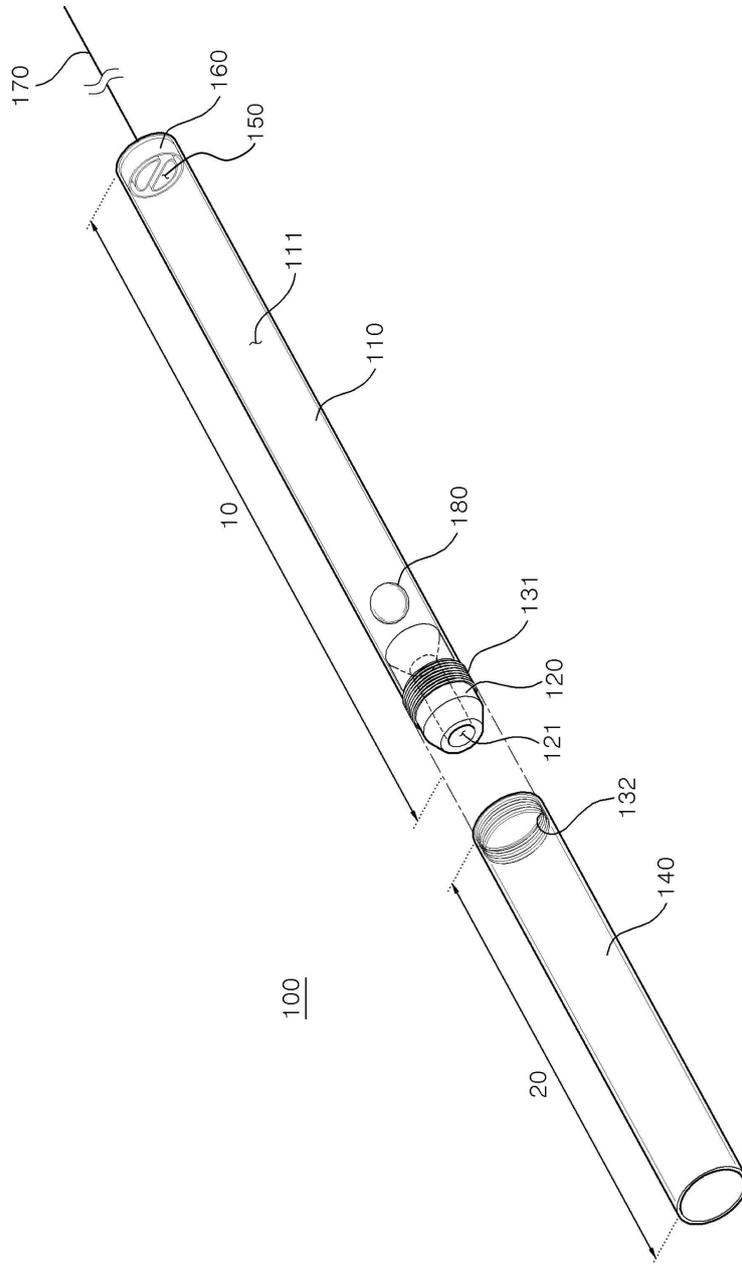
- [0108] 100: 심도별 지하수 샘플 채취장치
- 10: 취수부 20: 치환율 향상부
- 110: 지하수 수용관 111: 내부 공간
- 120: 지하수 유입부 121: 유입구
- 131, 132: 결합부 140: 가이드관
- 150: 유출구 160: 와이어 연결 고리

170: 와이어

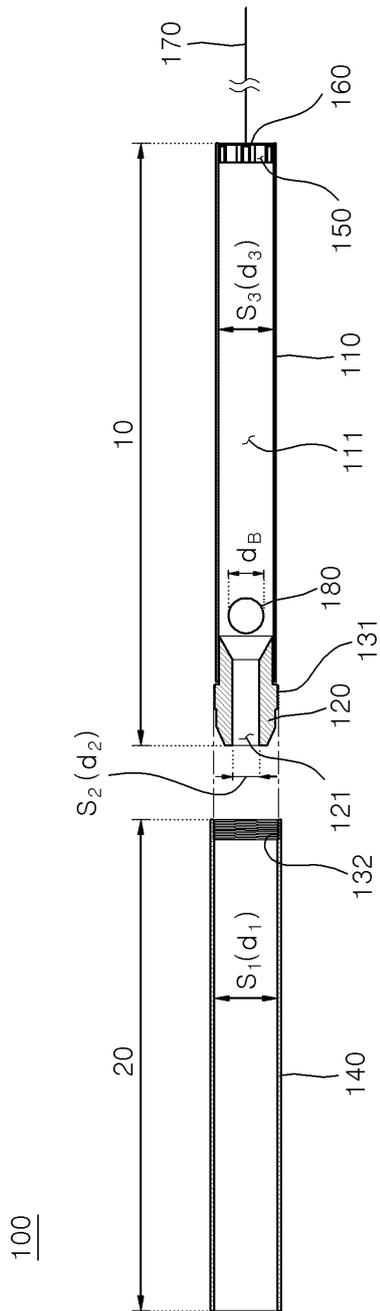
180: 관성볼

도면

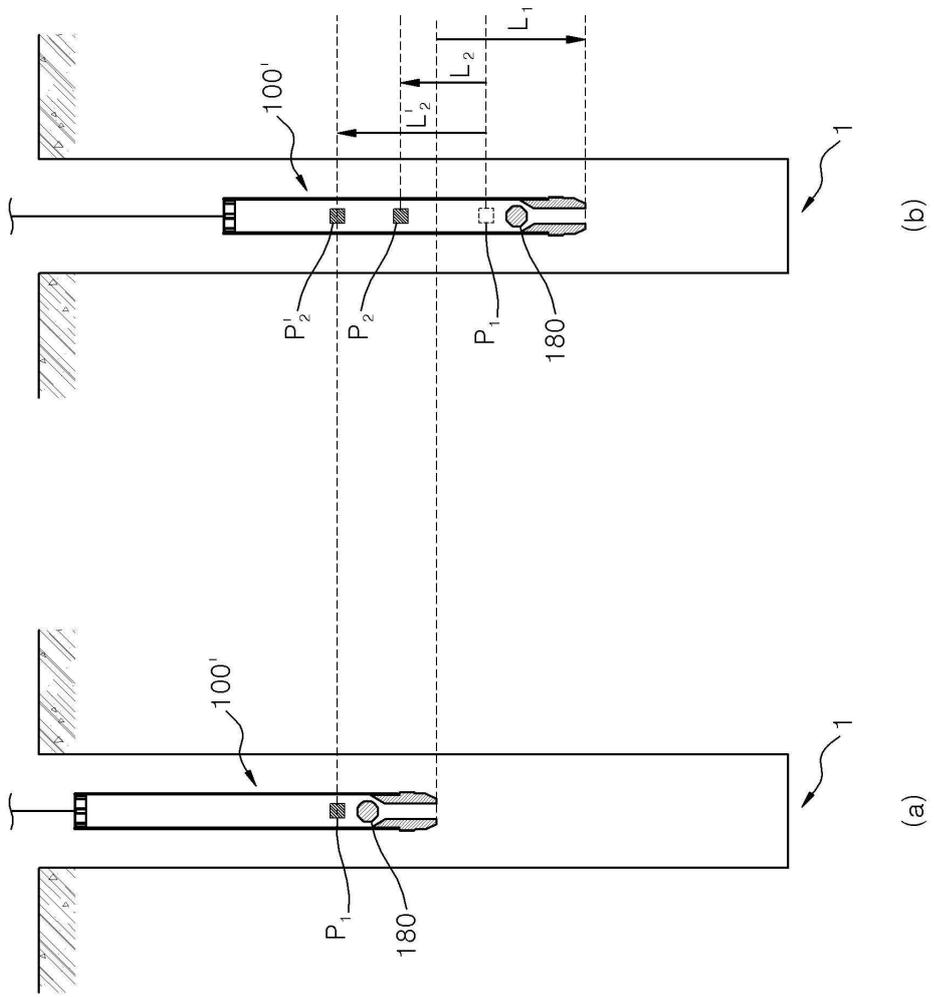
도면1



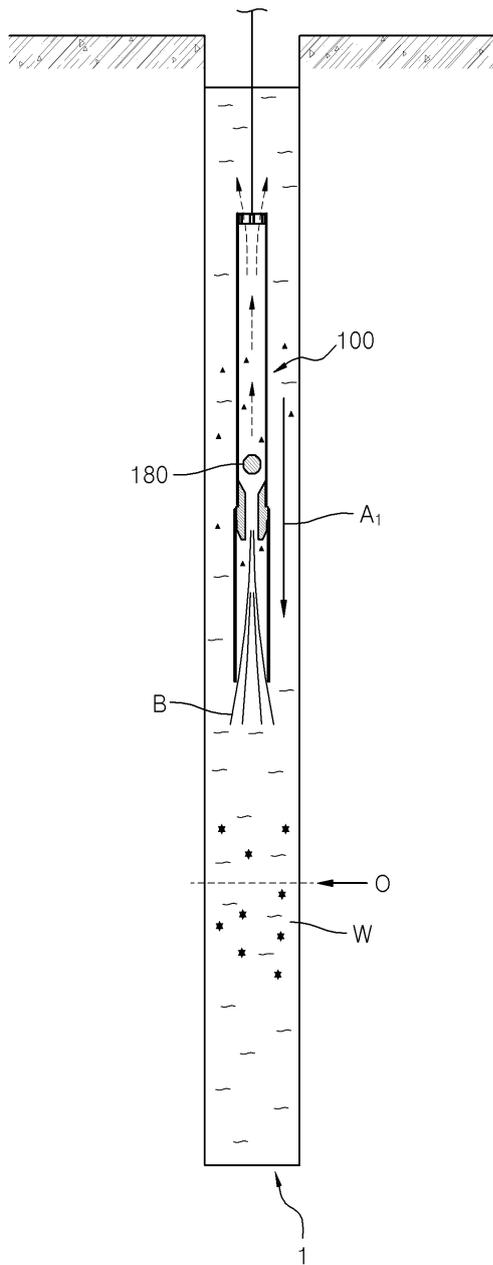
도면2



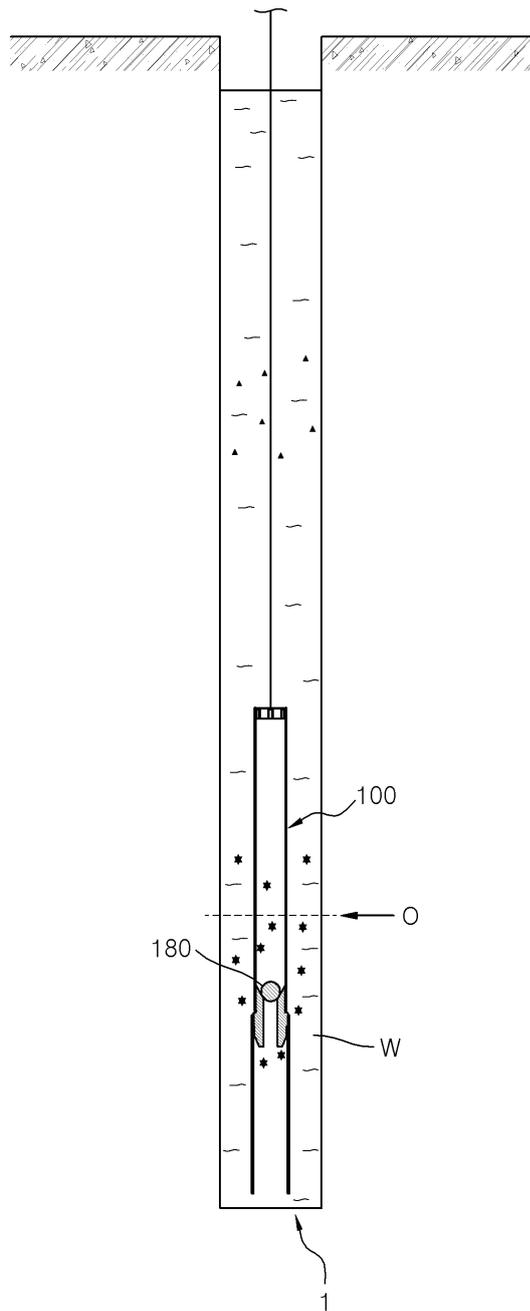
도면3



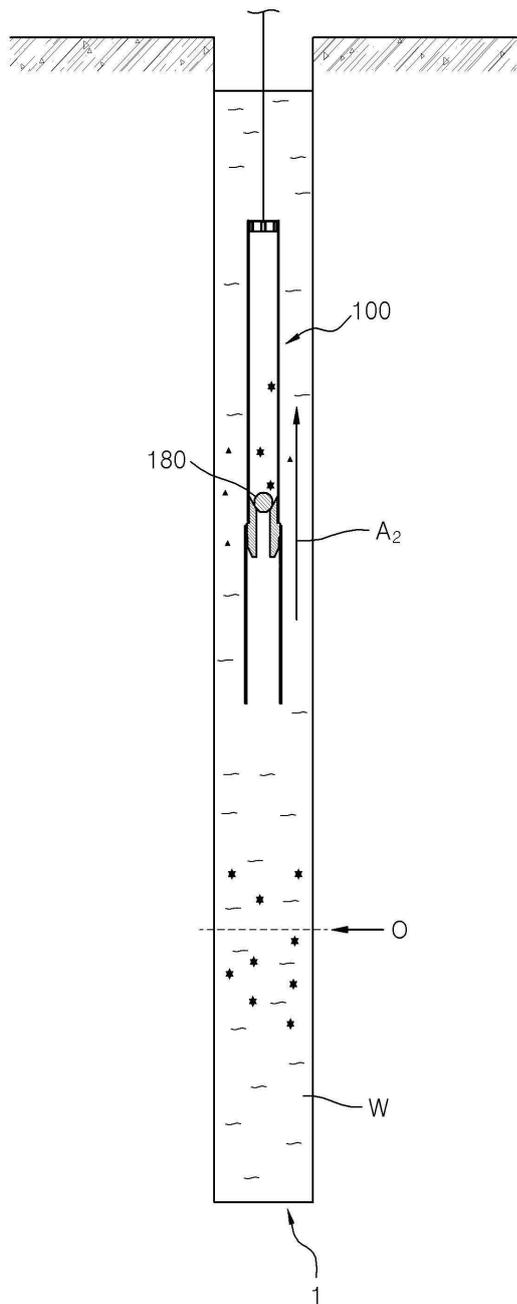
도면4a



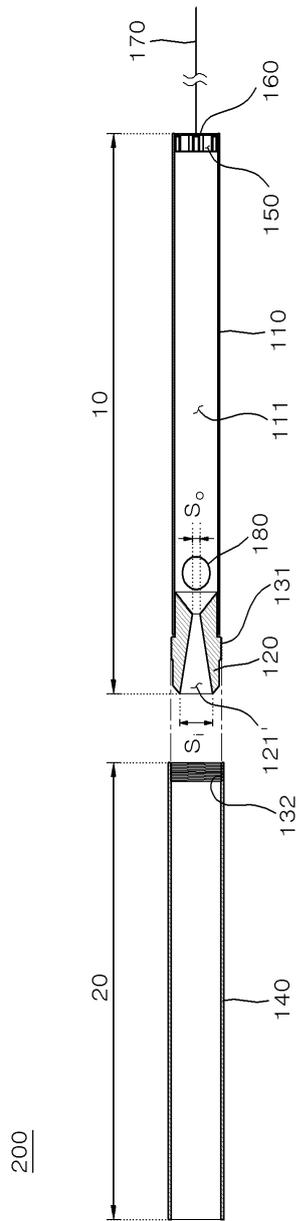
도면4b



도면4c



도면5



도면6

