



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월22일
(11) 등록번호 10-1980633
(24) 등록일자 2019년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01V 9/00 (2006.01) G01D 21/02 (2006.01)
G01K 13/02 (2006.01) G01N 33/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01V 9/005 (2013.01)
G01D 21/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0179003
(22) 출원일자 2017년12월26일
심사청구일자 2017년12월26일

(56) 선행기술조사문헌
신재현, 황세호, 박권규, 박윤성, 변중무. 다채널 전기전도도 모니터링 시스템의 개발과 연안지역 공내수 모니터링에 대한 적용 사례. 물리탐사 Vol. 8, No. 2, 2005년. 156-162쪽 1부.*
공개특허공보 제10-2010-0030340호(2010. 3. 18.) 1부.*
KR1020120103030 A
KR200362372 Y1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지질자원연구원)

(72) 발명자
황세호
대전광역시 서구 청사서로 65(월평동, 한아름아파트)105동 1203호

신재현
대전광역시 유성구 왕가봉로 23(노은동, 열매마을11단지)1103동 104호

(74) 대리인
특허법인임엔정

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 권민정

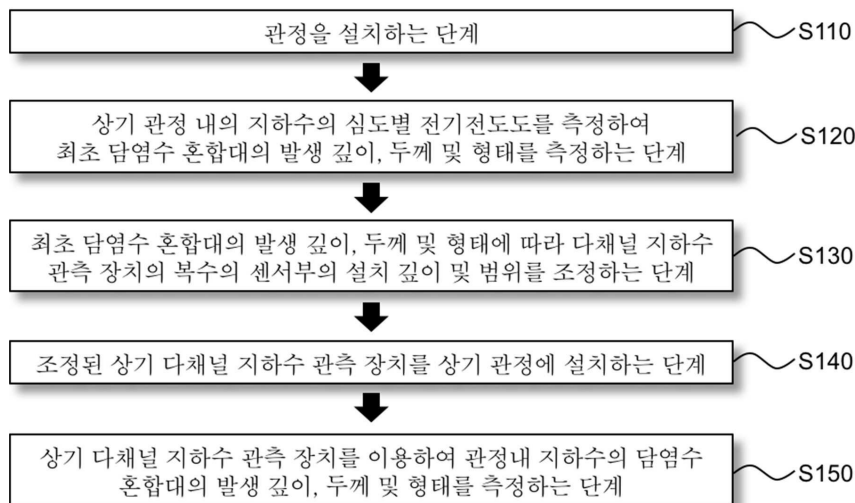
(54) 발명의 명칭 **다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법**

(57) 요약

본 발명은 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법은 관정을 설치하는 단계; 상기 관정내의 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계; 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 따라 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이, 범위를 조정하는 단계; 조정된 상기 다채널 지하수 관측 장치를 상기 관정에 설치하는 단계; 및 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태의 측정, 시간에 따른 모니터링하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01K 13/02 (2013.01)

G01N 33/1886 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615008878

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술지역특성화사업

연구과제명 제주 동부지역 담-염수 경계 특성 예측 분석기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2016.08.17 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

관정을 설치하는 단계;

상기 관정 내의 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계;

최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 따라 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계;

조정된 상기 다채널 지하수 관측 장치를 상기 관정에 설치하는 단계; 및

상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계;를 포함하고,

상기 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계는,

상기 복수의 센서부를 깊이 방향에 따라 제1센서부 내지 제n센서부라 할 때, 상기 최초 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부(단, n은 자연수)의 사이에 위치하도록 수행되는 것을 특징으로 하는,

관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 센서부는 각각 전기전도도 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는,

관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 센서부는 각각 전기전도도센서 및 온도센서를 포함하는 것을 특징으로 하는,

관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계는,

상기 복수의 센서부를 깊이 방향에 따라 제1센서부 내지 제n센서부(단, n은 자연수)라 할 때, 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부의 사이에 위치하는지 확인하는 단계; 및

측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이를 벗어난 경우에 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이에 위치하도록 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 재조정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법에 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. 이와 같은 지하수는 해안 지역에서도 활발히 이용되고 있다.

[0005] 해안 지역의 지하수의 경우, 해수침투, 조석, 가뭄, 과다양수 등의 영향으로 담수만으로 구성되지 않으며 염수층과 담수층으로 구성되며, 염수층과 담수층 사이에는 담염수 혼합대가 위치한다.

[0006] 해안지역의 지하수를 이용하는 경우에는 목적에 따라 담수층과 염수층을 엄격하게 구분할 필요가 있다.

[0007] 해안지역에서 담수 지하수를 양수하여 사용하는 중에 염수가 일부 혼입되면 직접적인 피해 뿐만 아니라 간접적인 피해도 발생한다. 예를 들어, 농업 용수나 공업 용수에 염수층의 지하수가 혼입되면 일시적인 피해가 아니라 작물, 농지나 관련 장비가 훼손되는 2차 피해를 수반하게 된다. 반대로 염수를 양수하여 사용하는 중에 담수가 혼입되는 경우에도 피해가 발생하게 된다. 예를 들어, 양식장의 집단 폐사, 청정염전의 품질저하 등 고염분 지하수 활용에서 다양한 피해가 발생할 수 있다.

[0008] 따라서, 해안지역의 지하수는 음용수, 생활용수, 농업용수, 공업용수 등의 사용 용도에 따라서 개발하는 지하수의 상태를 정확히 파악할 필요가 있다.

[0009] 종래에는 단순히 해수층과 담수층의 위치, 즉 담염수 경계면이 어디인지 관찰하는 것에 대한 연구가 진행되어 왔다. 예를 들어, 종래에는 담염수 경계면에 대응하는 부력을 가지는 부력체를 이용하여 담염수 경계면을 추적하거나(방법 1), 염분도에서 유도한 밀도값을 이용하여 전기전도도를 간접 측정(방법 2) 등을 이용하여 담염수 경계면을 관측해오고 있다.

[0010] 하지만, 담염수 혼합대는 수리지질학적 특성에 따라서 혼합대의 범위가 크게 변화하며, 혼합대의 형태 또한 시시각각 달라진다. 강우나 양수활동, 가뭄, 강우, 조석현상에 따른 해수면의 높이 변화 등에 의해 담염수 혼합대의 상태가 변화하며 담염수 혼합대의 형태도 달라진다.

[0011] 도 1 및 도 2는 제주도 동부 수산지구에서 A 선을 따라 배치된 관정(P1, P₂, P₃, P₄)에서 깊이에 따른 전기전도도를 측정한 것을 각각 도시한 것이다. 특히, 도 2를 참조하면, 해안에서 내륙으로 갈수록 담염수 혼합대의 두께, 발생 깊이 및 형태, 전가전도도의 절대 값도 다른 것을 확인할 수 있다. 또한, 측정 시기에 따라서도 담염수 혼합대의 두께, 발생 깊이 및 형태도 달라지는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로 살펴보면, P₁의 담염수 혼합대의 두께(T₁)보다 P₂ 및 P₃의 담염수 혼합대의 두께(T₂, T₃)가 더 두껍다. 또한, 담염수 혼합대의 형상도 단순한 선형이 아니며, 위치에 따라 다르다. 그러므로, 해안지방의 지하수를 이용하기 위해서는 단순히 담염수 경계면을 추적하는 것이 아니라 담염수 혼합대 전체를 관측할 필요가 있다.

[0012] 방법 1의 경우에는 부력체의 부력을 담염수 경계면에 대응하는 부력으로 조절한 후에 압력이나 레이저 등을 이용하여 담염수 경계면의 위치를 측정하는 것이다. 즉, 방법 1을 이용하더라도 단 하나의 깊이의 지하수의 상태만 확인이 가능하며, 시시각각 변화하는 담염수 혼합대의 상태를 측정하는 것이 불가능하다.

[0013] 방법 2의 경우에는 염분도를 이용하여 전기전도도를 간접 측정하기 때문에 담염수 경계면의 위치는 별문론, 담염수 혼합대의 형태를 알 수 없다. 더욱이, 방법 2의 경우 NaCl 염분도를 이용하여 전기전도도를 간접 측정하기 때문에 NaCl 이외의 다른 이온의 영향을 정확하게 반영할 수 없어 측정의 정확도가 떨어진다는 문제가 있다.

[0014] 결국, 종래의 방법으로는 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께, 형태의 변화를 정확히 모니터링 할 수 없다. 따라서, 본 발명은 관정 내의 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이 및 두께를 시간과 장소와 무관하게 정확히 모니터링 할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명의 목적은 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태, 염분농도를 시간과 장소에 무관하게 정확히 측정할 수 있는 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법은, 관정을 설치하는 단계; 상기 관정 내의 지하수의 심도별 전기저도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계; 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 따라 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계; 조정된 상기 다채널 지하수 관측 장치를 상기 관정에 설치하는 단계; 및 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 센서부는 각각 전기전도도 센서를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 센서부는 각각 온도센서를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계는, 상기 복수의 센서부를 깊이 방향에 따라 제1센서부 내지 제n센서부라 할 때, 상기 최초 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부(단, n은 자연수)의 사이에 위치하도록 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 관정 내의 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이 및 두께를 측정하는 단계는 물리검층장치를 깊이방향으로 투입하여 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이 및 두께를 측정하는 단계는, 상기 복수의 센서부를 깊이 방향에 따라 제1센서부 내지 제n센서부(단, n은 자연수)라 할 때, 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부의 사이에 위치하는지 확인하는 단계; 및 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이를 벗어난 경우에 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이에 위치하도록 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 재조정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024]

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법은 각각의 관정 내의 지하수에 적합하도록 각각의 센서부 설치 깊이 및 범위가 조정된 다채널 지하수 관측 장치를 이용하기 때문에, 시간과 장소와 무관하게 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께, 형태 및 염분농도를 정확하게 측정할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 다채널 지하수 관측 장치를 이용한 관정내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법은 실시간으로 지하수 담염수 혼합대의 모든 범위를 모니터링 할 수 있다.

[0027] 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

- [0029] 도 1은 제주도 동부 수산지구에 설치된 관정 내의 지하수의 전기전도도 분포 변화를 해안과의 거리에 따른 변화를 개략적으로 도시한 것이며, 도 2는 도 1의 관정들의 전기전도도 변화를 시간을 달리해 가면서 측정된 결과이다. 담염수 혼합대를 지시하는 전기전도도의 변화가 시간에 따라서 일정하지 않음을 알 수 있다.
 - 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법의 플로우 차트를 개략적으로 도시한 것이다.
 - 도 4는 관정내 지하수의 담염수 혼합대 변화를 파악하기 위하여 전기전도도 관측을 15년간 일자를 달리하여 수행한 결과이다. 본도에서 담염수 혼합대가 시간에 따라서 변화하는 것을 파악할 수 있으며 담염수 경계면보다 혼합대 두께, 형태 측정의 중요성이 필요함을 제시하고 있다.
 - 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법에서 이용되는 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 개략적으로 모식도를 도시한 것이다.
- ※ 첨부된 도면은 본 발명의 기술사상에 대한 이해를 위하여 참조로서 예시된 것임을 밝히며, 그것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되지는 아니한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.
- [0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법의 플로우 차트를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0033] 이하, 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수의 담염수 혼합대 모니터링 방법은 관정을 설치하는 단계(S110), 상기 관정 내의 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S120), 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 따라 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치깊이 및 범위를 조정하는 단계(S130), 조정된 상기 다채널 지하수 관측 장치를 상기 관정에 설치하는 단계(S140) 및 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S150)를 포함한다.
- [0035] 가장 먼저 관정을 설치하는 단계(S110)를 수행한다. 해안 지역의 경우, 도 1의 A선 부분과 같이 해안선으로부터 내륙 방향으로 복수개가 설치될 수 있다.
- [0036] 다음으로, 상기 관정 내의 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S120)가 수행된다.
- [0037] 최초 담염수 혼합대란 다채널 지하수 관측 장치를 관정에 설치완료하기 전에 사전 조정하는 단계를 수행할 때의 담염수 혼합대를 의미한다.
- [0038] 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태는 물리검층장치를 깊이방향으로 관정에 투입하면서, 심도별 온도 및 전기전도도를 측정함으로써 확인할 수 있다.
- [0039] 도 2에서 알 수 있듯이, 혼합대의 범위, 즉 발생 깊이 두께 및 형태는 수리지질학적 특성에 의해 시간과 장소에 따라 다르다. 혼합대의 범위 뿐만아니라, 혼합대의 형상도 시간과 장소에 따라 다르다. 구체적으로 살펴보면, 담염수 혼합대의 두께는 최대 약 100 미터 이상(도 2b의 T₂ 참조)까지 다양하다.
- [0040] 또한, 담염수 혼합대의 발생 깊이와 형태도 시간에 따라 위아래로 움직이는 것을 알 수 있다. 도 4의 측정 1(2002년 6월 4일 측정), 측정 2(2004년 7월 6일 측정), 측정 3(2005년 7월 26일), 측정 4(2017년 1월 7일 측정)를 참조하면, 같은 지역의 담염수 혼합대의 최소 두께(T₄)는 약 20m 이며, 최대 두께(T₅)는 약 40 m 인 것을 알 수 있다. 즉, 시간에 따라 담염수 혼합대의 두께가 2배 이상 증가하였다가 다시 감소하는 등 일정하지 않음을 확인할 수 있다. 더욱이, 측정 1 내지 4를 비교해보면 담염수 혼합대의 형태는 동일하지 않다. 예를 들어,

담염수 혼합대의 형태는 계단 형상(측정 2 내지 4)일 때도 있고 비교적 완만하게 변화(측정 1)할 때도 있는 것을 알 수 있다.

- [0041] 종래의 담염수 경계면을 모니터링하는 방법은 담염수 경계면에 대응하는 부력을 가지는 부력체를 이용하는 것이다. 문제는 상술한 바와 같이 담염수 혼합대의 최대 범위가 약 100m 이상으로 매우 넓으며, 그 내에서도 형상이 서로 다르다는 것에 있다. 즉, 최초에 특정한 부력으로 부력체의 부력을 설정하였더라도, 해당 부력체가 위치하는 곳을 정확히 알 수 없어 측정된 결과의 객관성이 보장되기 어렵다. 결국, 종래의 방법으로는 개략적인 담염수 경계면의 변화의 추세를 알 수 있을 뿐이며, 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없었다. 본 발명은 이러한 종래 기술이 생각하지 못했던 문제점을 해결하기 위한 것이다.
- [0042] 이를 위해, 본 발명은 관정 내 지하수의 심도별 전기전도도를 측정하여 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S120)를 수행한 후, 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태에 따라 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계(S130)를 수행하게 된다.
- [0043] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 관정내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법에서 이용되는 다채널 지하수 관측 장치(100)를 이용하여 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 개략적으로 모식도를 도시한 것이다.
- [0044] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 관정(1)내 지하수 담염수 혼합대 모니터링 방법에서 이용되는 다채널 지하수 관측 장치(100)는 본체(10), 센서부(20) 및 통신부(30)를 포함한다.
- [0045] 본체(10)는 센서부(20)에 전원을 전달하는 역할과 센서부(20)에서 측정된 데이터를 통신부(30)로 전달하는 역할을 수행한다.
- [0046] 통신부(30)는 유선 또는 무선으로 측정 데이터를 전송하고, 센서부(20)에 제어 신호를 전달하는 역할을 수행한다. 통신부(30)는 통신 연결선(31)을 통해 본체(10)와 연결된다. 한편, 통신부(30)는 GPS 시간을 수신할 수 있다. 본 발명은 GPS 시간을 이용함으로써, 서로 다른 장소에 위치한 관정의 지하수에 대한 관측 동시성의 신뢰를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0047] 센서부(20)는 본체(10)와 센서 연결선(21)에 의해 연결되는 복수의 센서(22)를 포함한다. 복수의 센서(22)는 서로 이격되어, 깊이 방향으로 배치될 수 있다. 가장 위쪽의 센서(22)를 제1센서라 하고, 가장 아래쪽의 센서를 제n센서(단, n은 자연수)라 할 수 있다. 제1센서와 제n센서 사이를 센서부(20)의 측정 범위라고 정의할 수 있다.
- [0048] 다채널 지하수 관측 장치(100)는 센서부(20)에 포함되는 센서(22)의 수를 증가 또는 감소시킬 수 있으며, 센서(22) 사이의 간격을 조절할 수 있다. 즉, 센서(22) 사이의 간격을 증가시킴으로써 센서부(20)의 측정 범위를 증가시키거나, 센서(22) 사이의 간격을 감소시킴으로써 측정 범위를 증가시킬 수 있다.
- [0049] 한편, 다채널 지하수 관측 장치(100)는 단위 거리 내의 센서(22)의 수를 증가시키거나, 센서(22)의 수를 유지하면서 센서부(20) 범위를 감소시킴으로써 센서부(20)의 측정 정밀도를 증가시킬 수 있다.
- [0050] 복수의 센서부(20)의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계(S130)는 최초 담염수 혼합대의 발생 깊이 및 두께(T_i)에 관한 정보를 토대로 센서부(20)의 설치 깊이 및 범위(T_0)를 조정함으로써 다채널 지하수 관측 장치(100)를 관정 내에 설치할 때 센서부(20)의 측정 범위 내에 최초 담염수 혼합대가 위치하게 된다(도 5 참조). 즉, 본 발명은 S120 단계와 S130 단계를 통해, 다채널 지하수 관측 장치(100)가 혼합대 전체를 관측할 수 있게 되는 것이다. 또한, 복수의 센서부(20)의 설치 깊이 및 범위를 조정하는 단계(S130)는 최초 담염수 혼합대의 형태에 따라 센서(22)의 수를 조절할 수 있다.
- [0051] 센서부(20)에 포함되는 센서(22)는 전기전도도 센서를 포함한다. 본 발명에서 이용되는 전기전도도 센서는 염분을 통해 간접적으로 전기전도도를 측정하는 것이 아닌 직접적으로 전기전도도를 측정하는 센서를 이용할 수 있다. 특히, 본 발명의 센서(22)는 내염성을 갖는 아날로그 방식의 센서를 이용함으로써 장기간 안정적인 측정이 가능하다.
- [0052] 한편, 센서부(20)에 포함되는 센서(22)는 온도 센서를 더 포함할 수 있다. 전기전도도 측정은 온도 영향을 받으므로, 각각의 센서(22) 중 적어도 일부에 온도 센서를 배치하여 전기전도도 측정값을 보정해줄 수 있다. 한편, 지하수에서 담염수 혼합대는 해수의 유입에 의해 형성되는데, 해수와 지하수의 온도에 차이가 있으므로 온도 센서를 담염수 혼합대를 관측하는 보조 지표로 사용할 수도 있다.

- [0053] 또한, 센서부(20)에 포함되는 센서(22)는 압력 센서를 더 포함할 수 있으며, 이를 이용하여 지하수위를 측정하는 것이 가능하다.
- [0054] 전술한 바와 같이 센서(22)는 센서 연결선(21)에 의해 본체(10)와 연결되는데, 각각의 센서(22)들은 서로 병렬적으로 본체(10)와 연결될 수 있다.
- [0055] 센서(22)들이 직렬로 연결되는 경우, 하나의 센서가 고장날 경우에 연쇄적으로 다른 센서에서도 측정이 불가능해질 수 있으며 수리에도 큰 비용이 필요하다. 하지만, 센서(22)들을 병렬적으로 연결하는 경우, 하나의 센서의 고장이 다른 센서에 영향을 주지 않으며, 고장난 센서만 교체함으로써 손쉽게 수리가 가능하다.
- [0056] 센서부(20)의 측정 범위는 최초 담염수 혼합대의 두께보다 20% 이상 넓게 조정될 수 있다. 즉, 최초 담염수 혼합대보다 센서부(20)의 측정 범위를 충분히 넓게 조정함으로써 실제 모니터링 과정에서 담염수 혼합대가 일부 이동하더라도 모니터링을 유지할 수 있으며, 담염수 혼합대가 급격히 이동하는 경우에 재조정에 필요한 시간을 확보할 수 있다.
- [0057] 센서부(20)의 범위의 조정이 끝나면, 조정된 상기 다채널 지하수 관측 장치를 상기 관정에 설치하는 단계(S140) 및 상기 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S150)가 수행될 수 있다. 그리고 나아가 담염수 혼합대의 염분농도를 측정할 수 있다.
- [0058] 한편, 도 4에서 살펴봤던 것과 같이 담염수 혼합대는 시간에 흐름에 따라 범위가 이동하거나 형상이 변하게 된다. 따라서, 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 관정내 지하수의 담염수 혼합대의 발생 깊이, 두께 및 형태를 측정하는 단계(S150)를 수행하는 중에 정기적으로(또는 필요시) 다채널 지하수 관측 장치를 이용하여 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 제1센서부와 상기 제n센서부의 사이에 위치하는지 확인하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0059] 만약, 측정된 관정내 지하수의 담염수 혼합대가 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이를 벗어난 경우, 측정된 관정내 지하수의 담염수 경계면이 상기 제1센서부와 상기 제n센서부 사이에 위치하도록 다채널 지하수 관측 장치의 복수의 센서부의 설치 깊이 및 범위를 재조정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 재조정은 본체(10)에 별도의 조정 장치를 추가하여 수행될 수 있다.
- [0060] 특히, 담염수 혼합대는 두께를 유지하면서 상하로 움직이는 것 뿐만 아니라 상부 경계와 하부 경계가 서로 무관하게 움직이게 된다. 하지만 본 발명은 이러한 경우에도 상기 재조정하는 단계를 통해 담염수 혼합대를 측정 가능 범위 내에 둘 수 있다.
- [0061] 한편, 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.

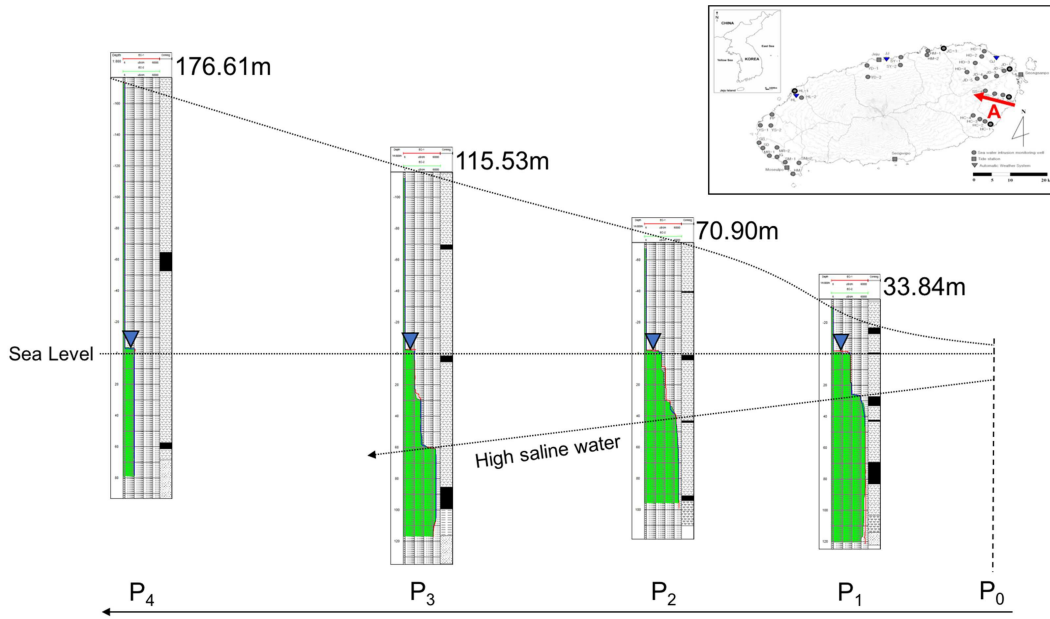
부호의 설명

[0063]

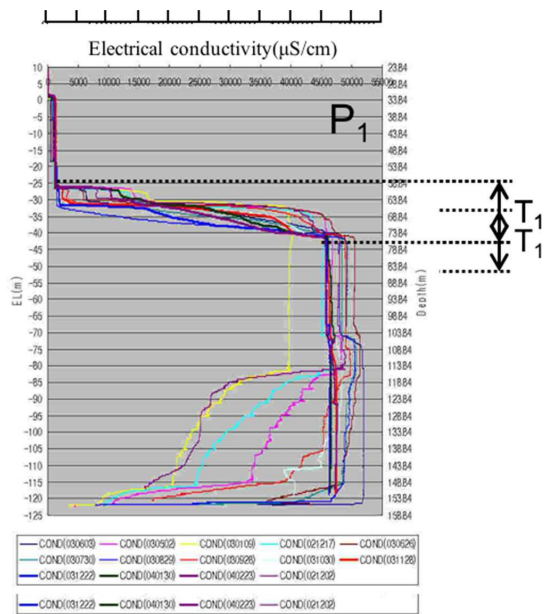
- 100: 다채널 지하수 관측 장치
- 10: 본체 20: 센서부
- 21: 센서 연결선 22: 센서
- 30: 통신부 31: 통신 연결선

도면

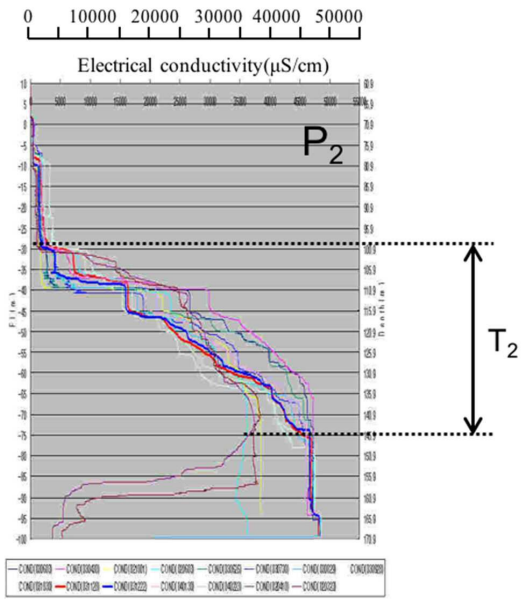
도면1



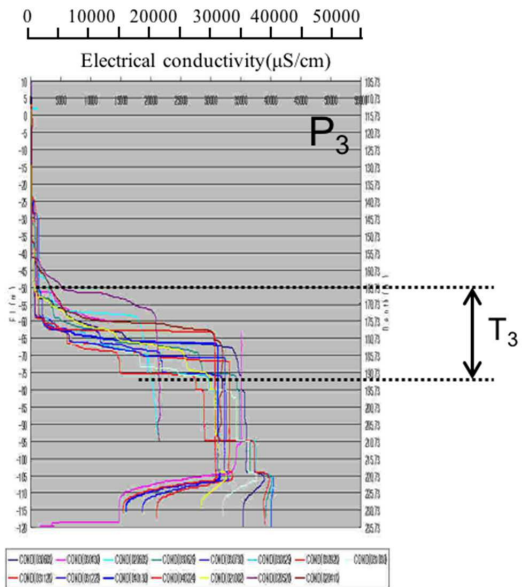
도면2a



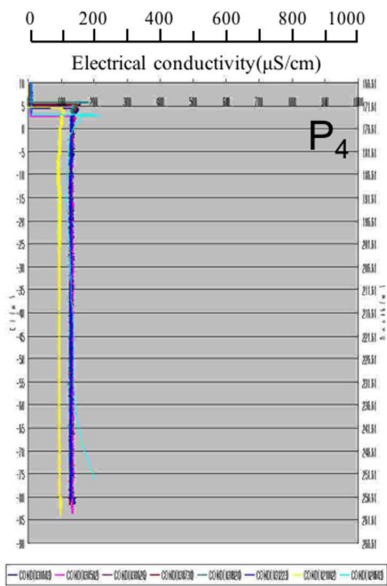
도면2b



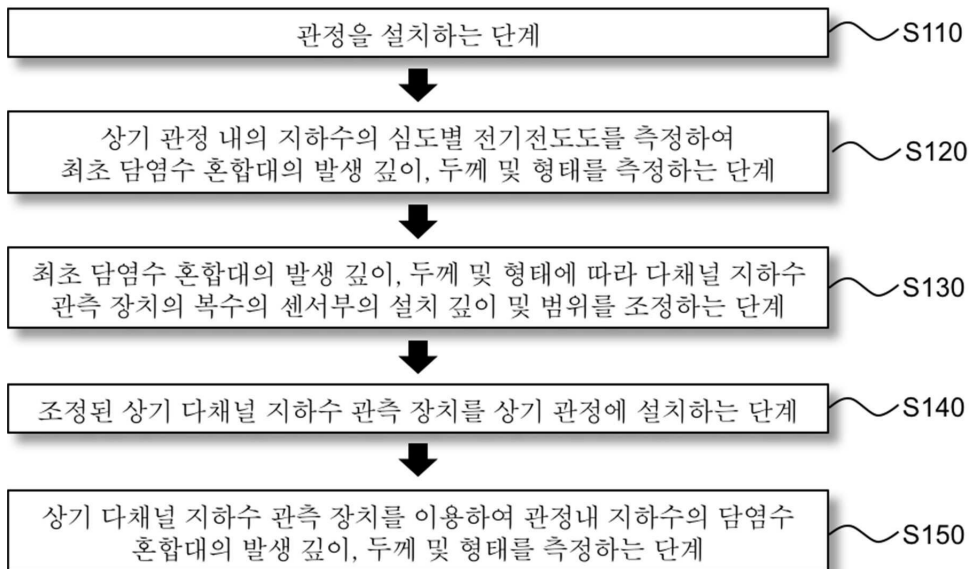
도면2c



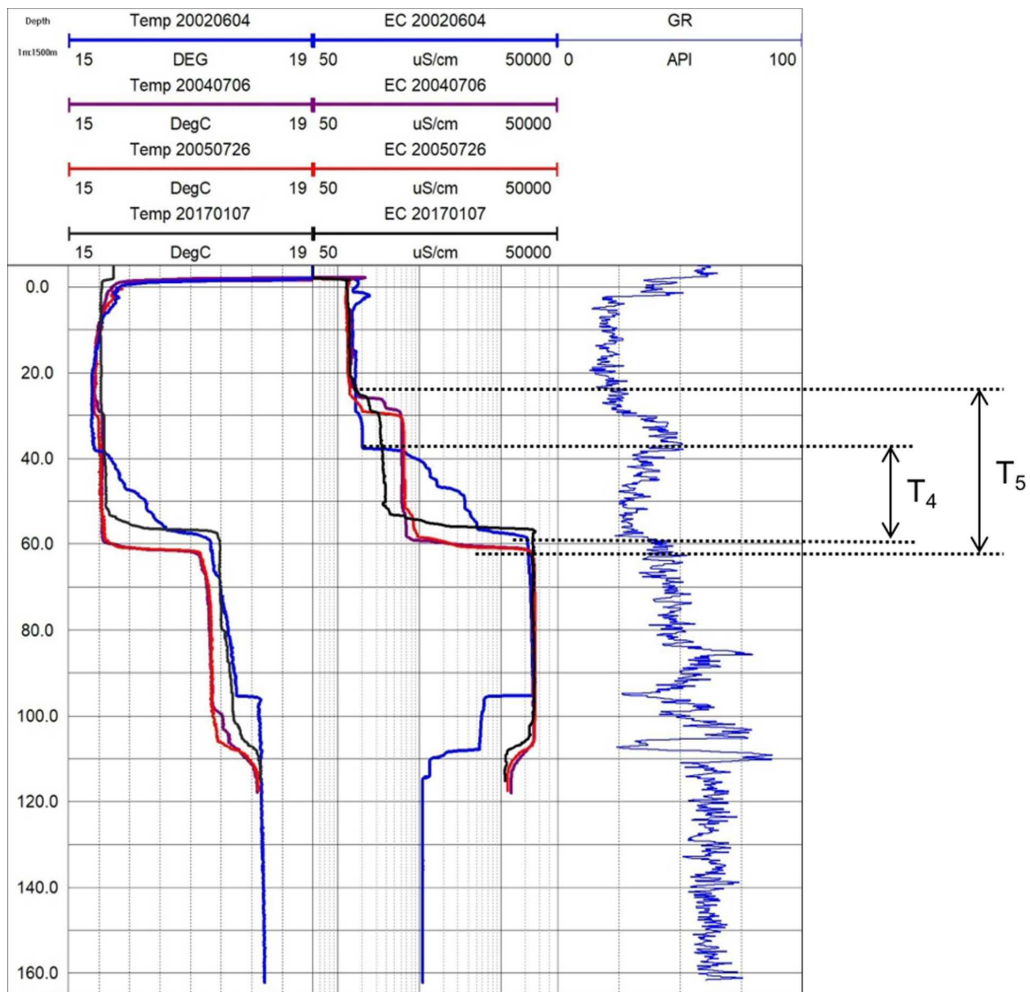
도면2d



도면3



도면4



도면5

