(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0053457
(43) 공개일자 2025년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 5/00 (2006.01) *G01F 1/76* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01P 5/00 (2013.01)
G01F 1/76 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2023-0136739
(22) 출원일자 2023년10월13일
심사청구일자 2023년10월13일

(71) 출원인
주식회사 와이블
부산광역시 남구 신선로 365, 7공학관동 219호(용당동, 부경대학교용당캠퍼스)
국립부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
양민준
부산광역시 남구 오륙도로 85, 102동 2004호(용호동, 오륙도 에스케이뷰 아파트)
박진영
부산광역시 남구 용주로 36 105동 2605호 (용호동, 데시앙 해링턴 플레이스 파크시티)
(74) 대리인
특허법인본

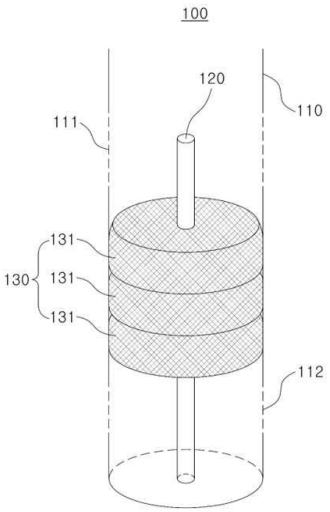
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **지하수 및 오염 물질의 유속을 동시에 측정할 수 있는 플럭스미터 장치**

(57) 요 약

본 발명은 플럭스미터 장치 및 이를 이용한 지하수 유속 측정 방법에 관한 것이다. 본 발명은 플럭스미터 장치로서, 유체 유입부; 유체 유출부; 및 상기 유입부 및 유출부 사이에 위치하고, 담체를 포함하는 중간부;를 포함하며, 상기 담체에는 추적자가 함침되어 있고, 상기 추적자는 상기 담체를 통과하는 유체의 흐름에 의해 유출되는, 플럭스미터 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

플럭스미터 장치로서,

유체 유입부;

유체 유출부; 및

상기 유입부 및 유출부 사이에 위치하고, 담체를 포함하는 중간부;를 포함하며,

상기 담체에는 추적자가 함침되어 있고,

상기 추적자는 상기 담체를 통과하는 유체의 흐름에 의해 유출되는, 플럭스미터 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 담체는 폴리설폰 또는 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰인, 플럭스미터 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 추적자는 메탄올, 이소프로필 알코올 및 n-헥산올을 포함하는 것인, 플럭스미터 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 추적자는 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 200~300중량부 및 n-헥산올 200~300중량부를 포함하는 것인, 플럭스미터 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유체 유입부, 중간부 및 유출부는 유체 흐름에 대해 수직으로 위치하는 것인, 플럭스미터 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 지하수 및 오염 물질의 유속을 동시에 측정할 수 있는 플럭스미터 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 지하수는 지구상 물의 1% 이하로서, 기반암과 토양의 공간에 들어 있다. 대부분의 지하수의 근원은 강우인데, 이러한 강우는 땅속으로 스며들어 지하수계의 일부분이 되고, 나머지는 땅속을 경유하거나 지면을 흘러내려 바다로 유입된다.

[0003] 지하에 있는 물을 모두 지하수라 정의 내리진 않는데, 우리나라 지하수 법에서도 지하수를 '지하의 지층이나 암석 사이의 빈틈을 채우고 있는 물'로 정의 내리고 있다.

[0004] 이러한 지하수는 호수나 해저를 향하여 흐르고 있으며, 그 흐름은 지질의 구성성분에 의해 영향을 받는다. 그 예로서, 석회암 지역의 지하수는 시속 수(m/h)의 속도로 빠르게 이동하는 반면, 대부분의 다른 지역에서는 연간

수m 정도의 느린 속도로 이동한다.

[0005] 지하수에는 물과 함께 오염 물질이 포함되어 있기 때문에, 지하수의 효과적인 관리 및 이용을 위해서는 지하수의 유속을 측정하고, 또한 지하수에 존재하는 오염 물질의 농도를 측정하는 것이 필수적이다.

선행기술문헌

[0007] 한국등록특허 제10-1059129호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 지하수 및 오염 물질의 유속을 동시에 측정할 수 있는 플럭스미터 장치 및 이를 이용한 지하수 유속 측정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 본 개시의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 개시의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 개시의 실시 예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 개시의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 플럭스미터 장치로서, 유체 유입부; 유체 유출부; 및 상기 유입부 및 유출부 사이에 위치하고, 담체를 포함하는 중간부;를 포함하며, 상기 담체에는 추적자가 함침되어 있고, 상기 추적자는 상기 담체를 통과하는 유체의 흐름에 의해 유출되는, 플럭스미터 장치를 제공한다.

[0011] 상기 담체는 폴리설폰 또는 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰일 수 있다.

[0012] 상기 추적자는 메탄올, 이소프로필 알코올 및 n-헥산올을 포함하는 것일 수 있다.

[0013] 상기 추적자는 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 200~300중량부 및 n-헥산올 200~300중량부를 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 상기 담체의 직경은 3~16㎜일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 지하수 및 오염 물질의 유속을 동시에 측정할 수 있는 플럭스미터 장치 및 이를 이용한 지하수 유속 측정 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은, 본 발명의 한 구현예에 따른 플럭스미터 장치를 나타낸다.

도 2는, 본 발명의 한 구현예에 있어서, 담체 제조 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 플럭스미터 장치로서, 유체 유입부; 유체 유출부; 및 상기 유입부 및 유출부 사이에 위치하고, 담체를 포함하는 중간부;를 포함하며, 상기 담체에는 추적자가 함침되어 있고, 상기 추적자는 상기 담체를 통과하는 유체의 흐름에 의해 유출되는, 플럭스미터 장치를 제공한다.

[0018] 상기 플럭스미터 장치는 지하수 및 오염물질의 흐름(flux)을 측정할 수 있는 장치이다. 상기 흐름은 예를 들어, 땅의 표면, 대수층, 하천 바닥, 호수나 저수지, 습지 등에서 발생하는 유체의 흐름을 포함한다. 상기 유체는 지하수 및 오염물질을 포함한다.

[0019] 상기 플럭스미터 장치는 유체의 흐름이 있는 곳에 설치된다. 상기 플럭스미터 장치를 유체의 흐름이 있는 곳에 위치시키고, 일정 기간 동안 배치된 위치에서 유지시키고, 장치를 제거하고, 함침되어 있던 추적자의 잔류 질량을 측정하여, 지하수 및 오염물질의 유속을 측정할 수 있다. 측정된 유체의 유속은 지하수의 복원 여부, 위험성

등 지하수의 특성을 평가하는데 사용될 수 있다.

[0020] 상기 플럭스미터 장치는 수평 방향의 유체 흐름을 차단할 수 있도록 위치하며, 바람직하게는 상기 플럭스미터 장치를 유체의 흐름에 대해 수직으로 위치시킨다. 상기 기간은 몇시간에서 몇주까지 다양하며, 유체의 흐름을 관찰 수 있는 기간이면 특별히 한정되지 않는다.

[0021] 유체는 유체 유입구를 통해 유입되고, 수직 방향으로 흘러 중간부에 위치하는 담체를 통과하며, 유체 유출구를 통해 유출된다. 유체의 흐름에 의해 담체에 함침되어 있는 추적자도 함께 유출된다. 상기 유체 유입구 및 유체 유출구는 복수개의 구멍이 형성되어 있는 메쉬 형태일 수 있으며, 구멍의 크기는 유체는 통과할 수 있지만, 자갈, 흙 등은 통과할 수 없는 크기이면 제한되지 않으며, 바람직하게는 직경 2~4㎝이다.

[0022] 이하 본원을 도면 및 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나 이들 도면 및 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것으로 본원의 범위가 이들 도면 및 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0023] 본 발명의 한 구현예에서, 플럭스미터 장치(100)는 케이스(110), 중앙 튜브(120), 중간부(130)을 포함한다. 상기 케이스(110)는 PVC, 스테인레스 관으로 제조될 수 있으며, 바람직하게는 원통형이며, 단면이 원형이다. 케이스(110)의 길이 및 크기는 유체의 흐름을 측정할 수 있을 정도면 특별히 제한되지 않는다. 상기 케이스(110)는 플러스미터 장치(100)의 외관을 구성한다.

[0024] 상기 케이스(110)의 일부 위치에는 유체가 통과할 수 있는 유체 유입구(111) 및 유체 유출구(112)가 형성되어 있다. 유체 유입구(111)를 통해 유체가 유입되어, 중간부(130)를 통과하고, 유출구(112)를 통해 유출된다.

[0025] 중간부(130)는 메쉬 망(131)으로 둘러싸인 담체(132)를 포함한다. 상기 담체(132)는 추적자(133)가 함침되어 있다. 중간부(130)는 장치 내 들어온 유체가 모두 중간부(130)를 통해 흐를 수 있도록 케이스(110)의 내경에 타이트한 크기를 갖는 것이 바람직하다. 상기 중간부(130)는 1개 또는 복수개일 수 있다. 상기 중간부(130)가 위치하는 케이스(110) 부분에는 구멍이 존재하지 않아 유체가 통과할 수 없다.

[0026] 상기 메쉬 망(131)은 지하수, 오염물질 및 추적자는 통과할 수 있으나, 담체는 통과할 수 없다.

[0027] 담체(132)는 폴리설폰 또는 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰일 수 있다. 상기 담체의 수력 전도도는 플럭스미터 장치가 위치한 토양의 수력 전도도와 유사하여, 플럭스미터 장치를 통과하는 유체의 속도는 플럭스미터 장치의 주변을 통과하는 유체의 속도와 유사하다. 상기 담체는 폴리설폰 및 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰을 포함하는 것이 바람직하며, 폴리설폰 100중량부에 대해 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 100~200중량부로 포함하는 것이 바람직하다. 폴리설폰 100중량부에 대해 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 100~200중량부로 포함하는 경우 상기 담체는 3~16㎜의 직경을 갖는 것이 바람직하며, 상기 범위 내의 직경을 갖는 경우 토양의 수력 전도도와 담체의 수력 전도도가 유사하다. 담체의 사이즈는 지하수의 유속이나 설치기간을 고려하여 선택한다. 유속이 느린 구간에서는 작은 사이즈의 담체를 선택하고, 빠른 구간에서는 큰 사이즈의 담체를 선택한다.

[0028] 추적자(133)는 담체에 함침되어 있고, 유체의 흐름에 의해 장치 밖으로 배출된다. 추적자(133)의 원래 질량과 잔여 질량의 비율은 유체의 흐름에 관한 정보를 얻는데 사용될 수 있다. 상기 추적자(133)는 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 200~300중량부 및 n-헥산올 200~300중량부를 포함할 수 있고, 바람직하게는 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 240중량부 및 n-헥산올 250중량부를 포함할 수 있다. 상기 비율로 포함하는 추적자(133)는 폴리설폰 100중량부에 대해 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 150중량부를 포함하는 담체에 대해 흡착 성능이 가장 우수하여, 장기간 관찰에 유리하다.

[0029] 상기 중앙 튜브(120)는 PVC, 스테인레스 관으로 제조될 수 있으며, 바람직하게는 원통형이며, 단면이 원형이다. 중앙 튜브(120)는 중간부(130)가 움직이지 않도록 고정하는 역할 및 플럭스미터 장치의 설치 및 해체 동안 유체가 흐르게 하는 역할을 한다. 중앙 튜브(120)의 직경은 바람직하게는 2~10㎝일 수 있으나, 용도에 따라 변경 가능하다.

[0030] 실시예 : 담체 제조

[0031] 도 2에 나타낸 바와 같이, 담체를 제조하기 위해 폴리설폰과 디아메틸폼아마이드(DMF) 용액을 1:9 체적비로 구성하여 자력교반기에 300rpm으로 15시간동안 교반하여 용해시킨다. 혼합용액은 정량펌프를 이용하여 주사기에 담은 후, 유량조절기를 이용하여 용액을 농도 80%의 메탄올 용액에 구형의 모양으로 떨어트려 고형화 될 수 있도록 만든다. 고형화된 담체는 체에 걸러내어 DMF용액과 메탄올 용액을 충분히 제거할 수 있도록 3차 증류수에

반복세척해 준 뒤 실내건조하였다.

[0032] 입상활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 제조 방법은 다음과 같다. 폴리설폰과 DMF 혼합 용액에 입상 활성탄을 믹서기로 갈은 후 30번 체에 걸러낸 분말을 10 g을 추가로 혼합용액에 추가하여 상기 과정과 동일하게 진행되었다. 제작한 담체들에 알코올추적자 혼합용액을 혼합하여 12시간 교반시켜주었다. 그 후 담체에 흡착된 알코올의 흡·탈착 효율을 규명하기 위해 가스크로마토그래피(GC-MS) 분석을 실시하였다. 또한 고형화 과정 중 실린지의 내경을 (~ 2㎜) 다르게 변경하여 담체의 직경을 다르게 제작하여 직경별 수리전도도를 측정하였다.

[0033] 실험예

[0034] 플럭스미터 장치의 장기간 성능을 확인하기 위해, 담체 조성에 따른 흡착성을 확인하였다. 구체적으로는, 모래를 이용하여 제조한 대수층 모사 환경에서 플럭스미터를 설치하고, 30일 동안 방치한 이후, 추적자의 잔여 비율을 확인하였다.

[0035] 사용한 플럭스미터의 담체 및 추적자의 조성은 다음과 같다 : 실시예 2; 폴리설폰 100중량부에 대해 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 150중량부를 포함하는 담체와, 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 240중량부 및 n-헥산올 250중량부를 포함하는 추적자. 비교예 1; 폴리설폰 250중량부와 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 240중량부 및 n-헥산올 250중량부를 포함하는 추적자. 비교예 2; 입상 활성탄 분말 입자가 흡착된 폴리설폰 250중량부를 포함하는 담체와, 메탄올 100중량부에 대해 이소프로필 알코올 240중량부 및 n-헥산올 250중량부를 포함하는 추적자.

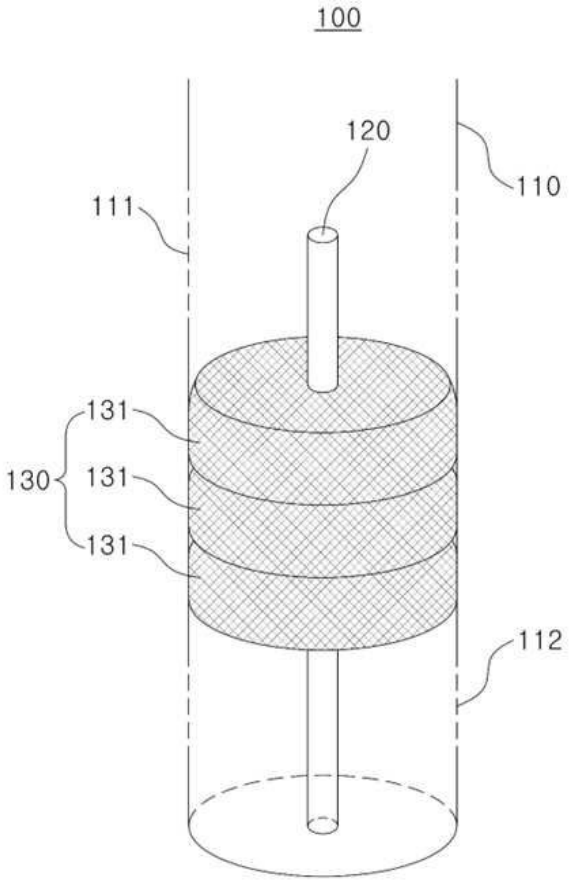
[0036] 실험 결과, 추적자의 잔여 비율은 실시예 2에서 30%, 비교예 1에서는 13%, 비교예 2에서는 18%로 확인되었다. 실시예 2의 플럭스미터에서 추적자의 잔여 비율이 높아, 장기간 사용시에 우수한 것을 확인하였다.

부호의 설명

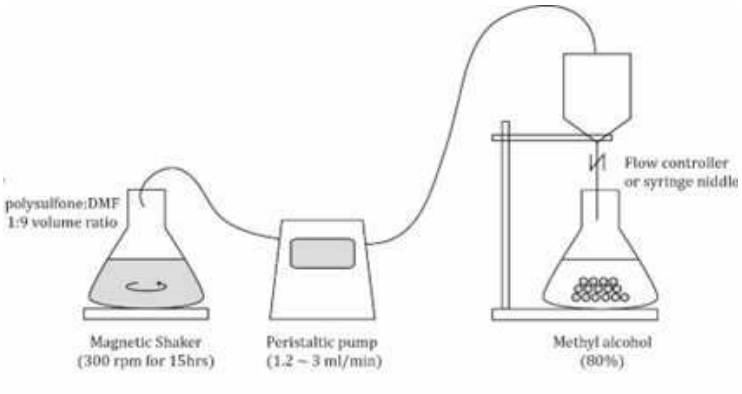
[0037] 100: 플럭스미터 장치; 110: 케이스 111: 유체 유입부; 112: 유체 유출부; 120: 중앙 튜브; 130: 중간부; 131: 메쉬 망;

도면

도면1


100
120
110
111
131
130
131
131
112

도면2


polysulfone:DMF
1:9 volume ratio
Flow controller
or syringe niddle
Magnetic Shaker
(300 rpm for 15hrs)
Peristaltic pump
(1.2 ~ 3 ml/min)
Methyl alcohol
(80%)