

(72) 발명자

이영재

서울특별시 양천구 목동서로 38, 122동 706호(목동, 목동신시가지아파트1단지)

김봉주

광주광역시 광산구 왕버들로265번길 5-7, 101동 802호(신창동)

이상길

서울특별시 강북구 월계로37길 137, 101동 501호(변동, 기산그린아파트)

구자영

경상북도 김천시 시청6길 35, 101동 1103호(신음동, 김천우방타운)

김지원

인천광역시 미추홀구 숙골로88번길 56, 603동 2504호(도화동, e편한세상)

김기현

경기도 고양시 덕양구 충경로 149, 101동 306호(행신동, 소만마을1단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 RE201805007

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 지중환경오염·위해관리기술개발사업

연구과제명 무기오염물질의 확산제어를 위한 반응매질 개발 및 확산방지 시설 시공/제어 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2018.06.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되고, 상기 양수정으로부터 이격 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하고,

상기 양수정과 이격 배치되며 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충진된 적어도 하나의 보조 관정을 포함하며,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 하류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 상기 양수정과 동일한 반응성을 갖는 제1 보조 필터부를 구비하는 제1 보조 관정; 및

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 양수정과 상기 제1 보조 관정 사이에 위치하며, 상기 제1 보조 관정과 다른 반응성의 제2 보조 필터부를 구비하고, 양수기능이 없는 제2 보조 관정;

을 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

일측이 상기 필터부와 연통되어 상기 필터부를 통과한 지하수를 공급받으며, 타측이 상기 주입정 내에 배치되어 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 상기 주입정으로 배출하는 양수관을 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 양수관과 상기 필터부 사이에 배치되어 상기 양수관과 상기 필터부 사이를 연통 가능하게 연결하며, 하부에 상기 필터부가 삽입 및 고정되는 안착 홈이 형성된 연결부재를 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 양수관의 일측은 상기 필터부 내에 배치되며,

상기 필터부 내에 배치된 상기 양수관의 둘레에는 상기 필터부를 통과한 지하수가 유입되는 복수의 유입 홀이 형성된 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 양수관은 상기 양수정 내의 지하수를 상기 주입정으로 공급하는 양수 펌프를 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 오염된 지하수에 포함된 제1 오염물질과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제1 필터부와,

상기 오염된 지하수에 포함된 제2 오염물질과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제2 필터부를 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 필터부는 상기 양수정의 내측 하부에 배치되며, 상기 제2 필터부는 상기 제1 필터부의 내측 또는 외측에 배치되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1 필터부와 상기 제2 필터부는 상하 방향으로 나란하게 배치되며, 상호 교차로 설치되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 양수정과 상기 주입정의 개수는 동일하게 형성되어 쌍을 이루며,

상기 하나의 양수정은 상기 하나의 주입정으로 정화된 지하수를 공급하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 양수정 및 주입정은 복수로 구비되며,

상기 양수정과 상기 주입정 사이에 일자 형태의 수리적 경계가 형성되고, 상기 수리적 경계는 지하수의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

양 끝단에 배치된 상기 양수정 및 주입정을 포함하는 상기 양수정 및 상기 주입정의 배열은, 상기 지하수의 흐름 방향으로부터 경사지게 배열되어, 포물선 형태의 수리적 경계를 형성하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되고, 상기 양수정으로부터 이격 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하고,

상기 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며,

상기 보조 관정의 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전되고,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 상류에 위치하여 양수 기능이 없이도 상기 양수정의 양수력에 의해 상기 지하수를 유입 및 배출하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 16

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되고, 상기 양수정으로부터 이격 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하고,

상기 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며,

상기 보조 관정의 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전되고,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 상류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 상기 양수정과 상이한 반응성을 갖는 보조 필터부를 구비하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 17

제1항, 제15항, 제16항 가운데 어느 하나의 항에 있어서,

상기 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 상기 보조 관정 또는 상기 주입정으로부터 배출되어 정화된 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 수처리 모니터링부를 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 18

제1항, 제15항, 제16항 가운데 어느 하나의 항에 있어서,

상기 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 상기 필터부를 통과하여 상기 양수정으로부터 배출되는 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 반응성 모니터링부를 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 19

제1항, 제15항, 제16항 가운데 어느 하나의 항에 있어서,

상기 양수정으로 유입되는 지하수에 대한 시간당 양수량을 측정하는 양수량 모니터링부를 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 20

제1항, 제15항, 제16항 가운데 어느 하나의 항에 있어서,

상기 양수정 내부로 유입된 지하수의 수위를 실시간으로 측정하는 수위 모니터링부를 더 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 21

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 상기 오염된 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정 보다 하류에 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하며,

상기 양수정과 주입정 사이에 수리적 경계가 형성되고,

상기 양수정과 이격 배치되며 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전된 적어도 하나의 보조 관정을 포함하며,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 하류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 상기 양수정과 동일한 반응성을 갖는 제1 보조 필터부를 구비하는 제1 보조 관정; 및

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 양수정과 상기 제1 보조 관정 사이에 위치하며, 상기 제1 보조 관정과 다른 반응성의 제2 보조 필터부를 구비하고, 양수기능이 없는 제2 보조 관정;

을 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 필터부는,

상기 오염된 지하수에 포함된 제1 오염물질과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제1 필터부와,

상기 오염된 지하수에 포함된 제1 오염물질과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제2 필터부를 포함하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 제1 필터부는 상기 양수정의 내측 하부에 배치되며, 상기 제2 필터부는 상기 제1 필터부의 내측 또는 외측에 배치되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 제1 필터부와 상기 제2 필터부는 상하 방향으로 나란하게 배치되며, 상호 교차로 설치되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 양수정과 상기 주입정의 개수는 동일하게 형성되어 쌍을 이루며,

상기 하나의 양수정은 상기 하나의 주입정으로 정화된 지하수를 공급하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 양수정 및 주입정은 복수로 구비되며,

상기 양수정과 상기 주입정 사이에 일자 형태의 수리적 경계가 형성되고, 상기 수리적 경계는 지하수의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열되는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서,

양 끝단에 배치된 상기 양수정 및 주입정을 포함하는 상기 양수정 및 상기 주입정의 배열은, 상기 지하수의 흐름 방향으로부터 경사지게 배열되어, 포물선 형태의 수리적 경계를 형성하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 상기 오염된 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정 보다 하류에 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하며,

상기 양수정과 주입정 사이에 수리적 경계가 형성되고,

상기 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며,

상기 보조 관정의 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전되며,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 상류에 위치하여 양수 기능이 없이도 상기 양수정의 양수력에 의해 상기 지하수를 유입 및 배출하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

청구항 32

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성된 중공의 양수정;

상기 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 필터부; 및

적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 상기 오염된 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정 보다 하류에 배치되며, 상기 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하는 주입정;

을 포함하며,

상기 양수정과 주입정 사이에 수리적 경계가 형성되고,

상기 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며,

상기 보조 관정의 내부에는 상기 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전되며,

상기 보조 관정은,

상기 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 상기 지하수의 흐름 방향에 있어 상기 양수정보다 상류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 상기 양수정과 상이한 반응성을 갖는 보조 필터부를 구비하는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 발명은 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 양수정과, 양수정으로부터 정화된 지하수를 공급받는 주입정을 구비한 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양수정과 주입정을 이격 배치시켜 시스템 가동시 양수정과 주입정 사이에 수리적 경계를 형성함으로써, 양수정 주변의 오염된 지하수가 주입정 측으로 확산되는 것을 방지하기 위한 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [0003] 최근 인구가 증가하고 산업이 발전함에 따라, 생활용수, 농업용수, 공업용수 등의 각종 용수의 수요가 급격히 증가하고 있다. 따라서, 새로운 용수의 공급원으로서 지하수의 개발 및 활용이 꾸준히 진행되고 있다.
- [0004] 그러나, 현재의 지하수는 환경오염 등의 영향으로 인하여 각종 용수로 직접 사용하기에는 적합하지 않은 수질을 갖는 경우가 대부분이다. 따라서, 오염된 지하수를 정화하기 위한 방안들이 활발히 연구되고 있는 분야 중의 하나가 반응 벽체에 의한 지하수중의 오염물질 제거이다.
- [0005] 반응 벽체란, 지하수 중의 오염물질을 물리적으로 흡착한 후 화학적 반응을 통하여 지하수 중의 오염물질 농도를 낮출 수 있는 반응 매질(예컨대, 철이온이 담지된 제올라이트 등)을 포함하는 투수성 벽체로서, 지중에 지하수 흐름의 연직방향으로 설치하고 여기에 지하수를 통과시키면 지하수 중의 오염물질이 벽체 내부에 포함된 반응 매질 중의 활성 물질과 접촉되어 물리적/화학적으로 제거된다.
- [0006] 이러한 반응 벽체는 한번 설치되면 장기간에 걸쳐 사용되는데, 시간이 지남에 따라 주변 지역의 오염 상황이 달라져서 지하수 중의 주 오염물질이 설치 초기와는 달라지는 경우가 있다. 따라서, 반응 벽체를 거친 후의 지하수에 대한 정확하고 주기적인 모니터링이 필요하며, 모니터링결과 반응 벽체의 교체가 필요하다고 판단되면 신속하고 용이하게 교체가 가능해야 한다.
- [0007] 그러나 이러한 반응 벽체는 통상 대규모의 토목 공사를 통해 지중에 설치되기 때문에, 반응 벽체에 문제가 생기거나 장기간의 사용으로 인하여 처리 효율이 떨어지는 경우, 교체가 용이하지 않으며, 교체 비용이 많이 드는 문제가 있다.
- [0008] 또한, 반응 벽체의 설치로 인해 지하수 흐름이 우회되거나 투수성이 감소되고, 하나의 반응 벽체를 통해 다양한 종류의 오염물질을 처리할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 과제는 상세하게는 양수정과 주입정을 이격 배치시켜 시스템 가동시 양수정과 주입정 사이에 수리적 경계를 형성함으로써, 양수정 주변의 오염된 지하수가 주입정 측으로 확산되는 것을 방지하기 위한 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템을 제공함에 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 과제는 지하수에 포함된 오염물질의 종류 및 농도에 따라 필터부의 종류 및 크기를 다양하게 구성할 수 있어 복합적인 오염물질의 처리가 가능하며, 상기 필터부를 양수정 내에 교체 가능하게 설치하여 유지보수가 용이한 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템은 양수정과, 필터부, 및 주입정을 포함한다. 양수정은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성되고, 내부에 중공이 형성된다. 필터부는 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 오염된 지하수를 공급받아 정화한다. 주입정은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되고, 양수정으로부터 이격 배치되며, 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출한다.
- [0014] 일 실시예에 따르면, 일측이 필터부와 연통되어 필터부를 통과한 지하수를 공급받으며, 타측이 주입정 내에 배치되어 필터부로부터 정화된 지하수를 주입정으로 배출하는 양수관을 더 포함한다.
- [0015] 일 실시예에 따르면, 양수관과 필터부 사이에 배치되어 양수관과 필터부 사이를 연통 가능하게 연결하며, 하부에 필터부가 삽입 및 고정되는 안착 홈이 형성된 연결부재를 더 포함한다.

- [0016] 일 실시예에 따르면, 양수관의 일측은 필터부 내에 배치되며, 필터부 내에 배치된 양수관의 둘레에는 필터부를 통과한 지하수가 유입되는 복수의 유입 홀이 형성된다.
- [0017] 일 실시예에 따르면, 양수관은 양수정 내의 지하수를 주입정으로 공급하는 양수 펌프를 포함한다.
- [0018] 일 실시예에 따르면, 필터부는 오염된 지하수에 포함된 제1 오염물질과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제1 필터부와, 오염된 지하수에 포함된 제2 오염물질과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하는 적어도 하나의 제2 필터부를 포함한다.
- [0019] 일 실시예에 따르면, 제1 필터부는 양수정의 내측 하부에 배치되며, 제2 필터부는 제1 필터부의 내측 또는 외측에 배치된다.
- [0020] 일 실시예에 따르면, 제1 필터부와 제2 필터부는 상하 방향으로 나란하게 배치되며, 상호 교차로 설치된다.
- [0021] 일 실시예에 따르면, 양수정과 주입정의 개수는 동일하게 형성되어 쌍을 이루며, 하나의 양수정은 하나의 주입정으로 정화된 지하수를 공급한다.
- [0022] 일 실시예에 따르면, 양수정 및 주입정은 복수로 구비되며, 양수정과 주입정 사이에 일자 형태의 수리적 경계가 형성되고, 수리적 경계는 지하수의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열된다.
- [0023] 일 실시예에 따르면, 양 끝단에 배치된 양수정 및 주입정을 포함하는 양수정 및 주입정의 배열은, 지하수의 흐름 방향으로부터 경사지게 배열되어, 포물선 형태의 수리적 경계를 형성한다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며, 보조 관정의 내부에는 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전된다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 하류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 양수정과 동일한 반응성을 갖는 제1 보조 필터부를 구비하는 제1 보조 관정을 포함한다.
- [0026] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 양수정과 제1 보조 관정 사이에 위치하며, 제1 보조 관정과 다른 반응성의 제2 보조 필터부를 구비하고, 양수기능이 없는 제2 보조 관정을 더 포함한다.
- [0027] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 상류에 위치하여 양수 기능이 없이도 양수정의 양수력에 의해 지하수를 유입 및 배출한다.
- [0028] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 상류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 양수정과 상이한 반응성을 갖는 보조 필터부를 구비한다.
- [0029] 일 실시예에 따르면, 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 보조 관정 또는 주입정으로부터 배출되어 정화된 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 수처리 모니터링부를 더 포함한다.
- [0030] 일 실시예에 따르면, 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 필터부를 통과하여 양수정으로부터 배출되는 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 반응성 모니터링부를 더 포함한다.
- [0031] 일 실시예에 따르면, 양수정으로 유입되는 지하수에 대한 시간당 양수량을 측정하는 양수량 모니터링부를 더 포함한다.
- [0032] 본 발명에 따른 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템은 양수정과, 필터부, 및 주입정을 포함한다. 양수정은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하부에 오염된 지하수가 유입되는 유입 홀이 형성되고, 내부에 중공이 형성된다. 필터부는 양수정 내에 교체 가능하게 설치되며, 오염된 지하수를 공급받아 정화한다. 주입정은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 오염된 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 하류에 배치되며, 필터부로부터 정화된 지하수를 공급받아 외부로 배출하여 양수정 사이에 수리적 경계를 형성한다.
- [0033] 일 실시예에 따르면, 양수정과 주입정의 개수는 동일하게 형성되어 쌍을 이루며, 하나의 양수정은 하나의 주입정으로 정화된 지하수를 공급한다.
- [0034] 일 실시예에 따르면, 양수정 및 주입정은 복수로 구비되며, 양수정과 주입정 사이에 일자 형태의 수리적 경계가 형성되고, 수리적 경계는 지하수의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열된다.

- [0035] 일 실시예에 따르면, 양 끝단에 배치된 양수정 및 주입정을 포함하는 양수정 및 주입정의 배열은, 지하수의 흐름 방향으로부터 경사지게 배열되어, 포물선 형태의 수리적 경계를 형성한다.
- [0036] 일 실시예에 따르면, 양수정과 이격 배치된 적어도 하나의 보조 관정을 더 포함하며, 보조 관정의 내부에는 오염된 지하수를 공급받아 정화하는 보조 필터부가 충전된다.
- [0037] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 하류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 양수정과 동일한 반응성을 갖는 제1 보조 필터부를 구비하는 제1 보조 관정을 포함한다.
- [0038] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 양수정과 제1 보조 관정 사이에 위치하며, 제1 보조 관정과 다른 반응성의 제2 보조 필터부를 구비하고, 양수기능이 없는 제2 보조 관정을 더 포함한다.
- [0039] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 상류에 위치하여 양수 기능이 없이도 양수정의 양수력에 의해 지하수를 유입 및 배출한다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 보조 관정은 양수정과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수의 흐름 방향에 있어 양수정 보다 상류에 위치하며, 양수 기능을 갖고, 양수정과 상이한 반응성을 갖는 보조 필터부를 구비한다.

발명의 효과

- [0042] 본 발명에 따르면, 시스템의 가동시 주입정 주변의 수위가 증가하고 양수정 주변의 수위가 감소됨에 따라 양수정과 주입정 사이에는 수리적 경계가 생성되고, 이러한 수리적 경계에 의해 양수정 주변의 지하수에 포함된 오염물질이 주입정 측으로 확산하는 것을 방지할 수 있게 된다.
- [0043] 또한, 필터부가 양수정 내에 교체 가능하게 설치됨에 따라, 필터부의 성능이 저하된 경우 기존에 설치된 필터부만 제거하여 새 필터부로 교체하면 되므로, 교체 비용을 절감하는 동시에 유지 보수가 용이해진다.
- [0044] 또한, 필터부가 유기 오염물과 반응하는 매질을 포함하는 제1 필터부와, 무기오염물과 반응하는 매질을 포함하는 제2 필터부로 형성됨에 따라, 지하수에 포함된 오염물질의 종류 및 농도에 따라 필터부의 종류 및 크기를 구성할 수 있으며, 복합적인 오염물질의 처리가 가능하다.
- [0045] 또한, 필터부가 양수정 내에 적층되어 설치됨에 따라 내부에 다양한 반응성 소재의 충전이 가능하고, 종래의 타공 형태의 필터에 비하여 높은 기계적 강도를 가지게 되므로 지하수의 압력에 의해 필터부가 파손되어 반응성 소재의 손실이 발생하는 것을 예방할 수 있다.
- [0046] 또한, 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 필터부를 통과하여 양수정으로부터 배출되는 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 반응성 모니터링부를 구비함에 따라, 필터부의 여과 효율을 외부에서 확인할 수 있으므로 필터부를 적절한 시기에 교체할 수 있게 된다.
- [0047] 또한, 반응성 모니터링부를 통해 필터부의 반응성 소재에 의해 발생한 반응 부산물의 확인이 가능하므로, 지하 환경에서 반응성 소재의 안전성을 확인할 수 있게 된다.
- [0048] 또한, 양수정으로 유입되는 지하수의 오염도와 보조 관정 또는 주입정으로 배출되어 정화된 지하수의 오염도를 측정 및 비교하는 수처리 모니터링부를 구비함에 따라, 실시간으로 수처리 결과를 모니터링할 수 있어 시스템의 운용 시간을 결정할 수 있게 된다.
- [0049] 또한, 양수정으로 유입되는 지하수에 대한 시간당 양수량을 측정하는 양수량 모니터링부를 구비함에 따라, 양수정이 배치된 지하 매질체의 투수성에 따라 양수 펌프의 압력을 제어하여 각각의 양수정으로 유입되는 양수량을 균일하게 유지할 수 있게 된다.
- [0050] 또한, 양수정과 주입정을 적절히 배치시킴으로써 수리적 경계를 형성함에 따라, 양수정 및 주입정을 유도벽의 역할로 활용할 수 있게 된다.
- [0051] 또한, 종래와 같이 오염된 지하수가 확산하는 것을 방지하기 위하여 유도벽이나 연속벽을 설치하지 않아도 되므로, 투수성 감소에 따라 발생하는 지하수의 우회 흐름을 방지할 수 있게 된다.
- [0052] 또한, 양수정 및 배출관이 관정 형태로 형성되므로 설치면적이 줄어들어 초기 설치를 위한 공사의 규모를 줄일 수 있으며, 시공 중 발생하는 지하의 교란 및 오염을 방지할 수 있을 뿐 아니라, 반응성 소재의 소모량이 감소

하여 운영 비용을 절감할 수 있게 된다.

[0053] 아울러, 회수된 반응성 소재의 양을 평가함으로써 반응성 소재가 외부 환경으로 유실될 가능성을 평가하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0055] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템의 구성도.
 도 2는 도 1에 도시된 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템을 이용한 양수 중 지하 수위를 도시한 도면.
 도 3은 도 1에 있어서, 양수정에 설치된 필터부를 발췌하여 도시한 도면.
 도 4 내지 도 6은 양수정과 주입정의 배치를 도시한 도면.
 도 7은 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 양수관을 도시한 도면.
 도 8은 도 7에 도시된 양수관의 분해도.
 도 9는 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 양수관을 도시한 도면.
 도 10 내지 도 11은 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 필터부를 도시한 도면.
 도 12 내지 도 15는 도 1에 있어서, 보조 관정을 포함하는 양수정의 배치를 도시한 도면.
 도 16 내지 도 17은 도 15에 있어서, 보조 관정의 내부를 도시한 도면.
 도 18 내지 도 19는 지하수 흐름에 따른 양수정과 주입정의 배치를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0058] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템의 구성도이고, 도 2는 도 1에 도시된 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템을 이용한 양수 중 지하 수위를 도시한 도면이다. 그리고, 도 3은 도 1에 있어서, 양수정에 설치된 필터부를 발췌하여 도시한 도면이다.

[0059] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 양수정(110)과, 필터부(120), 및 주입정(130)을 포함한다.

[0060] 양수정(110)은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 하측 둘레에 오염된 지하수(10)가 유입되는 복수의 유입 홀(110a)이 형성된다. 구체적으로, 양수정(110)은 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 오염 지역보다 하류에 설치될 수 있으며, 내부에 중공이 형성된 파이프 형태로 형성될 수 있다. 이러한 양수정(110)의 직경 및 길이는 한정되지 않으며 주변 환경에 따라 달라질 수 있다.

[0061] 양수정(110)이 복수로 구비된 경우, 양수정(110)의 설치 간격은 지하 매질에 대한 구성 물질, 투수계수, 지하수(10)의 유속 및 양수량 등을 고려하여 결정될 수 있다. 만약, 양수정(110)의 설치 간격이 너무 큰 경우에는 오염된 지하수(10)가 양수정(110) 내로 유입되지 않고 후술되는 주입정(130)이 배치된곳으로 유출될 수 있다. 또한, 양수정(110)의 설치 간격이 너무 좁은 경우에는 지하수(10)의 유속이 증가하여 오염된 지하수(10)의 흐름이 빨라지고, 양수정(110)의 개수가 필요 이상으로 증가하여 설치비용을 증가시킨다.

[0062] 이러한 양수정(110)의 설치 간격은 아래의 식을 통해 결정될 수 있다.

$$y = \pm \frac{Q}{2BU} - \frac{Q}{2\pi BU} \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

[0063]

[0064] - B: 지하 대수층 두께(m)

- [0065] - Q: 양수율(m^3/sec)
- [0066] - U: 오염된 지역의 유속(m/sec)
- [0068] 필터부(120)는 양수정(110) 내에 교체 가능한 카트리지로 설치되며, 오염된 지하수(10)를 공급받아 정화한다. 이처럼 필터부(120)가 양수정(110) 내에 교체 가능하게 설치됨에 따라, 필터부(120)의 효율이 저하된 경우 기존에 설치된 필터부(120)만 양수정(110) 내에서 제거하여 새 필터부(120)로 교체하면 되므로, 유지보수가 용이하다. 또한 필터부(120)의 교체시 양수정(110) 전체를 교체하지 않아도 되므로, 교체 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0069] 필터부(120)는 지하수(10) 내에 포함된 오염물질(11)을 생물학적, 화학적, 물리화적으로 처리할 수 있다. 이를 위하여, 필터부(120)는 다공성 필터 또는 섬유 필터로 형성될 수 있으며, 내부에 미생물, 중금속, 유기오염물질 등의 다양한 오염물질(11)들을 흡착 및 처리하기 위한 입상 물질이 충전될 수 있다.
- [0070] 이러한 필터부(120)를 통해 지하수(10) 내에 포함된 오염물질(11)을 효과적으로 제거하기 위해서는 충분한 반응시간이 필요하다. 따라서, 양수정(110) 내로 유입되는 지하수(10)의 양수 속도를 제어하여 충분한 체류시간을 확보하는 것이 중요하다. 양수정(110) 내로 유입되는 지하수(10)의 체류시간은 아래 식을 통하여 결정될 수 있다.
- $$T_r = V/Q$$
- [0071]
- [0072] - T_r : 체류시간 (hour)
- [0073] - V: 필터부 내 공극부피 (m^3)
- [0074] - Q: 양수량 (m^3/hour)
- [0076] 주입정(130)은 적어도 하나 구비되어 지하에 상하 방향으로 설치되며, 필터부(120)로부터 정화된 지하수(10)를 공급받아 외부로 배출한다. 이처럼 주입정(130)이 정화된 지하수(10)를 공급받아 외부로 배출함에 따라, 주입정(130) 주변에 위치한 지하수(10)의 오염도는 지속적으로 낮아져 맑은 상태를 유지할 수 있게 된다. 이때, 주입정(130)은 정화된 지하수(10)를 외부로 공급하기 위하여 하측 둘레에 복수의 배출 홀(130a)이 형성될 수 있다.
- [0077] 구체적으로, 주입정(130)은 내부에 중공이 형성된 파이프 형태로 형성될 수 있으며, 오염된 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 양수정(110) 보다 하류에 배치될 수 있다.
- [0078] 이처럼 주입정(130)이 양수정(110)과 이격 배치되고, 양수정(110) 주변의 지하수(10)가 지속적으로 양수정(110) 내로 유입되어 주입정(130)으로 공급됨에 따라, 양수정(110)과 주입정(130) 사이는 수리적 경계(L)가 생기게 된다(도 2 및 도 4참조). 즉, 주입정(130) 주변의 수위 증가와 양수정(110) 주변의 수위 감소에 의해 수리적 경계(L)가 형성되는 것이다. 이러한 수리적 경계(L)에 의해 양수정(110) 주변의 지하수(10)에 포함된 오염물질(11)이 주입정(130) 측으로 확산하는 것을 방지할 수 있게 된다.
- [0079] 양수정(110)은 주입정(130)의 개수와 동일하게 형성될 수 있다. 즉, 하나의 양수정(110)과 하나의 주입정(130)이 쌍을 이루어서, 하나의 양수정(110)은 하나의 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급할 수 있다. 그러나, 필요에 따라 양수정(110) 및 주입정(130)의 개수는 달라질 수 있다.
- [0080] 예를 들어, 여러 지역에 대한 수처리를 수행해야 하는 경우, 양수정(110)의 개수를 주입정(130)의 개수보다 적게 구비하고, 하나의 양수정(110)이 복수의 주입정(130)으로 지하수(10)를 공급하도록 형성할 수 있다. 또한, 양수 및 정화 효율을 증대시키기 위하여 양수정(110)의 개수를 주입정(130)의 개수보다 많게 구비하고, 복수의 양수정(110)이 하나의 주입정(130)으로 지하수(10)를 공급하도록 형성할 수 있다.
- [0081] 한편, 주입정(130)은 양수관(140)을 통해 양수정(110)으로부터 정화된 지하수(10)를 공급받을 수 있다. 양수관(140)은 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 일측이 필터부(120)와 연통되어 필터부(120)를 통과한 지하수(10)를 공급받으며, 타측이 주입정(130) 내에 배치되어 필터부(120)로부터 정화된 지하수(10)를 주입정(130)으로 배출할 수 있다.
- [0082] 구체적으로, 양수관(140)의 일측은 필터부(120)의 일면을 관통하여 필터부(120)의 내부에 배치될 수 있으며, 일부가 'U' 자 형태로 휘어져 타측이 상부를 향하도록 형성될 수 있다. 이처럼 양수관(140)이 필터부(120)의 일면

을 관통하여 필터부(120) 내에 배치되고, 'U' 자 형태로 휘어짐에 따라, 필터부(120)의 교체시 양수관(140)을 들어 올리면 필터부(120)가 상부로 이동하여 양수관(140) 외부로 노출되므로, 필터부(120)의 교체가 용이해진다.

- [0083] 양수관(140)에는 양수 펌프(141)가 설치되어 있어, 양수관(140)은 양수정(110) 내의 지하수(10)를 주입정(130)으로 공급할 수 있게 된다. 이에 따라, 양수 펌프(141)의 압력을 조절하면 주입정(130)으로 공급되는 양수량을 제어할 수 있게 된다.
- [0085] 도 4 내지 도 6은 양수정과 주입정의 배치를 도시한 도면이다. 도 4 내지 도 6을 참조하여 양수정과 주입정의 배치 관계를 설명하면 다음과 같다.
- [0086] 도 4에 도시된 바와 같이, 양수정(110)과 주입정(130)의 개수는 동일하게 형성되어 쌍을 이루며, 하나의 양수정(110)은 하나의 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급하고, 주입정(130)은 정화된 지하수(10)를 외부로 배출할 수 있다.
- [0087] 구체적으로, 양수정(110) 및 주입정(130)은 복수로 구비되어 지하수(10)의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열될 수 있다. 이러한 배치 구조에 의해 양수정(110)과 주입정(130) 사이에 일자 형태의 수리적 경계(L)가 형성되고, 수리적 경계(L)는 지하수의 흐름 방향에 수직되는 방향을 따라 일렬로 배열될 수 있다.
- [0088] 도 5에 도시된 바와 같이, 하나의 양수정(110)은 복수의 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급할 수 있으며, 복수의 양수정(110)은 하나의 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급할 수도 있다. 즉, 양수정(110)과 주입정(130)을 다양한 단위로 묶어서 배치시킬 수 있다.
- [0089] 그리고, 양 끝단에 배치된 양수정(110) 및 주입정(130)의 배열은 지하수(10)의 흐름 방향으로부터 경사지게 배열되어, 양 끝단에 포물선 형태의 수리적 경계(L)를 형성할 수 있다. 그러면 주입정(130)의 양 끝단으로 빠져나가는 오염물질(11)까지 차단할 수 있어 지하수(10)의 처리 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0090] 한편, 저투수성의 지하 매질체(12)의 분포 형태에 의해 형성된 지하수(10)의 흐름에 따라 양수정(110)과 주입정(130)의 위치를 유연하게 조절하여 배치시킬 수도 있다. 즉, 저투수성의 지하 매질체(12)가 도 6에 도시된 바와 같이 타원형으로 형성된 경우, 지하수(10)는 저투수성의 지하 매질체(12)의 일측면을 타고 흘러 들어와 타측면으로 이동하게 된다.
- [0091] 따라서, 저투수성의 지하 매질체(12)의 타측면 둘레를 따라 양수정(110)과 주입정(130)을 배치시키면 저투수성의 지하 매질체(12)의 타측면과 유사한 형태의 수리적 경계(L)가 형성되고, 이러한 수리적 경계(L)에 의해 저투수성의 지하 매질체(12)의 양측 끝단으로 빠져나가는 오염물질(11)을 중앙으로 모이게 하여 지하수(10)의 처리 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0093] 도 7은 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 양수관을 도시한 도면이고, 도 8은 도 7에 도시된 양수관의 분해도이다.
- [0094] 도 7 내지 도 8에 도시된 바와 같이, 양수관(140)과 필터부(120) 사이에는 연결부재(150)가 배치될 수 있다. 연결부재(150)는 양수관(140)과 필터부(120) 사이에 배치되어 양수관(140)과 필터부(120) 사이를 연통 가능하게 연결한다.
- [0095] 구체적으로, 연결부재(150)의 상면에는 후술되는 안착 홈(150a)과 연통되는 관통 홀(150b)이 형성되고, 양수관(140)은 관통 홀(150b)의 둘레를 따라 상부로 연장되는 형태로 형성될 수 있다. 이에 따라, 필터부(120)를 통과한 지하수(10)는 관통 홀(150b)을 지나 양수관(140)으로 배출될 수 있다.
- [0096] 연결부재(150)의 하부에는 필터부(120)가 삽입 및 고정되는 안착 홈(150a)이 형성될 수 있다. 필터부(120)는 안착 홈(150a)에 억지끼움 방식으로 삽입 및 고정될 수 있으며, 고정력을 증대시키기 위하여 접착제나 기타 고정부재를 별도로 구비하여 필터부(120)와 연결부재(150)를 고정시킬 수도 있다. 이처럼 연결부재(150)의 안착 홈(150a)에 필터부(120)가 삽입 및 고정됨에 따라, 필터부(120)의 교체시 양수관(140)을 들어 올리면 필터부(120)가 상부로 이동하여 양수관(140) 외부로 노출되므로, 필터부(120)의 교체가 용이해지게 된다.
- [0097] 도 9는 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 양수관을 도시한 도면이다.
- [0098] 도 9에 도시된 바와 같이, 양수관(140)과 필터부(120) 사이에는 연결부재(150)가 배치될 수 있다. 그리고, 양수관(140)은 연결부재(150)를 관통하여 일측이 필터부(120) 내에 배치되고, 타측이 양수정(110) 및 주입정(130) 내에 배치될 수 있다. 이때, 필터부(120) 내에 배치된 양수관(140)의 둘레에는 필터부(120)를 통과한 지하수

(10)가 유입되는 복수의 유입 홀(140a)이 형성될 수 있다. 이에 따라, 양수관(140) 내로 공급되는 지하수(10)의 수량이 증가하여 보다 빠르게 양수 처리를 수행할 수 있게 된다.

- [0100] 도 10 내지 도 11은 도 1에 있어서, 다른 실시예에 따른 필터부를 도시한 도면이다.
- [0101] 도 10 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 필터부(120)는 각각 다른 반응성의 매질을 포함하는 제1 필터부(121)와 제2 필터부(122)로 형성될 수 있다. 이는 오염된 지하수(10)에 다양한 오염물질, 예를 들어 유기오염물과 무기오염물 등이 혼재하여 포함될 수 있기 때문이다.
- [0102] 구체적으로, 제1 필터부(121)는 양수정(110) 내에 적어도 하나 구비될 수 있으며, 오염된 지하수(10)에 포함된 제1 오염물질, 일례로 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기물과 반응하는 매질은 활성탄으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0103] 제2 필터부(122)는 양수정(110) 내에 적어도 하나 구비될 수 있으며, 오염된 지하수(10)에 포함된 제2 오염물질, 일례로 무기물과 반응하는 매질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 무기물과 반응하는 매질은 산화철로 형성될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0104] 제1 필터부(121)와 제2 필터부(122)는 하나의 양수정(110) 내에 함께 배치될 수도 있으며, 복수의 양수정(110)에 각각 배치될 수도 있다.
- [0105] 예를 들면, 도 10에 도시된 바와 같이, 필터부(120)는 제1 오염물질, 일례로 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 제1 필터부(121)와, 제2 오염물질, 일례로 무기물과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하는 제2 필터부(122)가 상호 교차로 설치될 수 있다. 구체적으로, 제1 필터부(121)와 제2 필터부(122)는 양수관(140)의 외주면을 감싸는 형태로 형성되며, 상하 방향으로 나란하게 배치될 수 있다. 이때, 양수관(140)은 제1 필터부(121) 및 제2 필터부(122)와 접촉되는 면에 복수의 유입 홀(110a)이 형성될 수 있다. 이에 따라, 유입 홀(110a)을 통해 유입된 지하수가 제1 필터부(121) 및 제2 필터부(122)의 측면을 통과하여 정수된 상태로 양수관(140) 내로 유입될 수 있다.
- [0106] 또한, 도 11에 도시된 바와 같이, 필터부(120)는 제1 오염물질, 일례로 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 제1 필터부(121)와, 제2 오염물질, 일례로 무기물과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하는 제2 필터부(122)로 형성될 수 있다.
- [0107] 제1 필터부(121)는 양수정(110)의 내측 하부, 즉 양수정(110)의 유입 홀(110a)이 배치된 곳에 배치될 수 있다. 그리고, 제2 필터부(122)는 제1 필터부(121)의 외측에 배치될 수 있다. 본 실시예에서는 제2 필터부(122)가 제1 필터부(121)의 외측에 배치되는 것으로 도시하였으나, 제1 필터부(121)의 내측에 배치되는 것도 가능하다.
- [0108] 이처럼 필터부(120)가 서로 다른 반응 매질을 포함하도록 형성됨에 따라, 서로 다른 오염물질, 예를 들어 유기물 및 무기물 등을 동시에 제거할 수 있게 된다. 이렇게 서로 다른 오염물질들이 제거된 지하수(10)는 제1 필터부(121) 및 제2 필터부(122)의 측면을 통과하여 양수관(140) 내로 유입될 수 있다.
- [0110] 도 12 내지 도 15는 도 1에 있어서, 보조 관정을 포함하는 양수정의 배치를 도시한 도면이고, 도 16 내지 도 17은 도 15에 있어서, 보조 관정의 내부를 도시한 도면이다.
- [0111] 도 12에 도시된 바와 같이, 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 적어도 하나의 보조 관정(160)을 양수정(110) 주변에 더 포함할 수 있다.
- [0112] 보조 관정(160)은 지하수(10)에 포함된 오염물질(11)에 대한 제거 효율을 증대시키기 위하여 양수정(110) 주변에 설치된 것으로, 둘레에는 오염된 지하수(10)가 유입 및 배출되는 적어도 하나의 유입 홀(60a) 및 배출 홀(60b)이 형성되고, 내부에는 오염된 지하수(10)를 공급받아 정화하는 보조 필터부(161)가 충전될 수 있다.
- [0113] 보조 관정(160)은 양수정(110)으로부터 이격 배치될 수 있다. 구체적으로, 보조 관정(160)은 양수정(110)과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 양수정(110)보다 하류에 위치하여 오염된 지하수를 양수 및 배출할 수 있다. 그리고 양수정(110)은 오염물질(11) 근처에 배치되고, 보조 관정(160)은 양수정(110)보다 오염물질(11)로부터 먼 거리에 배치될 수 있다. 이 경우, 보조 관정(160)은 양수정(110)과 같이 양수 기능을 갖는 보조 양수정으로 형성되는 것이 좋다.
- [0114] 반대로, 도 13에 도시된 바와 같이 보조 관정(160)은 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 양수정(110)보다 상류에 위치할 수 있다. 다시 말하면, 보조 관정(160)은 오염물질(11) 근처에 배치되고, 양수정(110)은 보조 관정(160)보다 오염물질(11)로부터 먼 거리에 배치될 수도 있다. 이 경우, 보조 관정(160)은 양수정(110)의 전 단계의

오염 제거를 위한 것으로서, 후위에 양수정(110)이 배치되어 있으므로, 보조 관정(160)에는 양수 기능이 없더라도 무방하다. 즉, 지하수의 흐름 방향에 있어 보조 관정(160)이 양수정(110)보다 상류에 위치한 경우에는 양수정(110)의 양수력에 의해 지하수가 유입 및 배출된다.

- [0115] 한편, 도 14에 도시된 바와 같이, 보조 관정(160)이 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 양수정(110)보다 상류에 위치하며, 양수 기능을 가질 경우에는 보조 관정(160) 내부에 충전된 보조 필터부(161)가 양수정(110)에 구비된 필터부(120)와 상이한 반응성을 갖는 소재로 형성될 수 있다.
- [0116] 예를 들어, 양수정(110)에 구비된 필터부(120)가 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하도록 형성되면, 보조 필터부(161)는 무기물과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하도록 형성될 수 있다. 반대로 양수정(110)에 구비된 필터부(120)가 무기물과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하도록 형성되면, 보조 필터부(161)는 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하도록 형성될 수 있다.
- [0117] 이러한 보조 관정(160)의 배치는 주변 환경에 따라 달라질 수 있다. 보조 관정(160)은 1열 또는 그 이상의 열을 갖도록 구비될 수도 있다. 보조 관정(160)의 개수가 늘어날수록 오염물질(11)에 대한 제거 효율이 좋아지는 것은 하나, 설치 비용이 증가할 수 있으므로 지하수(10)의 오염도에 따라 적절히 보조 관정(160)의 개수를 배치시키는 것이 바람직하다.
- [0118] 도 15에 도시된 바와 같이, 보조 관정(160)은 제1 보조 관정(160a)과, 제2 보조 관정(160b)을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0119] 제1 보조 관정(160a)은 양수정(110)과 상호 이격되어 일렬로 배치되고, 지하수(10)의 흐름 방향에 있어 양수정(110)보다 하류에 위치할 수 있다. 그리고, 제1 보조 관정(160a)은 양수 기능을 갖도록 형성되어 오염된 지하수를 양수 및 배출하며, 양수정(110)과 동일한 반응성을 갖는 제1 보조 필터부(161a)가 내부에 충전될 수 있다.
- [0120] 제2 보조 관정(160b)은 양수정(110)과 상호 이격 배치되어 일렬로 배치되고, 양수정(110)과 제1 보조 관정(160a) 사이에 위치하여, 양수정(110)으로부터 배출된 지하수(10)를 제1 보조 관정(160a)의 양수력에 의해 유입 및 배출할 수 있다.
- [0121] 제2 보조 관정(160b) 내에는 제1 보조 관정(160a)의 제1 보조 필터부(161a)와 다른 반응성을 갖는 제2 보조 필터부(161b)가 충전될 수 있다. 일례로 제1 보조 필터부(161a)가 유기물과 반응하는 제1 반응성 소재를 포함하는 경우 제2 보조 필터부(161b)는 무기물과 반응하는 제2 반응성 소재를 포함하도록 형성될 수 있다.
- [0122] 한편, 제1 보조 관정(160a) 및 제2 보조 관정(160b)은 양수정(110)과 마찬가지로 양수 펌프(141) 및 양수관(140)을 구비하여 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급하도록 형성될 수 있으며, 양수는 하지 않고 오염된 지하수(10)만 정화하도록 형성될 수도 있다. 또한 제1 보조 관정(160a) 및 제2 보조 관정(160b) 중 어느 하나만 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급하도록 형성될 수도 있다.
- [0123] 예를 들어, 제1 보조 관정(160a)과 제2 보조 관정(160b) 중 제1 보조 관정(160a)만 양수 펌프(141)에 의하여 주입정(130)으로 정화된 지하수(10)를 공급하는 양수관으로 형성된 경우, 도 17에 도시된 바와 같이 제1 보조 관정(160a)의 둘레에는 복수의 유입 홀(60a)이 형성될 수 있다. 그리고, 제1 보조 관정(160a)의 내부에는 제1 보조 필터부(161a)로부터 정화된 지하수(10)를 주입정(130)으로 공급하기 위한 양수관(140)이 배치될 수 있다. 이처럼 주입정(130)이 양수정(110)뿐 아니라 제1 보조 관정(160a)으로부터 정화된 지하수(10)를 공급받음에 따라, 양수량이 증가하여 보다 빠르게 오염된 지하수(10)를 정화할 수 있게 된다.
- [0124] 그리고, 양수정(110) 및 제1 보조 관정(160a) 사이에 배치된 제2 보조 관정(160b)은 양수를 수행하지 않고 지하수(10)를 정화하는 역할만 할 수 있고, 도 18에 도시된 바와 같이 지하수(10)를 공급받아 정화하는 제2 보조 필터부(161b)만 구비할 뿐 양수관(140) 및 양수 펌프(141)를 필요로 하지는 않을 수 있다. 그리고, 필터부(120)를 통과한 지하수(10)를 외부로 배출하기 위하여, 제2 보조 관정(160b)의 둘레에는 복수의 유입 홀(60a) 및 배출 홀(60b)이 형성될 수 있다.
- [0125] 이러한 양수정(110) 및 제1 보조 관정(160a)에 의해 주변 지하수가 양수되므로, 제2 보조 관정(160b) 주변의 지하수는 제2 보조 관정(160b)의 유입 홀(60a)을 통하여 유입되고 제2 보조 필터부(161b)를 관통한 다음 배출 홀(60b)을 통하여 제2 보조 관정(160b) 외부로 배출되며, 이렇게 제2 보조 필터부(161b)에 의해 정화된 상태로 제2 보조 관정(160b)의 외부로 배출된 지하수는 양수정(110) 및 제1 보조 관정(160a) 가운데 적어도 하나에 의하여 양수되어 주입정(130)으로 유입될 수 있다.
- [0127] 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 양수정(110)으로 유입되는 지하수(10)의 오염도와 보조 관정

(160) 또는 주입정(130)으로부터 배출되어 정화된 지하수(10)의 오염도를 측정 및 비교하는 수처리 모니터링부(171)를 더 포함할 수 있다. 이에 따라, 수처리 모니터링부(171)를 통해 지하수(10)의 오염도를 확인할 수 있는 동시에 수처리 결과를 실시간으로 모니터링할 수 있으므로, 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)의 운용 시간을 결정할 수 있게 한다.

[0128] 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 양수정(110)으로 유입되는 지하수(10)의 오염도와 필터부(120)를 통과하여 양수정(110)으로부터 배출되는 지하수(10)의 오염도를 측정 및 비교하는 반응성 모니터링부(172)를 더 포함할 수 있다. 이에 따라, 반응성 모니터링부(172)를 통해 필터부(120)의 여과 효율을 확인할 수 있으므로, 필터부(120)를 적절한 시기에 교체할 수 있게 된다.

[0129] 또한, 필터부(120)의 반응성 소재에 따라 반응 부산물이 환경적으로 유해할 경우가 발생할 수 있는데, 반응성 모니터링부(172)를 통해 반응성 부산물을 모니터링함으로써 주변 생태 환경에 영향을 주는 것을 최소화할 수 있게 된다. 즉, 반응성 모니터링부(172)를 통해 필터부(120)의 반응성 소재에 의해 발생된 반응 부산물의 확인이 가능하므로, 지하 환경에서 반응성 소재의 안전성을 확인할 수 있게 된다.

[0130] 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 양수정(110)으로 유입되는 지하수(10)에 대한 시간당 양수량을 측정하는 양수량 모니터링부(173)를 더 포함할 수 있다. 이는 양수정(110)의 위치에 따라 양수량이 달라지는 것을 방지하기 위함이다. 즉, 지하 매질체가 자갈인 경우 투수성이 좋고, 지하 매질체가 모래인 경우 투수성이 낮아져 양수정(110)의 위치에 따라 양수량이 달라지게 되는 것이다.

[0131] 이에 따라, 양수량 모니터링부(173)를 이용하여 양수정(110)이 배치된 지하의 투수성에 따라 양수 펌프(141)의 압력을 다르게 설정하면, 각각의 양수정(110)으로 유입되는 양수량을 균일하게 유지할 수 있게 된다. 이때, 도 15에 도시된 바와 같이 양수정(110) 이외에 보조 관정(160)이 더 설치된 경우, 양수량 모니터링부(173)는 보조 관정(160)으로 유입되는 지하수(10)에 대한 시간당 양수량을 더 측정할 수 있다.

[0132] 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)은 양수정(110) 내부로 유입된 지하수(10) 수위를 실시간으로 측정하기 위한 수위 모니터링부(174)를 더 포함할 수 있다. 이는 지하수의 처리 및 오염 확산방지 시스템(100)의 운행 과정에서 양수정(110) 주변 지하 매질체의 투수성을 평가하고, 수투성의 변화를 감지하기 위함이다.

[0134] 도 18 내지 도 19은 지하수 흐름에 따른 양수정과 주입정의 배치의 또다른 예를 도시한 도면이다. 도 18 내지 도 19를 참조하여 양수정(110) 및 주입정(130)의 배치를 설명하면 다음과 같다.

[0135] 일례로 도 18에 도시된 바와 같이 오염물질(11)의 확산이 넓은 경우, 양수정(110) 및 주입정(130)은 오염된 지하수(10)의 진행 방향을 기준으로 양 측면에 설치될 수 있다. 구체적으로, 양수정(110)은 외측에 설치되고, 주입정(130)은 내측에 설치될 수 있다. 즉, 양수정(110)은 오염물질(11)과 근접하게 배치되고, 주입정(130)은 오염물질(11)과 멀게 배치될 수 있다.

[0136] 그러면 양수정(110)과 주입정(130) 사이에는 유도벽 형태의 수리적 경계(L)가 형성되어, 지하수(10)에 포함된 오염물질(11)이 지하수(10)의 진행방향으로 유도되어 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있게 된다. 이때, 하나 또는 그 이상으로 구비된 양수정(110) 및 주입정(130)을 지하수(10)의 진행방향에 설치하여 유도된 오염된 지하수(10)를 정화 할 수 있다.

[0137] 다른 예로써, 도 19에 도시된 바와 같이, 분자분산이 역학적 확산보다 우세한 경우, 지하수(10)의 흐름 방향에 관계없이 오염된 지하수(10) 주변에 양수정(110) 및 주입정(130)을 원형으로 설치할 수 있다. 그러면 양수정(110)과 주입정(130) 사이에는 원형의 수리적 경계(L)가 형성되어, 지하수(10)에 포함된 오염물질(11)이 주입정(130) 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0139] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

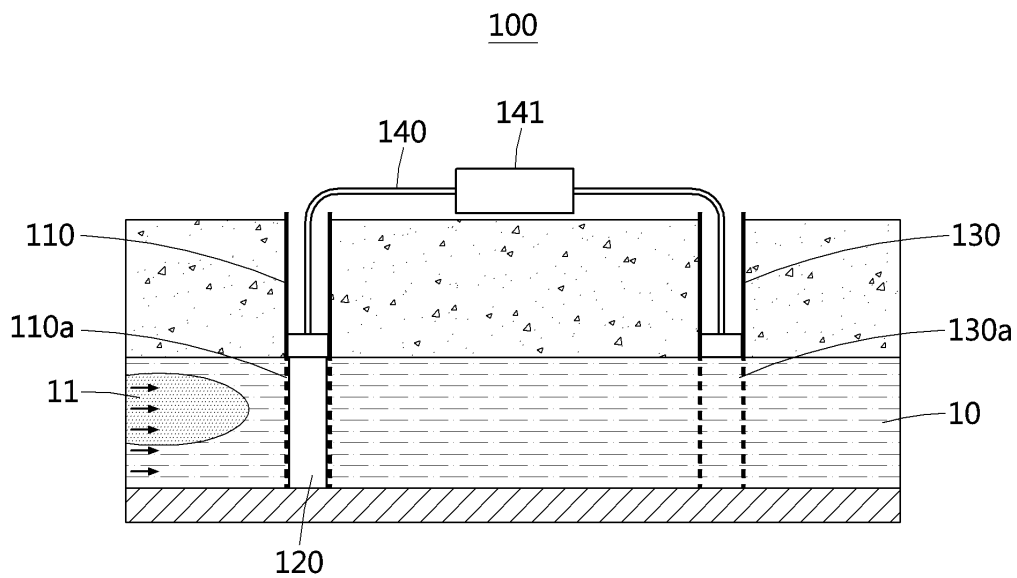
부호의 설명

- [0141] 110.. 양수정
- 120.. 필터부
- 121.. 제1 필터부

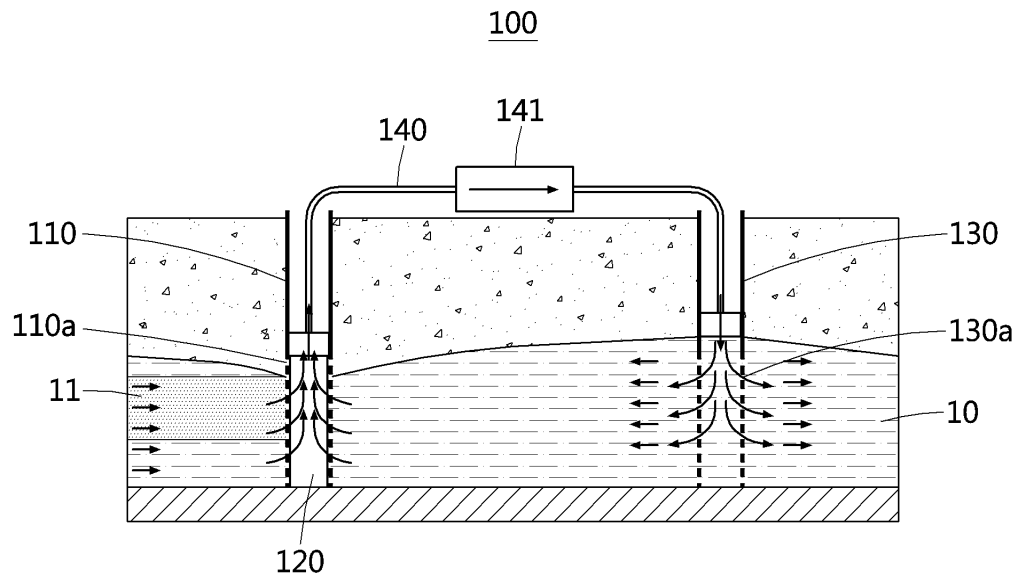
- 122.. 제2 필터부
- 130.. 주입정
- 140.. 양수관
- 141.. 양수 펌프
- 150.. 연결부재
- 160.. 보조 관정
- 160a.. 제1 보조 관정
- 160b.. 제2 보조 관정
- 161a.. 제1 보조 필터부
- 161b.. 제2 보조 필터부
- 171.. 수처리 모니터링부
- 172.. 반응성 모니터링부
- 173.. 양수량 모니터링부
- 174.. 수위 모니터링부

도면

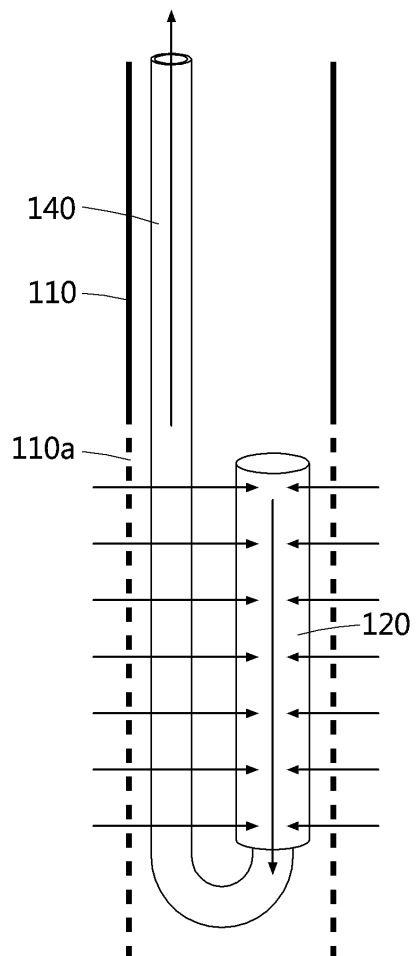
도면1



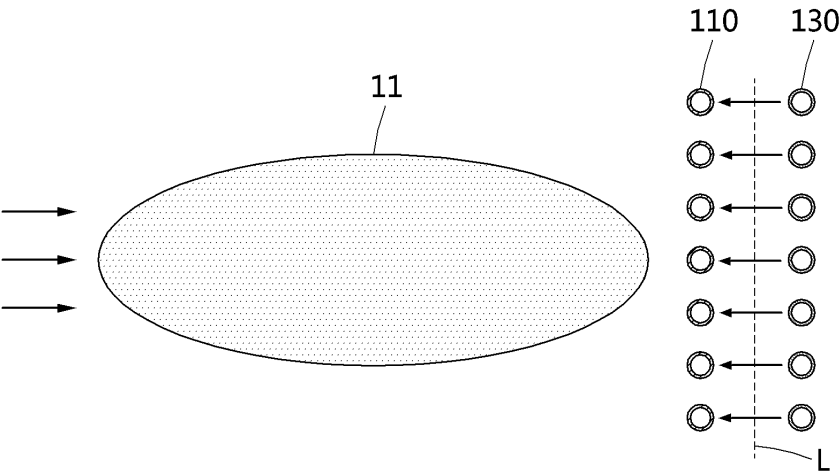
도면2



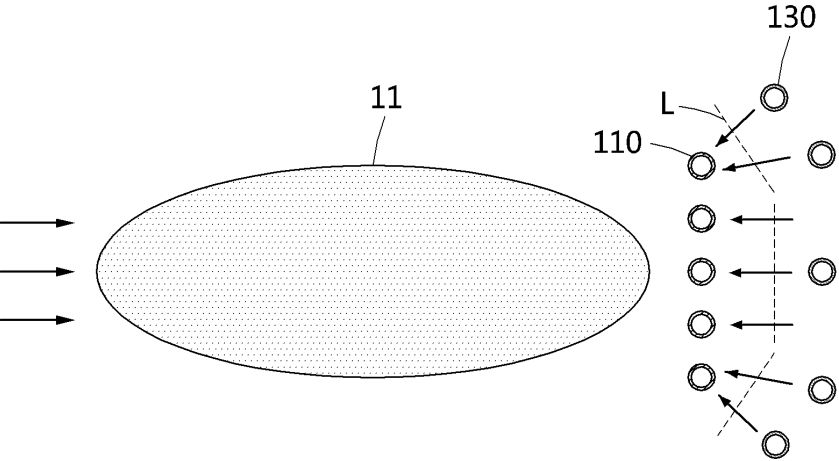
도면3



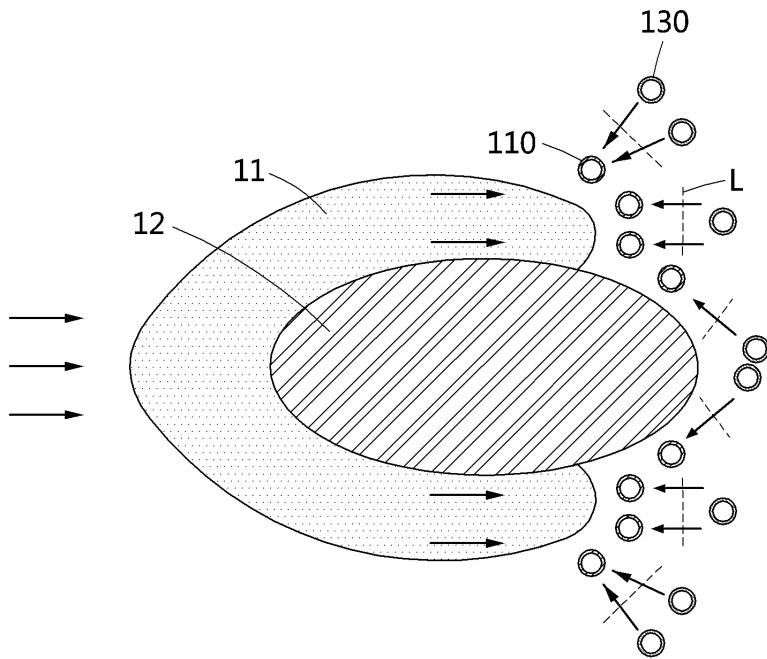
도면4



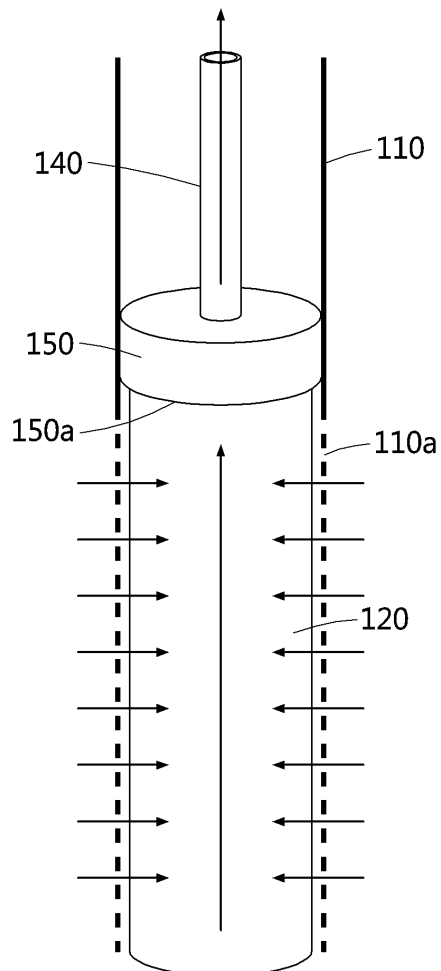
도면5



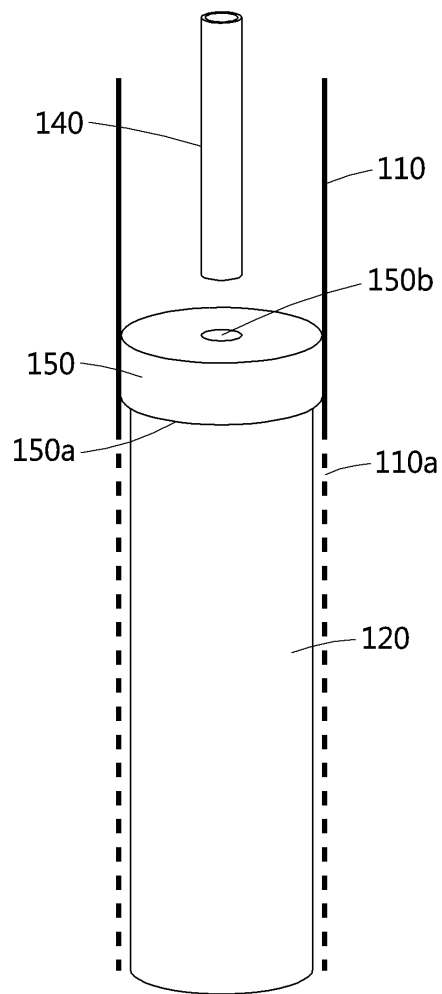
도면6



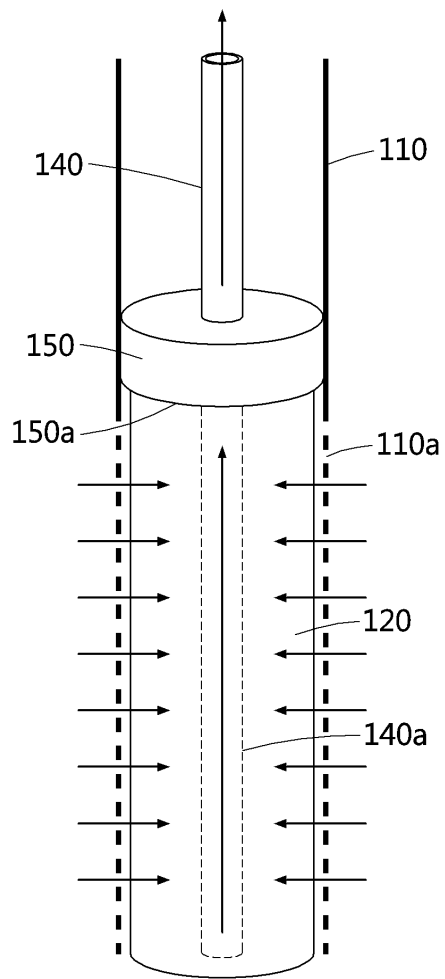
도면7



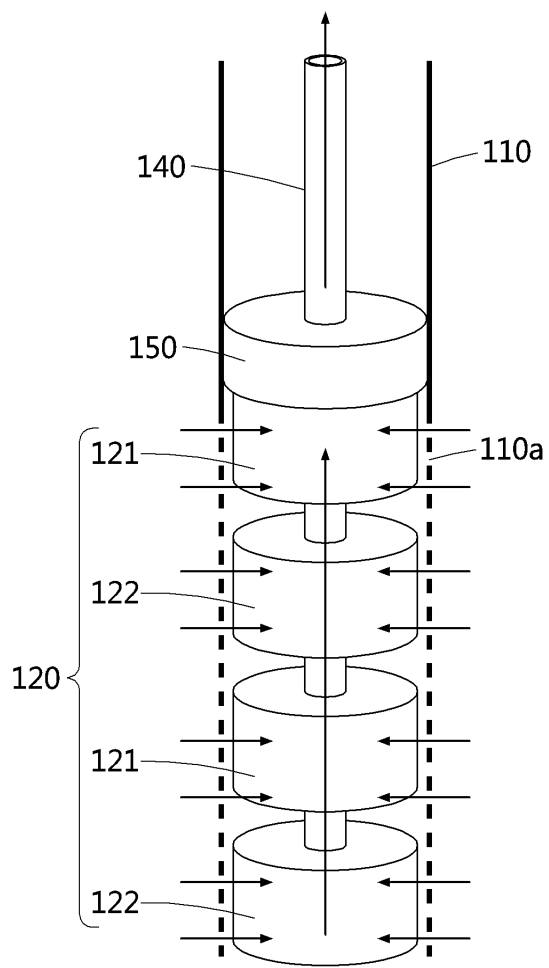
도면8



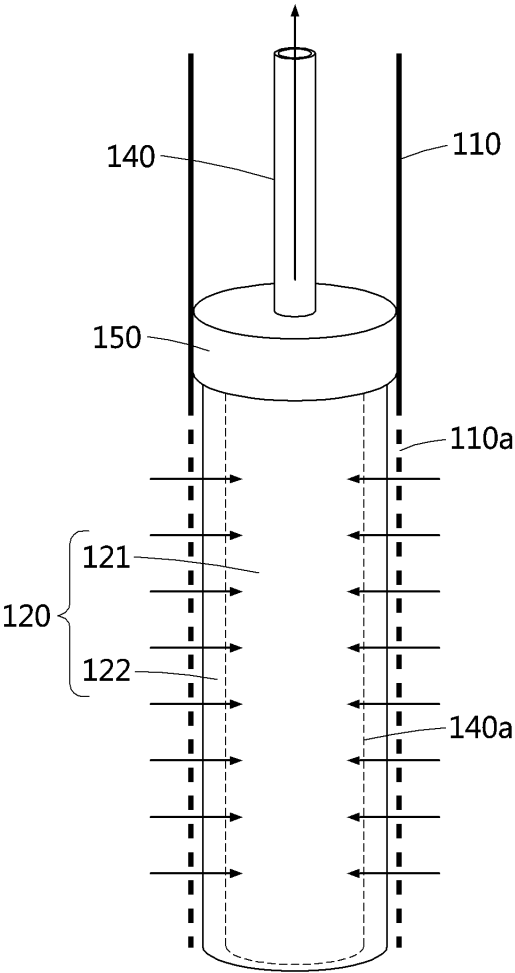
도면9



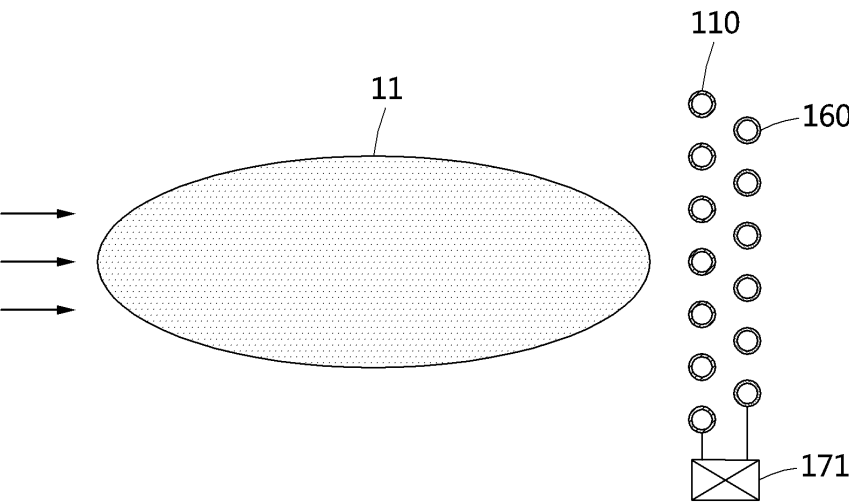
도면10



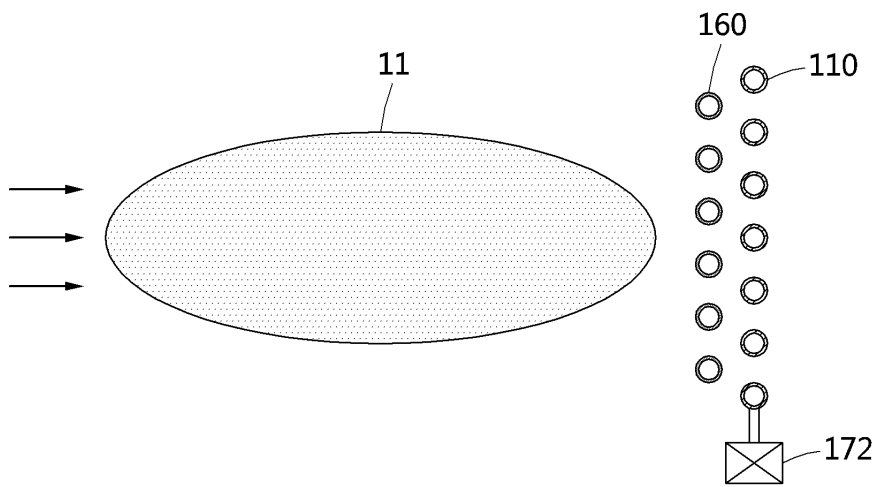
도면11



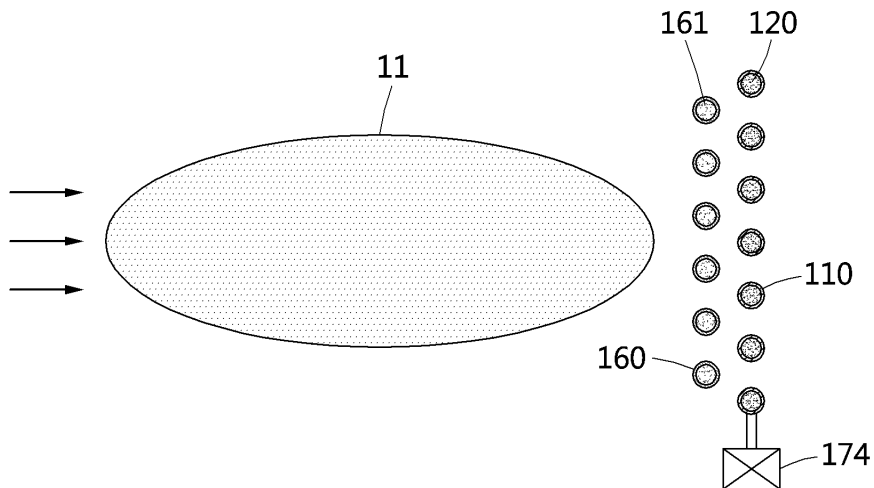
도면12



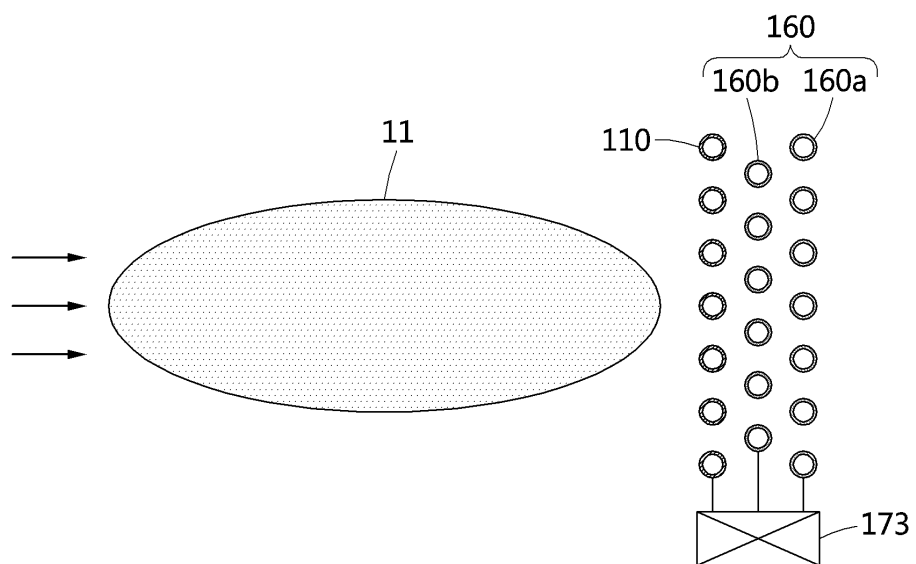
도면13



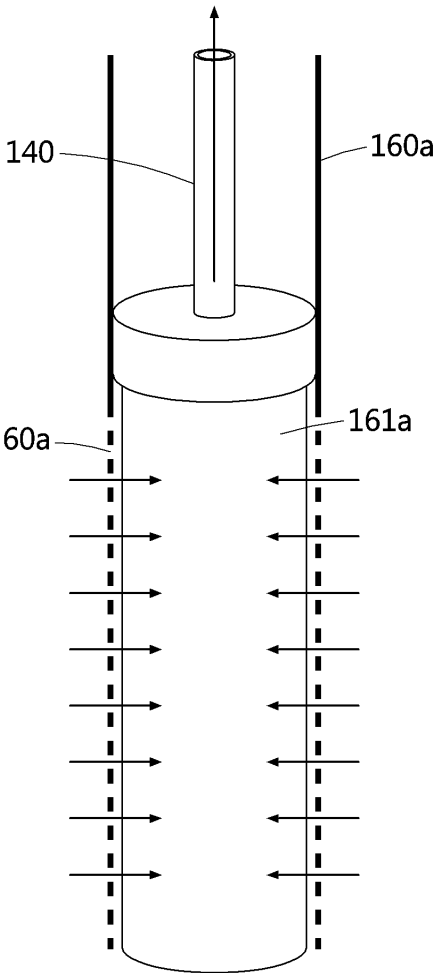
도면14



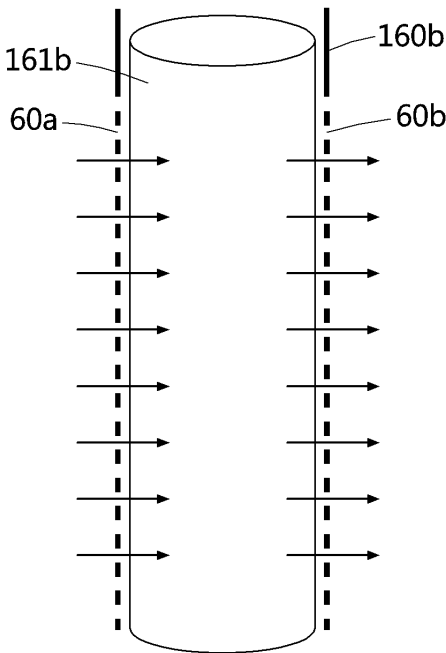
도면15



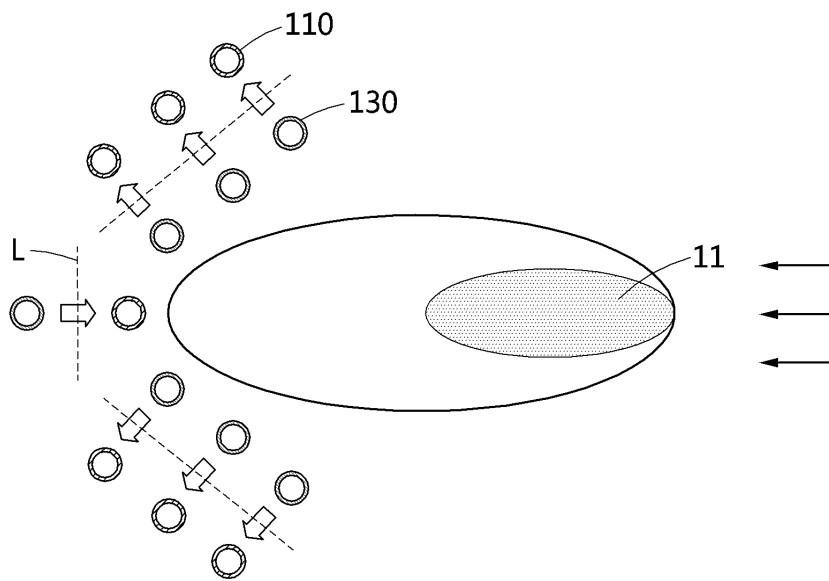
도면16



도면17



도면18



도면19

