



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월02일
(11) 등록번호 10-2061064
(24) 등록일자 2019년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E03B 3/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류
E03B 3/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0183787

(22) 출원일자 2017년12월29일

심사청구일자 2017년12월29일

(65) 공개번호 10-2019-0081336

(43) 공개일자 2019년07월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005081200 A*

KR1020110041707 A*

KR1020130021020 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교 산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

맹승규

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 광개
토관 625호

박세희

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 우정
당 211호

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

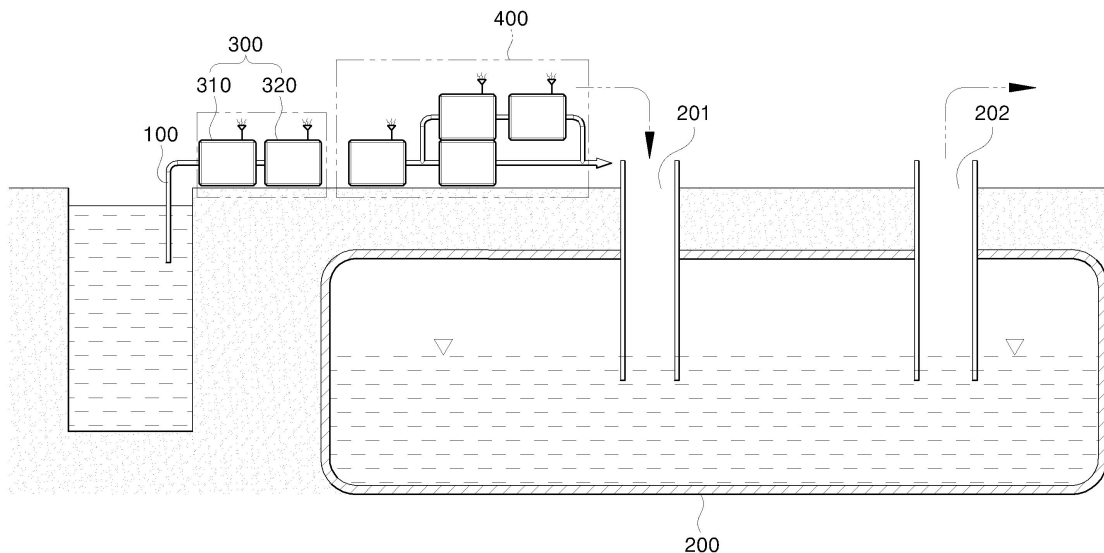
심사관 : 오정우

(54) 발명의 명칭 지하수 인공함양 시스템

(57) 요약

본 발명은 수원지의 원수를 일측에서 타측으로 안내하는 원수관로와, 지하의 대수층에 형성되고, 상기 원수관로의 타측과 유입구가 연결되며, 상기 유입구를 통해 지하로 유입된 원수를 해당기간 동안 함양하는 인공함양 지하호와, 상기 원수관로 상에 구비되어, 상기 인공함양 지하호로 유입되기 전의 원수에서 방향족 화합물을 검출하는 (뒷면에 계속)

대표도



방향족 화합물 검출부와, 상기 원수관로 상에 구비되어, 상기 원수를 과산화수소, 오존, 자외선으로 전처리하는 전처리부, 및 상기 방향족 화합물 검출부 및 전처리부와 전기적으로 연결되고, 상기 방향족 화합물 검출부에서 측정된 측정값으로 토대로 SUVA(specific UV absorbance)값을 산출하고, 그 산출된 SUVA값을 이용하여 상기 전처리부의 구동을 제어하여 원수를 전처리하는 제어부를 포함하여, 효과적인 지하저수지 운영 공정을 제시하여 지하저수지 운영 효율이 향상되고, 전처리를 통한 지하저수지 인공함양 내 수질 처리 효율이 향상되며, 전처리를 통한 지하저수지 인공함양 내 수질 처리 기간이 단축할 수 있는 지하수 인공함양 시스템을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615009552
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구
연구과제명	지하저수지 자정작용평가(AOC<50 μ g/L) 및 유지관리 기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2017.06.24 ~ 2018.06.23

명세서

청구범위

청구항 1

수원지의 원수를 일측에서 타측으로 안내하는 원수관로;

지하의 대수층에 형성되고, 상기 원수관로의 타측과 유입구가 연결되며, 상기 유입구를 통해 지하로 유입된 원수를 해당기간 동안 함양하는 인공함양 지하호;

상기 원수관로 상에 구비되어, 상기 원수를 과산화수소, 오존 및 자외선을 선택적으로 전처리하는 전처리부; 및 상기 전처리부의 구동을 제어하여 원수를 전처리하는 제어부를 포함하고,

상기 전처리부는

상기 원수관로와 유입구 사이에 구비되고, 원수가 유동하는 제1관로 및 제2관로로 분기하여 각각 안내하는 분기관로와;

상기 분기관로 중 제1관로 및 제2관로로 분기되는 분기지점에 각각 구비되어, 상기 제어부의 제어에 의해 선택적으로 어느 한 측의 관로가 개방되면 다른 한 측의 관로는 폐쇄되는 한 쌍의 수문과;

상기 분기관로 중 원수가 유입되는 유입단 측에 구비되어, 상기 분기관로를 유동하는 원수에 과산화수소를 주입하는 과산화수소주입수단과;

상기 분기관로의 제1관로 및 제2관로 중 어느 한 측의 관로에 구비되어, 관로를 유동하는 원수를 오존으로 처리하는 오존처리부와;

상기 분기관로의 제1관로 및 제2관로 중 다른 한 측의 관로에 구비되어, 관로를 유동하는 원수에 자외선을 조사하여 처리하는 자외선처리부를 포함하는 지하수 인공함양 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 원수관로 상에 구비되어, 상기 인공함양 지하호로 유입되기 전의 원수에서 방향족 화합물을 검출하는 방향족 화합물 검출부를 포함하는 지하수 인공함양 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 방향족 화합물 검출부는

상기 원수관로를 따라 유동하는 원수에서 DOC를 측정하는 DOC측정수단과;

상기 원수관로를 따라 유동하는 원수에서 UV₂₅₄를 측정하는 UV₂₅₄측정수단을 포함하는 지하수 인공함양 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제어부는

상기 방향족 화합물 검출부 및 전처리부와 전기적으로 연결되고, 상기 방향족 화합물 검출부에서 측정된 측정값으로 토대로 SUVA(specific UV absorbance)값을 산출하고, 그 산출된 SUVA값을 이용하여 상기 전처리부의 구동

을 제어하는 지하수 인공함양 시스템.

청구항 5

청구항 4항에 있어서,

상기 제어부는

상기 DOC측정수단과, UV₂₅₄측정수단에서 측정된 측정값을 아래의 [수학식1]에 대입되어 원수 속의 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값을 산출하는 지하수 인공함양 시스템.

[수학식1]

$$SUVA(L/mg \cdot m) = \frac{UV_{254}(cm^{-1})}{DOC(mg/L)} \times 100(cm/m)$$

여기서,

SUVA 값은 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수이고,

DOC는 DOC측정수단의 측정값이며,

UV₂₅₄는 UV₂₅₄측정수단의 측정값이다.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 오존처리부는

상기 원수가 유통하는 어느 한 측의 분기관로에 구비되고, 선택적으로 상기 분기관로를 유통하는 원수에 오존을 주입하는 오존주입수단과;

상기 분기관로에 구비되고, 주입된 오존이 확산되도록 유통하는 원수를 믹싱하는 믹서와;

상기 믹서의 후방에 구비되고, 오존과 믹싱된 원수 중 기체를 제거하는 탈기기가 포함되는 지하수 인공함양 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 자외선처리부는

상기 제어부의 제어에 의해 선택적으로 자외선을 조사하는 복수 개의 자외선램프들을 지그재그로 배치하여, 상기 자외선램프들 사이를 지나가는 원수의 유통에 와류발생되도록 한 지하수 인공함양 시스템.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

상기 제어부는

상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 3 이상일

경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 오존으로 전처리하고,

상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2~3인 경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 오존 또는 과산화수소와 자외선으로 전처리하며,

상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2 이하일 경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 자외선으로만 전처리하는 지하수 인공함양 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지하수 인공함양 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 수원지의 원수를 지하 대수층의 인공함양 저주조에 저장하여 일정기간 동안 함양할 시, 방향족 화합물 검출부를 통해 인공함양 저주조에 저장될 원수에서 SUVA(specific UV absorbance)값을 산출하고, 산출된 SUVA(specific UV absorbance)값을 토대로 원수를 과산화수소, 오존, 자외선으로 전처리하여, 전처리된 원수를 지하 대수층에서 일정기간 함양함에 따라 생물학적으로 안정성 기준을 만족하는 수자원 얻도록 한 지하수 인공함양 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 지하수 인공함양은 강수, 지하수 및 하수처리수의 여유 수자원을 관정, 인공 함양분지 및 습지, 수로, 지하댐, 우수 침투시설 등 인위적인 시설 또는 지표조건을 변경하여 강제로 지하로 침투시키거나, 불포화대 및 충적층의 투수성 및 정화능력을 이용하여 양질의 수자원을 확보하는 기술을 말한다.

[0003] 이러한 지하수 인공함양 기술은 함양방법에 따라서 직접함양과 간접함양으로 구분하는데, 직접함양은 협의의 인공함양기술을 의미하며 여유 수자원을 외부로부터 대수층으로 바로 주입하는 방법이고 간접함양은 대수층의 여과나 흡착의 물리적 특성 및 자정 작용의 생화학적 특성을 간접적으로 활용하는 방법이다.

[0004] 여기서 직접함양법은 하천이나 호소의 지표수 또는 지상 구조물의 지붕으로부터 포집한 강수를 관정을 통하여 직접 주입하는 관정주입 방식과, 함양분지나 수로, 도랑, 범람 등을 통하여 지하로 침투하게 하는 포수방식(spreading basin method)이 있다.

[0005] 관정 주입방식은 주입정이 주 대수층을 관통하는 습식형과 불포화대에 머무는 건식형이 있다.

[0006] 특히 주입과 회수를 동시에 수행할 수 있는 대수층 저장회수법(ASR; aquifer storage and recovery)과 대수층 저장이송회수법(ASTR; aquifer storage, transfer, and recovery)은 관정주입방식의 대표적인 예라 할 수 있다.

[0007] 간접함양법은 유도함양이라고도 하며 가장 대표적인 방법으로는 강변여과방식(river bank filtration)과, 지하댐(subsuredam or storage dam)처럼 대수층의 부분적 차수를 통한 저류 방식이 있다.

[0008] 인공함양의 목적은 크게 지하저장을 통한 수자원 확보, 지하수위회복, 지반침하방지, 지하수 염수화 방지, 대수층 축열이용, 수온조절 등의 물리적 분야와 관개용수 개선, 수질개선, 지하오염원 제어의 화학적 분야로 나눌 수 있다.

[0009] 풍수기에 지하수를 인위적으로 함양시켜 지하수위를 회복시킴으로써 과잉채수지역의 대수층 고갈을 막거나 갈수기의 부족한 수자원을 확보해주고, 해안 대수층의 염수 침입을 방지하고, 도심지역의 지반의 침하를 방지하기 위한 목적으로 인공함양은 이용될 수 있다.

[0010] 또한, 인공함양을 통해 연수화, 황화수소 감소, 부영양화 물질 및 세균 감소, 물리적 입자제거, 독성물질 제거 등의 수질개선 효과와 지하 오염원의 확산을 막거나 희석하여 오염저감 효과를 기대할 수 있다.

[0011] 그러나 기존에 운영되는 Rhine river 강변여과시설, Mesa 인공함양 지하저수지 등의 경우, 함양기간이 최소 50일에서 길게는 1년 가까이 기간이 요구되며, 국내에서 다량의 수원을 확보하기 위하여 적용하기에는 국토면적이 좁은 우리나라의 지리적 조건상 현실적인 어려움이 발생한다는 문제점이 있다.

[0012] 종래기술로는 등록특허 제10-1795430호(2017.11.02)에서는 지중에 매립된 저장탱크 및 이와 연결된 유공관으로 이루어진 함양 공급부를 이용함으로써, 공급용수의 취수 시간과 인공함양 시간 사이에 소정의 시간 지연(time lag)이 존재하도록 하고, 그에 따라 공급용수의 온도를 지하대수층의 지하수 온도에 맞춘 후에 인공함양에 이용할 수 있게 하여 지하수와 공급용수 간의 온도 차이로 인한 문제점을 해결할 뿐만 아니라, 공급용수의 취수 및 공급이 용이한 시기와 지하수의 인공함양이 필요한 시기 사이의 시기적인 불균형에도 불구하고 지속적이고 효율

적인 지하수 인공함양이 이루어질 수 있게 하는 새로운 구성의 "온도회복형 지하수 인공함양 장치 및 이를 이용한 지하수 인공함양 방법을 제공하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 과산화수소 및 오존, 자외선을 이용한 원수의 전처리를 통한 함양으로 함양 기간을 종래보다 줄일 수 있고, 원수에 포함된 유기물, 소독부산물 생성능, 잔류의약물질 등을 종래보다 짧은 시간 내에 저감할수 있고, 전처리된 지하수는 함양 초기에서 생물학적으로 분해가능한 유기물질들이 대다수 분해가 되며 함양이 장기화됨에 따라 무산소 조건 이후 상대적 난분해성 유기물질들의 분해도 진행되며, 방향족 화합물 검출을 통해 전처리를 제어함으로 생물학적 안정성 조건을 충족할 수 있는 지하수 인공함양 시스템을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명에 따른 지하수 인공함양 시스템은 수원지의 원수를 일측에서 타측으로 안내하는 원수관로와, 지하의 대수층에 형성되고, 상기 원수관로의 타측과 유입구가 연결되며, 상기 유입구를 통해 지하로 유입된 원수를 해당 기간 동안 함양하는 인공함양 지하호와, 상기 원수관로 상에 구비되어, 과산화수소, 오존 및 자외선을 상기 원수에 선택적으로 공급하여 원수를 전처리하는 전처리부, 및 상기 전처리부의 구동을 제어하여 원수를 전처리하는 제어부를 포함한다.

[0015] 이때 본 발명에 따른 지하수 인공함양 시스템은 상기 원수관로 상에 구비되어, 상기 인공함양 지하호로 유입되기 전의 원수에서 방향족 화합물을 검출하는 방향족 화합물 검출부를 포함한다.

[0016] 여기서 본 발명에 따른 상기 방향족 화합물 검출부는 상기 원수관로를 따라 유동하는 원수에서 DOC를 측정하는 DOC측정수단과, 상기 원수관로를 따라 유동하는 원수에서 UV₂₅₄를 측정하는 UV₂₅₄측정수단을 포함한다.

[0017] 그리고 본 발명에 따른 상기 제어부는 상기 방향족 화합물 검출부 및 전처리부와 전기적으로 연결되고, 상기 방향족 화합물 검출부에서 측정된 측정값으로 토대로 SUVA(specific UV absorbance)값을 산출하고, 그 산출된 SUVA값을 이용하여 상기 전처리부의 구동을 제어한다.

[0018] 이때 본 발명에 따른 상기 제어부는 상기 DOC측정수단과, UV₂₅₄측정수단에서 측정된 측정값을 아래의 [수학식1]에 대입되어 원수 속의 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값을 산출한다.

[0019] [수학식1]

$$SUVA(L/mg \cdot m) = \frac{UV_{254}(cm^{-1})}{DOC(mg/L)} \times 100(cm/m)$$

[0020] 여기서, SUVA 값은 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수이고, DOC는 DOC측정수단의 측정값이며, UV₂₅₄는 UV₂₅₄측정수단의 측정값이다.

[0022] 그리고 본 발명에 따른 상기 전처리부는 상기 원수관로와 유입구 사이에 구비되고, 원수가 유동하는 제1관로 및 제2관로로 분기하여 각각 안내하는 분기관로와, 상기 분기관로 중 제1관로 및 제2관로로 분기되는 분기지점에 각각 구비되어, 상기 제어부의 제어에 의해 선택적으로 어느 한 측의 관로가 개방되면 다른 한 측의 관로는 폐쇄되는 한 쌍의 수문과, 상기 분기관로 중 원수가 유입되는 유입단 측에 구비되어, 상기 분기관로를 유동하는 원수에 과산화수소를 주입하는 과산화수소주입수단과, 상기 분기관로의 제1관로 및 제2관로 중 어느 한 측의 관로에 구비되어, 관로를 유동하는 원수를 오존으로 처리하는 오존처리부와, 상기 분기관로의 제1관로 및 제2관로 중 다른 한 측의 관로에 구비되어, 관로를 유동하는 원수에 자외선을 조사하여 처리하는 자외선처리부를 포함한다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 상기 오존처리부는 상기 원수가 유동하는 어느 한 측의 분기관로에 구비되고, 선택적으로 상기 분기관로를 유동하는 원수에 오존을 주입하는 오존주입수단과, 상기 분기관로에 구비되고, 주입된 오존이 확산되도록 유동하는 원수를 믹싱하는 믹서와, 상기 믹서의 후방에 구비되고, 오존과 믹싱된 원수 중 기체를 제거하는 탈기기가 포함된다.

[0024] 그리고 본 발명에 따른 상기 자외선처리부는 상기 제어부의 제어에 의해 선택적으로 자외선을 조사하는 복수 개의 자외선램프들을 지그재그로 배치하여, 상기 자외선램프들 사이를 지나가는 원수의 유동에 와류발생되도록 한다.

[0025] 더불어 본 발명에 상기 제어부는 상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 3 이상일 경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 오존으로 전처리하고, 상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2~3인 경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 오존 또는 과산화수소와 자외선으로 전처리하며, 상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2 이하일 경우, 상기 전처리부에서 원수를 과산화수소와 자외선으로만 전처리한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템에 나타나는 효과는 다음과 같다.
- [0027] 첫째, 과산화수소 및 오존, 자외선을 이용한 원수의 전처리를 통한 함양으로 함양 기간을 종래보다 줄일 수 있고, 원수에 포함된 유기물, 소독부산물 생성능, 잔류의약품질 등을 종래보다 짧은 시간 내에 저감하는 효과를 가진다.
- [0028] 둘째, 전처리된 지하수는 함양 초기에서 생물학적으로 분해가능한 유기물질들이 대다수 분해가 되며 함양이 장기화됨에 따라 무산소 조건 이후 상대적 난분해성 유기물질들의 분해도 진행되는 효과를 가진다.
- [0029] 셋째, 방향족 화합물 검출을 통해 전처리를 제어함으로 생물학적 안정성 조건을 충족할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템을 간략하게 보인 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템의 전처리부를 간략하게 보인 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하저수지 함양 대수층을 모사한 모래 컬럼을 보인 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전처리 방법에 따른 용존 유기탄소(DOC)를 보인 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0032] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0033] 본 발명은 수원지의 원수를 지하 대수층의 인공함양 저주조에 저장하여 일정기간 동안 함양할 시, 방향족 화합물 검출부를 통해 인공함양 저주조에 저장될 원수에서 SUVA(specific UV absorbance)값을 산출하고, 산출된 SUVA(specific UV absorbance)값을 토대로 원수를 과산화수소, 오존, 자외선으로 전처리하여, 전처리된 원수를 지하 대수층에서 일정기간 함양함에 따라 생물학적으로 안정성 기준을 만족하는 수자원 얻도록 한 인공함양 시스템에 관한 것으로, 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.
- [0034] 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템은 원수관로(100), 인공함양 지하호(200), 방향족 화합물 검출부(300), 전처리부(400) 및 제어부(500)가 포함되는데, 먼저 상기 원수관로(100)는 상수도에서 사용되는 통상의 관체로 일측단이 수원지와 연결되어, 상기 수원지의 원수를 일측에서 타측으로 안내한다.
- [0035] 이때 상기 원수관로(100)의 타측단은 상기 인공함양 지하호(200)와 연결되는데, 상기 인공함양 지하호(200)는 지하의 대수층에 형성되고, 상기 원수관로(100)의 타측단과 유입구(201)가 연결되어, 상기 유입구(201)를 통해 지하로 원수를 유입하여 해당 일정기간 동안(약 30일) 함양한다.

- [0036] 그리고 상기 인공함양 지하호(200)는 그 유입구(201)가 형성된 일측에서 대향진 타측에는 유출구(202)가 형성되어, 상기 인공함양 지하호(200)에서 해당 일정기간 함양된 지하수를 유출하여 사용되도록 한다.
- [0037] 여기서 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템은 상기 원수관로(100) 상에 방향족 화합물 검출부(300)가 구비되어, 상기 인공함양 지하호(200)로 유입되기 전의 원수에서 방향족 화합물을 검출한다.
- [0038] 이때 상기 방향족 화합물 검출부(300)는 DOC측정수단(310)과, UV₂₅₄측정수단(320)이 포함되는데, 상기 DOC측정수단(310)은 상기 원수관로(100)를 따라 유동하는 원수에서 DOC를 측정하고, 상기 UV₂₅₄측정수단(320)은 상기 원수관로(100)를 따라 유동하는 원수에서 UV₂₅₄를 측정한다.
- [0039] 또한, 상기 원수관로(100) 상에는 전처리부(400)가 구비되는데, 상기 전처리부(400)는 상기 방향족 화합물 검출부(300)를 통해 검출된 측정값을 토대로 원수를 전처리한다.
- [0040] 이때 상기 전처리부(400)의 구동은 제어부(500)에 의해 그 구동이 제어되는데, 상기 제어부(500)는 상기 방향족 화합물 검출부(300) 및 전처리부(400)와 전기적으로 연결되고,
- [0041] 상기 방향족 화합물 검출부(300)에서 측정된 측정값으로 산출하여, 그 산출값을 토대로 상기 전처리부(400)의 구동이 제어되어 원수를 전처리한다.
- [0042] 이때 상기 제어부(500)는 상기 DOC측정수단(310)과, UV₂₅₄측정수단(320)에서 측정된 측정값을 아래의 [수학식1]에 대입하여 원수 속의 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값을 산출한다.

수학식 1

[0043]
$$SUVA(L/mg \cdot m) = \frac{UV_{254}(cm^{-1})}{DOC(mg/L)} \times 100(cm/m)$$

- [0044] 여기서, SUVA 값은 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수이고, DOC는 DOC측정수단의 측정값이며, UV₂₅₄는 UV₂₅₄측정수단의 측정값이다.
- [0045] 그리고 상기 제어부에 의해 제어되는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전처리부(400)를 보다 상세하게 살펴보면, 상기 전처리부(400)에는 상기 원수관로(100)의 타측단에 연결되어, 원수가 유동하는 관로를 제1관로(420) 및 제2관로(430)로 분기하여, 상기 제1관로(420) 및 제2관로(430)를 통해 원수를 각각 안내하는 분기관로(410)가 포함되고, 상기 분기관로(410) 중 제1관로(420) 및 제2관로(430)로 분기되는 분기지점에는 각각 수문(421, 431)이 구비되어, 상기 제어부(500)의 제어에 의해 한 쌍의 수문(421, 431)이 선택적으로 어느 한 측의 관로가 개방되면 다른 한 측의 관로는 폐쇄되도록 제어한다.
- [0046] 그리고 상기 분기관로(410) 중 원수가 유입되는 유입단 측에는 과산화수소주입수단(440)이 구비되는데, 상기 과산화수소주입수단(440)은 상기 분기관로(410)로 유입된 원수에 과산화수소를 상기 제어부(500)의 제어에 의해 선택적으로 주입한다.
- [0047] 상기 분기관로(410)의 제1관로(420) 및 제2관로(430) 중 어느 한 측의 관로에는 오존처리부(450)가 구비되는데, 상기 오존처리부(450)는 관로를 유동하는 원수를 선택적으로 오존 처리한다.
- [0048] 이때 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 오존처리부(450)는 오존주입수단(451)과, 믹서(452)와, 탈기기(453)가 포함되는데, 상기 오존주입수단(451)은 상기 분기관로(410)의 제1관로(420) 및 제2관로(430) 중 어느 한 측에 구비되고, 선택적으로 상기 분기관로(410) 중 구비된 어느 한 측을 유동하는 원수에 오존을 주입한다.
- [0049] 상기 믹서(452) 역시, 오존주입수단(451)이 구비된 상기 분기관로(410)의 제1관로(420) 및 제2관로(430) 중 어느 한 측의 관로에 구비되고, 상기 오존주입수단(451)에서 주입한 오존이 확산되도록 유동하는 원수를 믹싱한다.
- [0050] 그리고 상기 탈기기(453)는 상기 믹서(452)의 후방에 구비되어, 오존과 믹싱된 원수 중 기체를 제거한다.
- [0051] 본 발명에서는 상기 오존처리부(450)가 상기 분기관로(410)의 제1관로(420)에 구비된 상태로 도시하여 설명하나 이에 한정하지 않는다.

- [0052] 또한, 상기 오존처리부(450)가 구비된 상기 분기관로(410)의 제1관로(420) 및 제2관로(430) 중 어느 측의 대향 측인 다른 한 측의 관로에는 자외선처리부(460)가 구비되어, 다른 한 측의 관로를 유동하는 원수에 자외선을 조사하여 자외선 처리한다.
- [0053] 이때 상기 자외선처리부(460)는 상기 제어부(500)의 제어에 의해 자외선을 조사하는 자외선램프(461)를 지그재그로 배치하여 원수 유동 산에 와류가 발생되도록 한다.
- [0054] 따라서 상기한 본 발명의 일 실시 예에 따른 지하수 인공함양 시스템은 상기 제어부(500)는 상기한 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 3 이상일 경우, 상기 전처리부(400)에서 원수를 과산화수소와 오존으로 전처리한다.
- [0055] 이때 SUVA 값이 3 이상일 경우, 원수 속에 상대적으로 방향족 화합물이 많다고 판단되어, 상기 제어부(500)의 제어에 의해 상기 전처리부(400)의 분기관로(410) 유입단 측에 구비된 과산화수소주입수단(440)이 구동하여, 상기 분기관로(410)로 유입된 원수에 과산화수소가 주입된다.
- [0056] 그리고 상기 제1관로(420) 및 제2관로(430)로 분기되는 분기지점에 각각 구비된 한 쌍의 수문(421, 431) 중 상기 오존처리부(450)가 구비된 상기 제1관로(420)에 설치된 수문(421)이 개방되어 상기 분기관로(410)로 유입된 원수는 과산화수소가 주입된 후, 상기 제1관로(420)의 안내로 상기 오존처리부(450)를 통과하면서 오존주입 및 믹싱 후 탈기되어 인공함양 지하호(200)로 유입된다.
- [0057] 또한, 상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2~3인 경우, 상기 전처리부(400)에서 원수를 과산화수소와 오존 또는 과산화수소와 자외선으로 전처리한다.
- [0058] 이때 과산화수소와 자외선으로 전처리될 시, 상기 제어부(500)의 제어에 의해 상기 전처리부(400)의 분기관로(410) 유입단 측에 구비된 과산화수소주입수단(440)이 구동하여, 상기 분기관로(410)로 유입된 원수에 과산화수소가 주입된다.
- [0059] 그리고 상기 제1관로(420) 및 제2관로(430)로 분기되는 분기지점에 각각 구비된 한 쌍의 수문(421, 431) 중 상기 자외선처리부(460)가 구비된 상기 제2관로(430)에 설치된 수문(431)이 개방되어 상기 분기관로(410)로 유입된 원수는 과산화수소가 주입된 후, 상기 제2관로(430)의 안내로 상기 자외선처리부(460)를 통과하면서 자외선램프(461)에서 조사되는 자외선으로 전처리되어 인공함양 지하호(200)로 유입된다.
- [0060] 또한, 상기 [수학식 1]에 의해 원수 속에 포함된 상대적인 방향족 화합물을 나타내는 지수인 SUVA 값이 2 이하일 경우, 상기 전처리부(400)에서 원수를 과산화수소와 자외선으로만 전처리한다.
- [0061] 따라서 본 발명의 일 실시 예에 따른 효과적인 지하저수지 운영 공정을 제시하여 지하저수지 운영 효율이 향상되고, 전처리를 통한 지하저수지 인공함양 내 수질 처리 효율이 향상되며, 전처리를 통한 지하저수지 인공함양 내 수질 처리 기간이 단축되는 효과를 가진다.
- [0062] 다음의 실험을 통해 본 발명의 수질 개선 능력을 평가하였다.
- [0063] 도 3에 도시한 바와 같이 지하저수지 함양 대수층을 모사하여 모래 컬럼을 설치하였으며, 모래 컬럼을 이용하여 하천수, 하천수 + 오존처리수, 하천수 + 오존 + 과산화수소처리수 총 3가지 수원에 따른 원수 수질 특성 실험을 진행하였다.
- [0064] 수질 특성 이후 두 가지 전처리 과정 이후 지하저수지 모사 컬럼 내 함양 기간에 따른 수질 개선 능력을 평가하였다.
- [0065] 도 4를 참조한 전처리 방법에 따른 용존 유기탄소(DOC) 결과를 보면, 하천수 대비 오존 처리수에서는 5.3%, 오존 + 과산화수소 처리수에서는 13%의 산화반응에 의한 저감이 발생하는 것을 확인하였다.
- [0066] 그리고 도 5를 참조한 전처리 이후 함양기간에 따른 용존 유기탄소(DOC) 결과를 보면, 함양기간 5일 기준으로 하여, 용존 유기탄소(DOC)가 오존 처리수에서는 55% 이상 저감되며, 오존 + 과산화수소 처리수에서는 45% 저감되어 오존 처리 이후 지하저수지 내에서 더 효과적인 것을 확인할 수 있었다.
- [0067] 도 6을 참조한 전처리 이후 함양기간에 따른 동화가능 유기탄소(assimilable organic carbon, AOC) 결과를 보면, 함양기간 30일 기준으로 오존 처리수가 90% 저감되고, 오존 + 과산화수소 처리수가 80% 저감되는 것을 확인하였다.
- [0068] 동화가능 유기탄소(AOC)는 미생물의 성장에 기여가 되는 유기물질이기 때문에 해외에서 규제가 되는 수질항목이

다.

[0069] 외국에서 제시가 되는 규제기준에 맞추어 함양기간에 따른 동화가능 유기탄소(AOC) 결과를 보면, 오존 처리수에 서는 함양기간 30일 기준으로 동화가능 유기탄소(AOC) 농도가 47 μ g/L으로 미국 및 일본 정수 시스템에서 제시하 는 규제기준이 50 μ g/L 이하를 만족하여 생물학적으로 아주 안정적인 상태가 되는 것을 확인할 수 있었다.

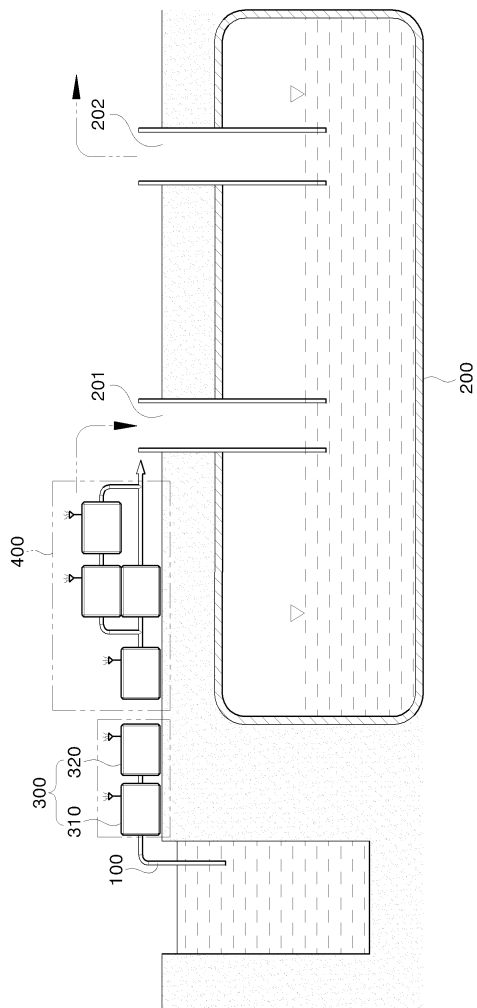
[0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

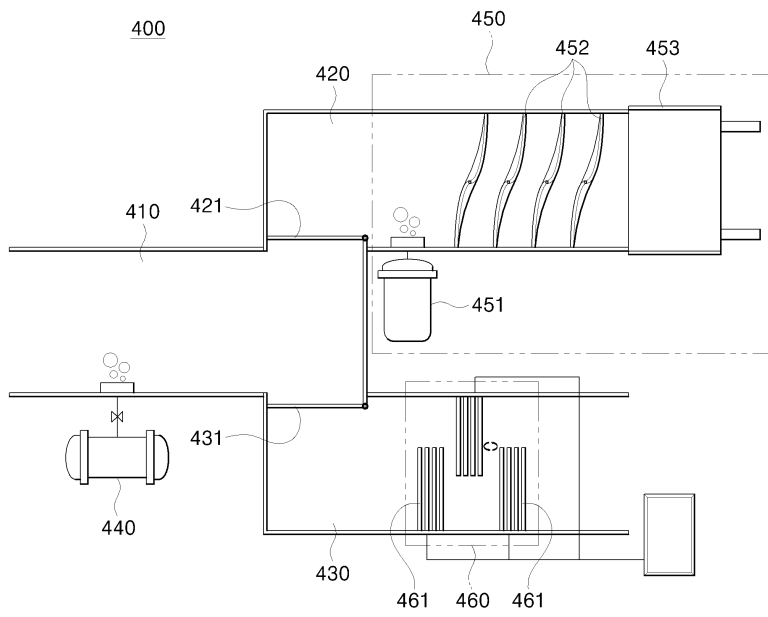
- | | | |
|--------|-----------------------------|---------------|
| [0071] | 100: 원수관로 | 200: 인공함양 지하호 |
| | 201: 유입구 | 202: 유출구 |
| | 300: 방향족 화합물 검출부 | 310: DOC측정수단 |
| | 320: UV ₂₅₄ 측정수단 | 400: 전처리부 |
| | 410: 분기관로 | 420: 제1관로 |
| | 421, 431: 한 쌍의 수문 | 430: 제2관로 |
| | 440: 과산화수소주입수단 | 450: 오존처리부 |
| | 451: 오존주입수단 | 452: 믹서 |
| | 453: 탈기기 | 460: 자외선처리부 |
| | 461: 자외선램프 | 500: 제어부 |

도면

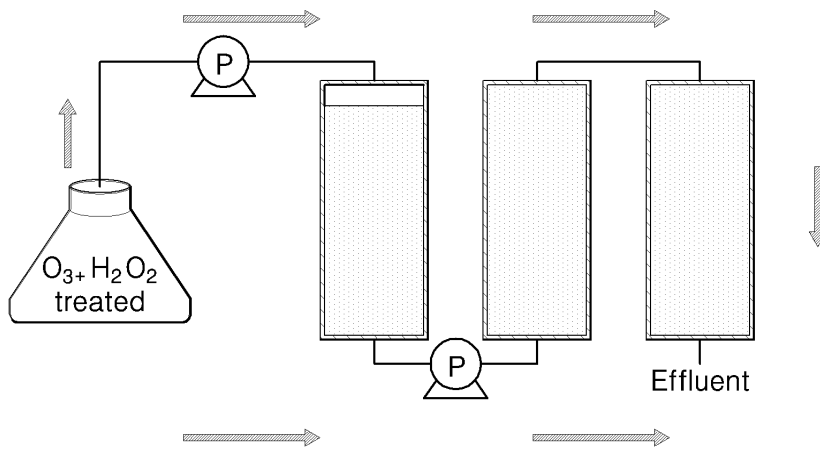
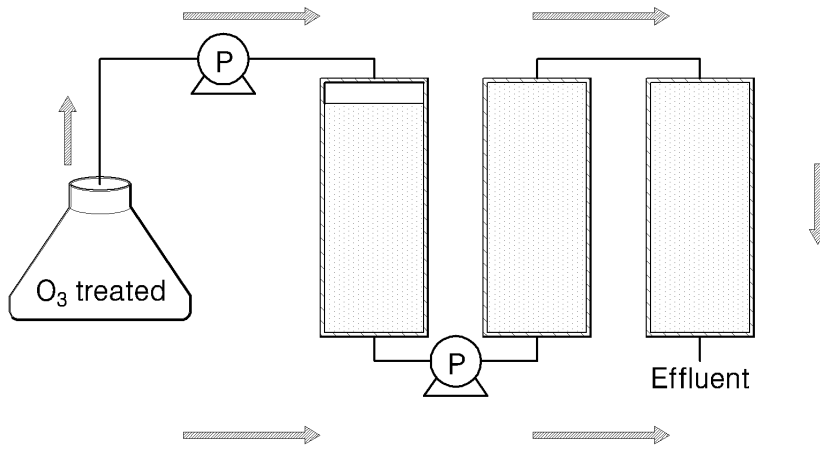
도면1



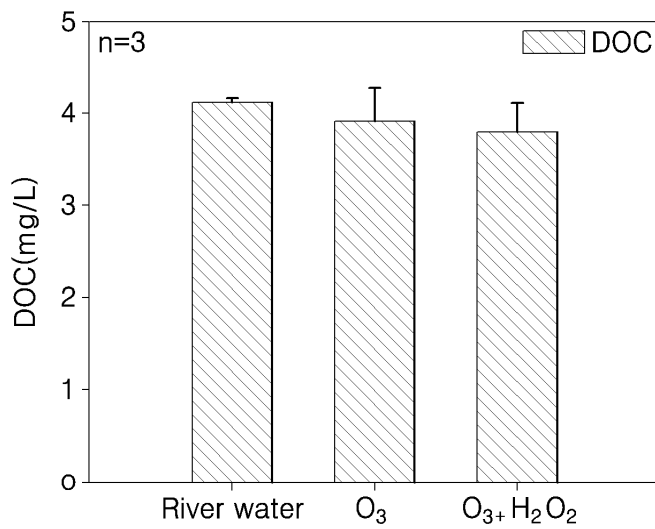
도면2



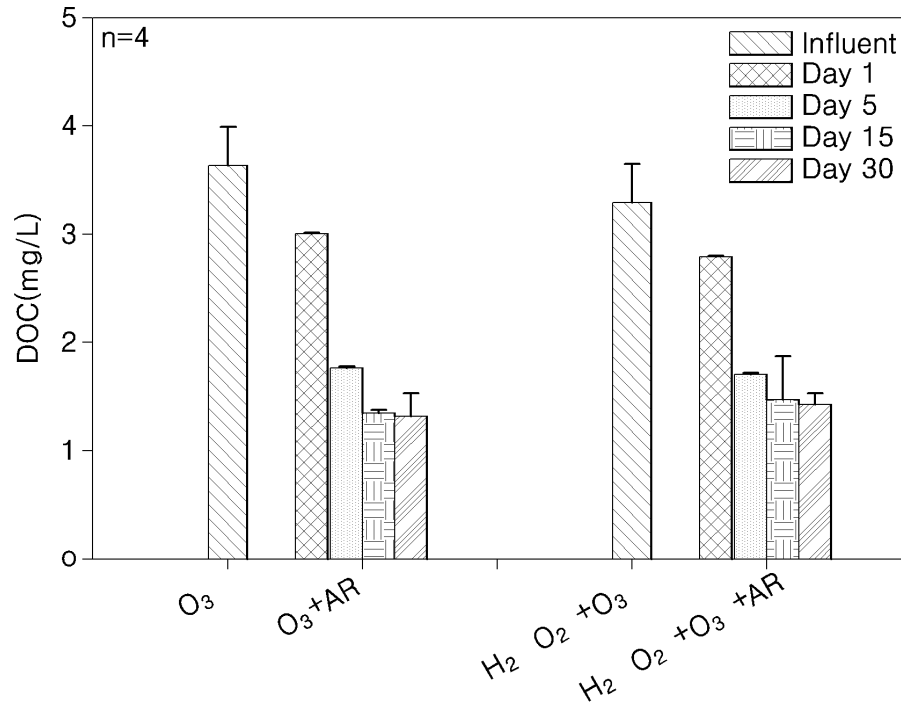
도면3



도면4



도면5



도면6

