



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0118415
(43) 공개일자 2010년11월05일

(51) Int. Cl.

C02F 3/32 (2006.01) *C02F 1/00* (2006.01)

C02F 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0037251

(22) 출원일자 2009년04월28일

심사청구일자 2009년04월28일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내

(72) 발명자

성기준

부산광역시 남구 용호1동 LG메트로시티4차아파트
208동 1802호

이석모

부산광역시 남구 용호1동 LG메트로시티1차 119동
1001호

(뒷면에 계속)

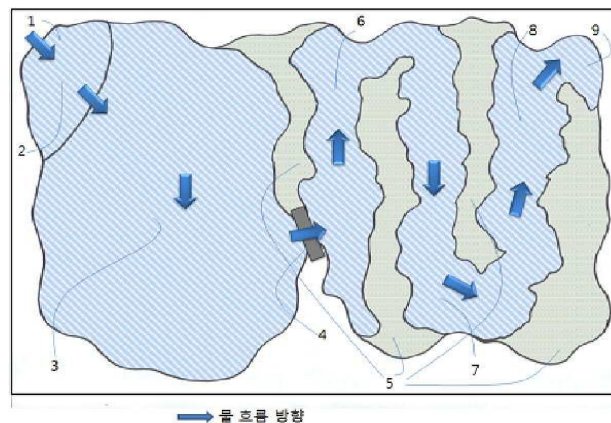
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 침수식물 우점의 저류형습지, 다단식생수로와 사이퍼닝 시스템을 이용한 비점원오염물질 처리시스템

(57) 요약

본 발명은 하천이나 호소에 유입되는 비점원오염물질을 처리하여 하천이나 호소 수질을 개선에 기여할 수 있는 습지시스템에 관한 것이다. 더 상세하게는 우리나라의 비점원오염물질 유출특성에 적합한 자연습지의 형태와 기능을 참조로 조성된 침수식물 우점의 저류형습지를 이용하여 습지의 생지화학적 기작에 의하여 오염물질을 1차 처리하고 이후 다단 식생수로를 이용하여 오염물질을 2차 처리하여 유기물질과 질소 및 인과 같은 영양물질을 제거할 수 있도록 한 것으로, 특히 비강우시에는 저류형 습지 하층의 오염농도가 높은 심층수를 식생수로로 사이퍼닝하여 식물정화를 통하여 처리하도록 하는 사이퍼닝시스템을 이용한 생태공학적 습지시스템이라 할 수 있다. 본 발명품의 구성은 침수식물 우점의 저류형습지시스템과 이후 유출수를 식물정화기작으로 처리하기 위한 다단식생수로, 그리고 비강우시 습지내 고농도 심층수를 처리하기 위한 사이퍼닝 시스템으로 이루어진다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

강대석

부산광역시 남구 용호동 GS 하이츠 자이 306동 604호

정용현

부산광역시 해운대구 우동 974 경남마리나 105동 1308호

박소영

부산광역시 남구 용호1동 LG메트로시티4차아파트 208동 1802호

김영운

부산광역시 금정구 구서2동 1016-32번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M-02-20070201171130

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 생태 복원 및 조성 기술 개발

기여율

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2008년 5월 1일 ~ 2009년 4월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

침수식물우점의 저류형 습지의 구조와 적용식물: 침수식물 우점 저류형습지로 전체 면적의 45% 미만을 수심이 0-0.5m로 하며 55% 이상은 침수식물만이 가능하도록 0.5m 이상으로 한다. 20-30%는 0.5-1.0 m, 30-20%는 1.0-20m의 구조로 하여 침수식물의 서식범위를 충분히 확보하며, 대상 침수식물은 성장이 빠르고 질소 인 함유량이 높은 붕어마름(*Ceratophyllum demersum*)과 검정말(*Hydrilla verticillata*)로 한다.

청구항 2

다단식생수로의 구조와 적용식물: 저류형습지와 연결된 다단 식생수로로 폭은 2-4m내외로 하며, 곡선형으로 주어진 공간에서 최대한 체류시간을 확보한다. 이를 3단 이상 설치하여 식생수로의 수위변동에 따라 각각 다른 정수식물을 식재하도록 한다. 대상 정수식물은 수위에 따라 서식환경이 다른 부들(*Typha orientalis*), 갈대(*Phragmites communis*) 및 고랭이(*Scirpus tabernaemontani*)로 한다.

청구항 3

심층수 사이퍼닝시스템: 비강우시 저류형습지에 상대적으로 오염농도가 높을 수 있는 심층수를 사이퍼닝하여 식생수로로 흘려보내춤으로써 식생수로의 수문조건을 조절하며, 식물에 수분을 공급하고 오염물질 또한 처리할 수 있도록 하는 시스템이다.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 하천이나 호소에 유입되는 비점원오염물질을 처리하여 하천이나 호소 수질을 개선에 기여할 수 있는 습지시스템에 관한 것이다. 더 상세하게는 우리나라의 비점원오염물질 유출특성에 적합한 자연습지의 형태와 기능을 참조로 하여 조성된 침수식물 우점의 저류형습지를 이용하여 습지의 생지화학적 기작에 의하여 오염물질을 1차 처리하고 이후 다단 식생수로를 이용하여 오염물질을 2차 처리하여 유기물질과 질소 및 인과 같은 영양물질을 제거할 수 있도록 한 것으로, 특히 비강우시에는 저류형 습지 하층의 오염농도가 높은 심층수를 식생수로로 사이퍼닝하여 식물정화를 통하여 처리하도록 하는 사이퍼닝시스템을 이용한 생태공학적 습지시스템이라 할 수 있다.

배경기술

[0002] 1970년대부터 미국에서 자연습지를 이용한 폐수의 처리가 시도된 이래, 영양물질이나 중금속 등을 함유한 하폐수나 오염된 물을 처리하는데 사용되어온 인공습지는 크게 수위에 따라 지표흐름형과 지하흐름형 및 부유식물형으로 나눌 수 있으며, 이들을 연속으로 연결하여 사용하게 된다.

[0003] 인공습지를 이용한 점,비점오염원 처리용 인공습지 시스템으로는 특허1004449720000와 같이 침강저류지와 침강저류지로부터 방류되는 상등수를 처리하기 위한 1차 습지와 다시 이를 처리하기 위한 2차 연못 등으로 이루어져 있는 것이 있다. 이런 종래의 시스템은 깊은 습지와 낮은 습지가 분리되어 사용되어 있어 공간을 많이 필요로 하며, 고형물이 처리된 상등수를 방류하는 시스템으로 이루어져 있어, 습지내에 오염물질이 축적될 가능성이 매우 높아 지속적인 관리가 필요하다. 습지에서 처리하고자 하는 비점원 오염물질 중 질소의 경우 탈질에 의한 제거가 60-70%로 질소 제거의 대부분을 차지하며, 나머지를 식물에 의한 흡수로 제거하게 되며, 제거되지 않은 질

소는 습지를 거쳤다고 하여도 질산성 질소 상태로 하천이나 호소에 유입되게 된다. 깊은 습지의 경우 식생이 없으므로 식생에 의한 생지화학적 기작에 의한 오염물질의 제거는 미비하다.

[0004] 또 다른 인공습지 형태는 특허2004177200000와 같이 오염수가 유입되면 상부에 수생식물과 설치된 미생물 접촉 여과제 및 포기장치로 처리한 후 처리된 물을 저류한 후 배출하도록 정수연못을 설치하여 오염수를 처리하는 시스템이 있는데, 이 역시 하폐수 처리장의 방류수를 지속적으로 처리하고 저류하기 위하여 많은 공간을 필요로 할 수 있으며, 일반적으로 제안된 시스템에서 사용되는 부유식물의 경우 처리의 문제가 발생할 수 있으며, 강우의 영향을 받아 유입되는 비점원오염물질의 처리에는 부적합하며, 미생물 접촉여과제의 경우 유기물의 제거에는 효과적일 수 있으나 일반적으로 인공습지가 질소와 인과 같은 영양물질의 제거를 목적으로 하는 3차 처리에 사용될 경우 정화효과는 낮을 수밖에 없다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 기존의 인공습지는 물리적인 침전이나 수생식물에 의한 영양물질 흡수를 이용하도록 고안되어 있어 습지 자체의 생지화학적(biogeochemistry)에 의한 제거 기작이 미약하여, 시간이 경과함에 따라 정화 효율이 낮아질 가능성이 높으며, 오염저질의 준설 등 습지관리가 지속적으로 필요하게 된다. 더구나 오염물질의 축적으로 인하여 습지의 수질이 악화될 경우 처리할 수 있는 시설이 없으므로, 습지의 기능이 지속적으로 악화될 수밖에 없다. 습지의 생지화학적 기작에 가장 큰 영향을 주는 요인은 수문으로 수심이나 침수기간에 따라 습지수체내 혹은 습지토양에서의 반응이 변하게 된다. 하지만 기존의 인공습지의 경우 이런 생지화학적 반응을 위한 수위조절은 시도되지 않은 실정이다.

과제 해결수단

[0006] 따라서 본 발명은 자연습지의 생지화학적 기작을 충분히 활용하여 초기 강우 유출에 의한 비점원오염물질을 처리할 수 있게 하기 위하여 자연습지 구조의 침수식물우점 저류형습지를 개발하여 오염물질을 제거할 수 있는 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다. 또한 저류형 습지와 다단의 식생수로를 연결하여 수위조절을 병행하여 처리 효율을 증진 시키며 특히 비강우시에는 심층수의 고오염수를 사이퍼닝하여 인접한 식생수로에서 영양물질을 제거할 수 있는 비점원 오염물질 처리시스템을 개발하는데 있다.

효 과

[0007] 침수식물 우점의 저류형 습지는 호기성-혐기성 조건의 변화를 주기적으로 가능하게 하여 질산화와 탈질반응에 의한 질소제거 효율을 극대화 할 수 있으며, 인의 경우에도 유입후 pH 변화에 의한 침전과 이후 혐기성조건에서의 용출된 인을 침수식물체로 흡수하여 제거함으로써 인의 제거 효율도 증가시킬 수 있다.

[0008] 아울러 저류형습지에 다단식생수로를 연결하고 3종류 이상의 정수식물을 이용하여 오염물질의 정화능을 극대화 할 수 있게 되었다. 비강우시에는 저류형습지의 오염심층수를 사이퍼닝하여 식생수로에 공급하므로 식생수로의 수문조건을 조절하여 침전이나 식물정화에 의한 오염물질 정화와 식물의 수분 공급을 동시에 가능하게 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0009] 1) 전체 시스템의 구성

[0010] 본 발명은 크게 습지의 생지화학적 기작을 최대한 활용할 수 있는 침수식물우점의 저류형습지와 강우시의 저오염 유출수와 비강우시의 오염심층수를 처리할 수 있는 다단 식생수로 및 저류형습지와 다단식생수로를 연결하는 웨어 및 사이퍼닝시스템으로 이루어져있다. 도 1은 본 발명의 전체 구성도(평면도)이고, 도 2는 습지시스템의 입면도이며, 도 3은 웨어와 사이퍼닝 시스템을 나타내는 본 발명의 일부 예시도이며, 도 4는 실제 자연습지의 구조를 참조로 하여 조성한 발명품을 보여준다. 습지에 유입된 강우시 초기 유출수는 침전조(1)를 지난 후 침수

식물 우점의 저류형습지(3)에 체류하며 생지화학적 기작에 의하여 영양물질이 제거되며, 이후 유출수가 웨어(4)를 통하여 다단식생수로(6-8)를 거쳐 다시 정화된 후 유출구(9)를 통하여 배출하게 된다. 비강우시에는 저류형습지의 심층수(19)를 사이퍼닝하여 다단식생수로로 흘려보내주어 오염수를 처리하게 된다.

[0011] 2)침수식물 우점습지시스템 (Submerged Aquatic Plants Dominant Wetland System)

[0012] 먼저 본 발명에 의하여 제안된 습지시스템은 이러한 생지화학적 기작을 최대화하기 위한 시스템이다.

[0013] 침수식물은 광합성을 수행하는 경엽부가 물 속에 완전히 잠겨있어, 수중생태계에서 물질생산과 영양소 순환에 직접적인 영향을 미치는데, 줄기, 잎, 뿌리를 통해서 산소를 방출하여 수체내에 용존산소의 변동에 영향을 준다. 도 5는 침수식물이 우점하고 있을 경우, 이로 인한 수체내의 용존산소 변화를 보여준다. 수체내 산소농도가 주기적으로 호기성과 혐기성으로 변동함을 알 수 있다. 습지에서의 영구적인 질소제거 기작인 탈질반응이 일어나기 위해서는 먼저 호기성 조건에서 질산화과정을 통하여 유기질소나 암모니아가 질산성 질소로 변환되어야 하며, 이후 혐기성 조건에서 질산성 질소가 질소가스로 변환하여 대기 중으로 방출되게 됨으로써 질소가 제거된다. 호기조건만이 지속된다거나 혐기조건만이 지속되면 이러한 탈질의 효과는 반감한다. 침수식물이 우점하고 있는 습지의 경우 호기성과 혐기성이 교대로 일어날 수 있으므로 이러한 질소 제거 기작을 향상시킬 수 있으며, 일부 질산성 질소는 식물체내에 흡수되어 제거되므로 다른 습지시스템에 비하여 질소제거능이 매우 높다. 인의 경우 혐기성 상태에서 용출되는데 이때 침수식물이 근권이나 줄기 등으로 흡수하여 제거할 수 있으므로 부유식물시스템보다 제거가 용이하다. 침수식물을 우점으로 하는 인공습지 시스템은 국내에서 아직 시도된 적이 없다. 본 발명의 적용식물은 국내의 자연습지에 널리 분포하며 질소와 인함유량이 크며, 수체내 산소공급량이 큰 것으로 조사된 검정말(11)과 붕어마름(12)이다.

[0014] 3) 자연습지 구조를 참조한 저류형 습지 (Nature Wetland Type Detention Wetland)

[0015] 둘째, 본 발명에 의하여 제안된 습지시스템은 우리나라 강우패턴을 잘 반영할 수 있도록 설계된 저류형습지이다.

[0016] 우리나라의 비점원 오염물질은 강우에 의하여 유입되게 되므로 강우 패턴에 영향을 받게 된다. 이는 여름철 강우가 집중될 때 많은 오염물질이 유입되게 되며, 갈수기인 겨울철의 경우 오염물질의 유입은 거의 없다. 강우시에도 초기 강우 시 30분 이내에 유입되는 초기 유출수에 다량의 오염물질이 유입되므로, 이 초기 유출수를 효과적으로 처리하는 것이 중요하다. 오염물질이 집중적으로 유입되는 여름철의 경우 식물의 성장이나 미생물의 활동이 가장 왕성한 시기이므로 이들 초기 유입수를 잘 저류하여 충분한 생지화학적 반응이 일어나도록 하는 것이 중요하다. 우리나라의 자연습지는 대부분 이러한 저류형 습지로 여름철에 유입되는 비점원 오염물질을 효과적으로 처리하고 있다(도6). 이러한 저류형습지의 구조는 강우시 전체 습지의 수심을 0.5m 이상으로 하여 충분한 침수식물의 서식공간을 제공하도록 하는 것으로 기존의 인공습지의 수심구조와 차이점을 갖는다. 바닥은 지하수 오염을 방지하기 위하여 차단막(18)을 설치하도록 한다.

[0017] 4) 고농도 심층수 처리를 위한 사이퍼닝시스템 (hyperlimnetic Siphoning System)

[0018] 비강우시 저류형 습지의 심층수는 오염물질이 축적될 수 있으므로, 이 심층수(19)를 사이퍼닝시스템(13)을 이용하여 식생수로(6-8)로 유입시켜 저류형습지의 기능이 악화되는 것을 방지하고, 식생수로에서 성장하는 정수식물에 수분을 공급하고 아울러 오염물질을 제거하도록 하는 시스템이다. 저류형습지의 심층수와 식생수를 연결하는 웨어를 파이프로 연결하여 농도가 높은 심층수를 식생수로로 배수하도록 한다. 이러한 사이퍼닝시스템을 이용한 인공습지의 심층수 처리시스템은 국내에서 처음으로 시도되는 것이다.

[0019] 5) 다단식생수로 (Multi vegetated Swale)

[0020] 저류형습지에 다단 식생수를 연결하여 비강우시에는 오염농도가 높은 심층수를 처리하도록 하며, 강우시에는 유출수를 처리하도록 하여 침전과 식물흡수 기작을 통해 오염물질을 제거하도록 한다. 기존의 식생수로와 다른 점은 수위조건이 다른 세가지 식물을 연속하여 식재하며 단계별로 점차 수위를 낮추어 주어 침전과 식물흡수기작을 최대화하도록 설계한다는 것과, 1차처리수 뿐만이 아니라 영양물질의 농도가 높은 심층수를 처리하도록 하

는 것이 큰 차이점이다. 첫번째 식생수로에는 부들(*Typha orientalis*)을, 두번째 식생수로는 고랭이(*Scirpus tabernaemontani*)를 마지막 식생수로는 갈대(*Phragmites communis*)를 식재한다. 이들 정수식물이 서식환경 특히 수심별 서식환경의 차이를 갖게 수문을 조절하는데, 부들조에서 마지막 갈대조로 갈수록 수심을 깊게 조절하여 정수식물수로에서도 수심변화에 의한 호기성 및 혐기성 환경을 조성하여 질소제거능과 인흡수능을 증대시킬 수 있도록 조성하도록 한다. 이렇게 다단식생수로(6-8)를 통과한 처리수는 유출구(9)를 통하여 최종적으로 배출되게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 발명의 구성 예시도

도 2는 본 발명에 의한 저류형습지 단면도

도 3은 본 발명에 의한 사이퍼닝시스템 구성 단면도

도 4는 실제 운영되고 있는 발명품의 사진

도 5 침수식물이 수체내 용존산소농도에 미치는 영향 실험 결과

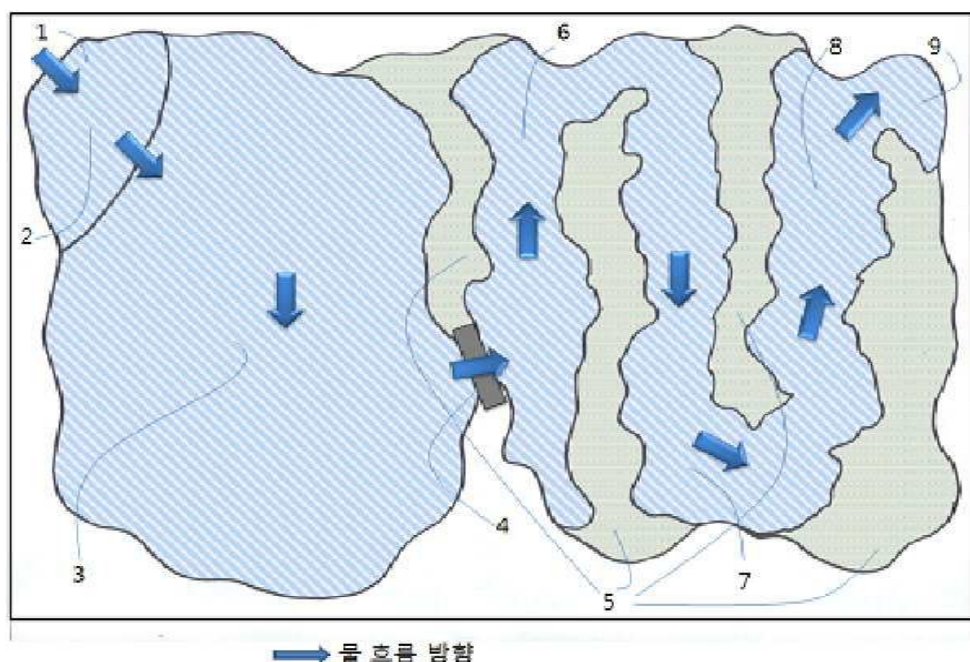
도 6 자연습지의 오염물질 정화능조사 결과

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

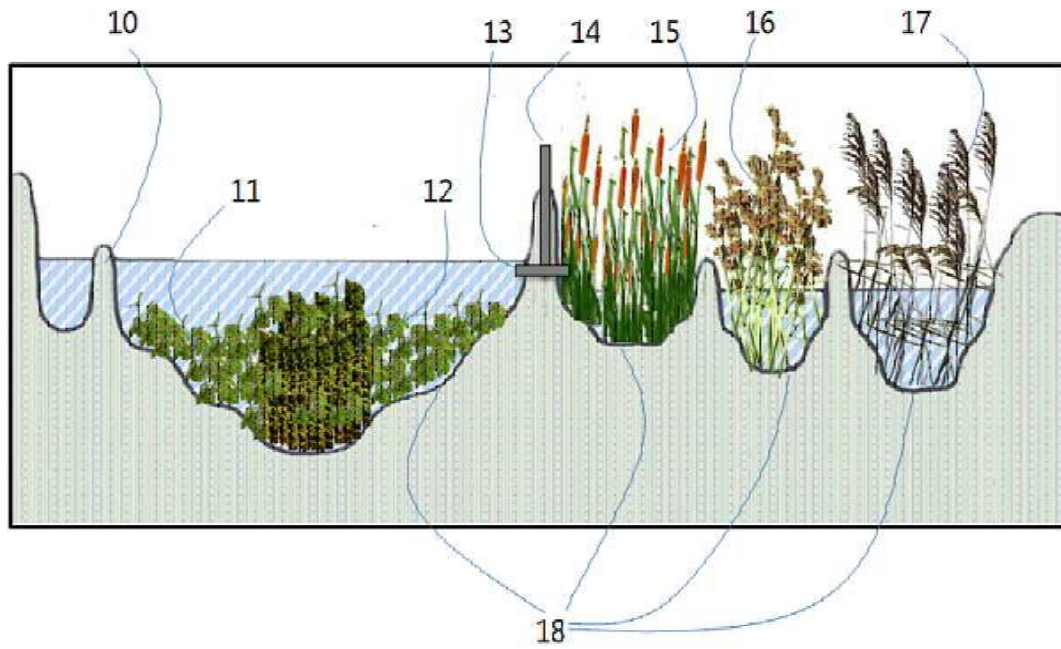
- | | | |
|-------------------|------------------|-------------------|
| 1. 유입구 | 2. 침강조 | 3. 저류형습지 (침수식물우점) |
| 4. 웨어1 | 5. 제방 | 6. 식생수로1 (부들수로) |
| 7. 식생수로 2 (고랭이수로) | 8. 식생수로 3 (갈대수로) | |
| 9. 유출구 | 10. 웨어 | 11. 검정말 |
| 12. 붕어마름 | 13. 사이퍼닝시스템 | 14. 웨어2 |
| 15. 부들수로 | 16. 고랭이수로 | 17. 갈대수로 |
| 18. 차수막 | 19. 오염심층수 | |

도면

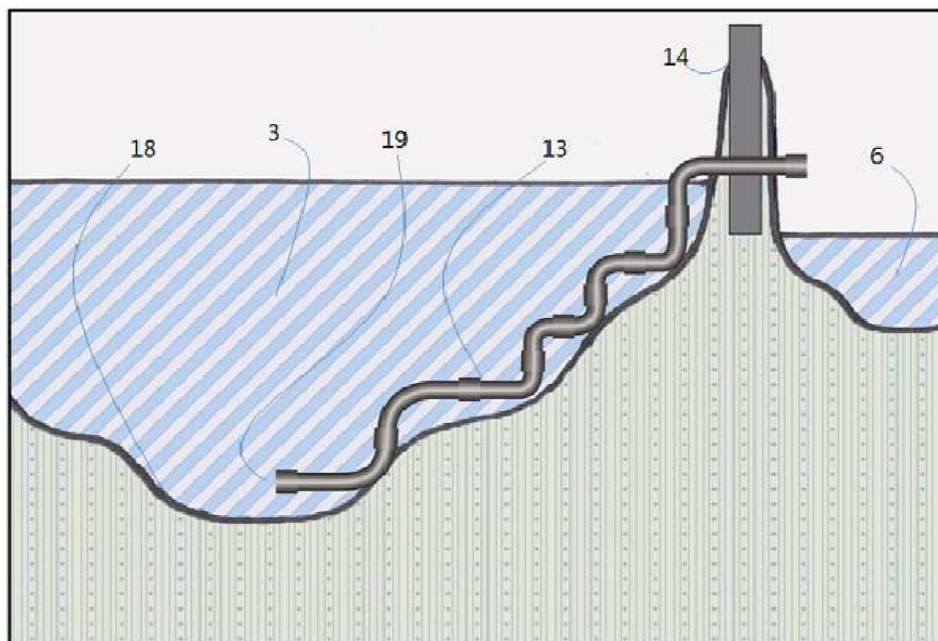
도면1



도면2



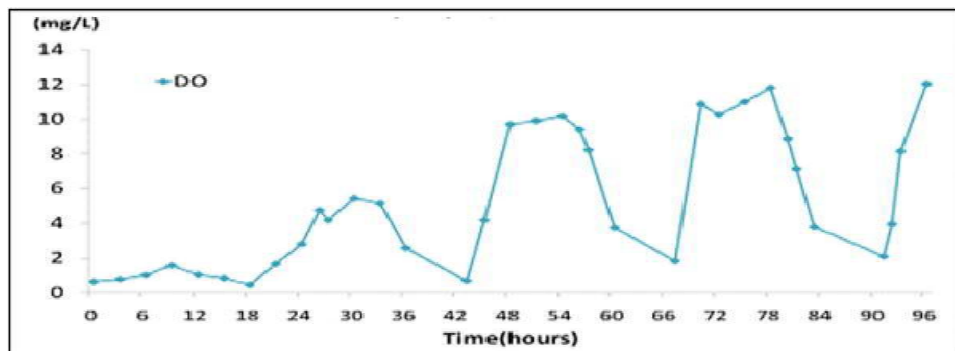
도면3



도면4



도면5



도면6

