



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월11일
(11) 등록번호 10-1756266
(24) 등록일자 2017년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 9/00 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01) C02F 3/12 (2006.01)
C02F 3/20 (2006.01) C02F 3/34 (2017.01)

(52) CPC특허분류

C02F 9/00 (2013.01)
C02F 1/44 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0171515

(22) 출원일자 2016년12월15일

심사청구일자 2016년12월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140099995 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

김현철

서울특별시 도봉구 도봉로146길 36, 102동 703호
(방학동, 브라운스톤방학아파트)

맹승규

경기도 남양주시 도농로 71, 702동 1101호(
도농동, 부영사랑으로7단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 박재우

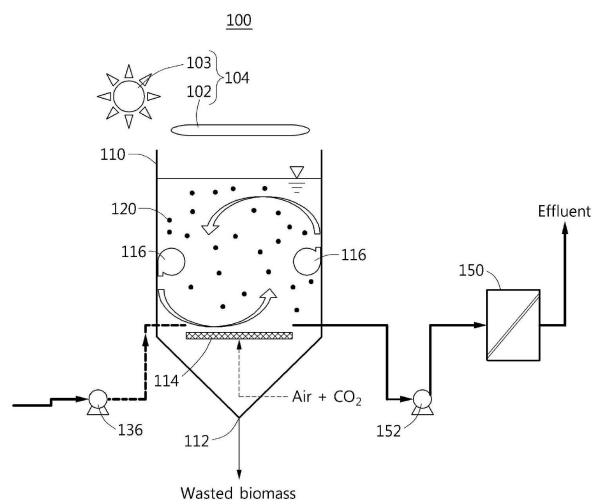
(54) 발명의 명칭 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법

(57) 요약

본 발명은 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 하폐수가 유입되어 저장되는 생물반응조; 상기 생물반응조에 공급되어 상기 생물반응조에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스; 상기 하폐수와 바이오매스가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부; 상기 생물반응조의 상부에 위치하고, 자외선의 조사에 의해 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위해 상기 자외선을 차단하는 자외선 차단막; 및 상기 생물반응조 내부의 온도를 일정하게 조절하는 열교환 장치를 포함하되, 상기 바이오매스는 광원부에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조에 마련된 디퓨저에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 함으로써 상기 생물반응조 내에서 배양된다.

대표도



(52) CPC특허분류

C02F 1/66 (2013.01)

C02F 3/1263 (2013.01)

C02F 3/20 (2013.01)

C02F 3/34 (2013.01)

(72) 발명자

유송희

경기도 수원시 영통구 영통로 232 805동 1201호 (영통동, 벽적골8단지아파트)

양희성

경기도 수원시 장안구 만석로 20번길 28, 632동 1005호(청솔마을한라비발디아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040068074 A*

KR100226128 B1*

KR1020110112657 A*

KR1020130100399 A*

KR101504481 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015R1A2A2A03005744

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 미래부 - 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 신개념 RO 농축수 처리 전략 및 시스템 최적화 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2015.05.01 ~ 2018.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

하폐수가 유입되어 저장되는 단일의 생물반응조;

상기 생물반응조에 공급되어 상기 생물반응조에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스;

상기 하폐수와 바이오매스가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부;

상기 생물반응조의 상부에 위치하고, 자외선의 조사에 의해 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위해 상기 자외선을 차단하는 자외선 차단막;

상기 생물반응조의 내부에 마련되되, 상기 바이오매스에서부터 일정 간격 이격되도록 상기 바이오매스와 교대로 복수개가 배치되는 인공광; 및

상기 생물반응조 내부에 저류하는 하폐수를 순환시키도록 상기 생물반응조와 연결된 이송펌프에 연결되어 상기 생물반응조의 외부에 마련되며, 상기 생물반응조 내부의 온도를 일정하게 조절하는 열교환 장치를 포함하되,

상기 바이오매스는 광원부에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조에 마련된 디퓨저에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 함으로써 상기 생물반응조 내에서 배양되며,

상기 인공광은 자연광을 집광하는 집광장치 및 상기 집광장치의 광에너지를 전기에너지로 전환하여 저장하는 축전장치와 전기적으로 연결되고,

상기 바이오매스는 주간에는 자연광에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고, 야간에는 상기 인공광을 에너지원으로 하여 상기 생물반응조 내에서 배양되며,

상기 인공광은 상기 바이오매스의 사이에만 배치되되, 상기 바이오매스와 동일한 길이를 가지도록 상하 방향으로 상기 생물반응조의 내부에 마련되고,

상기 바이오매스는 상기 생물반응조의 내부에 위치하고 상하 방향으로 상기 생물반응조의 내부에 고정되어, 상기 바이오매스가 과잉 증식되는 것을 방지 또는 억제하면서 상기 생물반응조로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응하며,

상기 생물반응조의 내부에 고정된 상기 바이오매스는 배양되는 과정에서 세포 내부 체적이 늘어나면서 하폐수에 포함된 색도, 총인 및 대장균을 제거하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 하폐수와 상기 바이오매스를 포함하는 생물반응조에 공기가 혼입됨과 동시에 자연광 또는 인공광이 조사되지 않거나 상기 바이오매스 상호간 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 하폐수로부터 생물학적 분해가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하고 화학적 산소요구량(COD)을 저감하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 바이오매스는 세네데스무스 종(*Scenedesmus* sp.), 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus* sp.) 및 클로렐라 종

(*Chlorella* sp.)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류이고,

상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus* sp.)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus* 및 *bijuga*으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 포함되고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus* sp.)으로는 *obliquus*를 포함하며, 클로렐라 종(*Chlorella* sp.)으로는 *vulgaris*를 포함하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 자외선 차단막(130)으로는 벤조트리아졸계(benzotriazoles), 벤조페논계(benzophenones), 살리실산계(salicylic acids) 및 시아노아크릴레이트계(cyanoacrylates)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 자외선 흡수제를 함유하는 막을 사용하되,

상기 자외선 차단막은 PET, PC 및 PMMA로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 형성된 베이스 필름 상에 자외선 흡수제를 함유한 용액을 코팅하여 별도의 자외선 차단필름을 제조한 후 상기 자외선 차단필름을 상기 생물반응조의 상부에 부착시켜 형성하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

하폐수가 유입되어 저장되는 생물반응조;

상기 생물반응조에 공급되어 상기 생물반응조에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스;

상기 하폐수와 바이오매스가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부;

상기 생물반응조의 상부에 위치하고, 자외선의 조사에 의해 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위해 상기 자외선을 차단하는 자외선 차단막; 및

상기 생물반응조 내부의 온도를 일정하게 조절하는 열교환 장치를 포함하되,

상기 바이오매스는 광원부에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조에 마련된 디퓨저에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 함으로써 상기 생물반응조 내에서 배양되며,

상기 생물반응조는 반복적으로 절곡된 단일의 관형으로 구성되고, 상기 생물반응조 내부의 관로를 따라 상기 바이오매스가 위치하며, 상기 바이오매스에 자외선이 조사되어 상기 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 생물반응조의 내측에 위치하는 상기 바이오매스를 둘러싸도록 관 또는 튜브 모양으로 형성된 상기 자외선 차단막이 배치되며,

상기 바이오매스는 관형으로 형성된 상기 생물반응조의 내부에 고정된 상태로 제공되어 상기 바이오매스가 과잉 증식되는 것을 방지하거나 억제하면서 이송펌프에 의해 상기 생물반응조로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응하고,

관형으로 형성된 상기 생물반응조의 내부에 고정된 상기 바이오매스는 배양되는 과정에서 세포 내부 체적이 늘어나면서 색도, 총인 및 대장균을 제거하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제4항 및 제6항 중 어느 한 항에 따른 하폐수 처리 시스템을 이용하는 하폐수 처리방법에 있어서,

하폐수를 생물반응조에 주입하는 단계(S1000);

상기 생물반응조 내에서 바이오매스와 하폐수를 반응시키는 단계(S1100);

상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200);

상기 바이오매스를 침전시키는 단계(S1300); 및

상기 생물반응조에서 하폐수와 바이오매스가 반응한 후, 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 단계(S1400)를 포함하되,

상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200)에서는, 상기 생물반응조에 자연광의 빛 에너지가 주간에 한하여 조사됨과 동시에 디퓨저에서 상기 생물반응조로 공기와 이산화탄소가 주입되는 조건하에서, 상기 바이오매스를 배양하고, 상기 하폐수로부터 화학적 산소요구량(COD) 및 총질소(TN)를 저감시키는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200)에서는, 디퓨저에서 상기 생물반응조로 공기가 주입되고 야간에 자연광이 조사되지 않거나 바이오매스 상호간 간섭에 의한 광차폐 현상이 발생하거나 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 탄소원으로 사용하는 조류를 이용하여 화학적 산소요구량(COD)을 저감하되,

상기 조류는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있고, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus* 및 *bijuga*으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 포함되고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함하며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함하는 것을 특징으로 하는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 하폐수에 포함된 색도, 인산염인 및 대장균을 단일 반응조 내에서 동시에 처리하여 에너지 및 비용을 절감하고 하폐수의 정화를 효율적으로 수행할 수 있는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 산업화와 도시화로 인하여 많은 오염원이 생겨났으며, 이러한 오염원이 수계(watershed)로 직접 유입되면서 수계환경을 점차 악화시키게 되었다. 또한, 기후변화에 따른 영향으로 지구촌은 점차 물 부족 문제를 떠안게 되면서 물 보호 및 물의 재이용에 대한 관심이 증가하게 되었고 하천으로 방류되는 수질 기준을 점진적으로 강화하기에 이르렀다.

[0003] 그러나 기존의 하폐수 처리장치는 날로 증가하는 오염원과 물 부족을 해결하고, 점차 강화되는 수질기준을 충족하기에는 한계점을 드러내게 되었다. 특히, 우리나라와 같이 하상 구매가 짧으면서 우기와 건기의 구분이 뚜렷하여 물 부족이 심각하고, 하폐수 처리장치의 설치 공간이 부족한 지역의 경우는 문제점이 더욱 크게 부각되기 시작하였다.

[0004] 일반적으로, 하폐수 처리장치를 통하여 오염물질을 분해하는 방식으로는 회전원판법(Rotating Biological

Contactor) 및 활성슬러지법(Activated Sludge Process)이 있다.

- [0005] 여기서 상기 회전원판법(Rotating Biological Contactor)은 생물막을 이용하여 하수를 처리하는 방식으로, 회전하는 원판의 표면에 미생물을 부착 성장시켜 생물막의 생물학적 작용으로 하폐수 중의 오염 물질을 분해하여 처리하는 방법이다.
- [0006] 즉, 수십 내지 수백 개의 단위로 이루어지는 플라스틱 원판을 물 속에 반 정도 잠기게 설치한 다음, 천천히 회전시키고, 이로 인해 자연적으로 발생하는 호기성 생물을 이용하여 하수를 정화하는 생물학적 폐수처리 방법이다.
- [0007] 이와 같이 원판의 회전에 따라 원판에 표면에 미생물막이 형성되고, 원판이 계속적으로 회전하면서 물에 잠길 때는 미생물이 유기물을 섭취하고, 물 밖으로 나올 때는 공기 중의 산소를 전달받는 등 호기성 조건에서 폐수를 처리하게 되는데, 이러한 회전원판법은 전체 장치가 소형이고, 조작이 간단하여 생활하수 처리 등에 사용될 수 있다.
- [0008] 그리고 활성슬러지법(Activated Sludge Process)은 폐수처리에 사용되는 생물학적 방식으로, 폐수와 활성슬러지 및 혼합물을 혼합시키고, 공기를 불어 넣음으로써 생물적으로 폐수를 처리하는데, 이때, 활성슬러지는 침강에 따라 처리 폐수로부터 분리하여 폐기되나, 일부는 필요에 따라 처리장치로 반송된다.
- [0009] 그리고 유기물을 포함하는 폐수에 공기를 불어 넣어 미생물을 번식시키고, 발생하는 슬러지가 흡착성이 풍부한 플록을 생성하여 침강한 후 투명한 처리수를 얻을 수 있어 생물학적 산소 요구량이 높은 유기 폐수에 유효할 수 있는데, 이러한 활성슬러지법의 개량법으로는 변형포기법, 계단식포기법, 생흡착법, 완전혼합 활성슬러지법, 완전산화법 및 접촉안정화법 등이 있다.
- [0010] 한편, 난분해성 유기물 등의 오염물질이 다량으로 함유된 오폐수를 처리하기 위해서는 화학적 처리 후 생물학적 처리를 행하는 것이 보통이다.
- [0011] 즉, 오폐수를 처리하기 위하여 산·알칼리 약제에 의한 중화공정을 거친 후 각종 유기 및 무기의 응집제를 사용하여 폐수 중의 BOD, COD 및 색도원인 물질과 기타 중금속 물질을 흡착, 침전 또는 부상시켜 제거하는 화학적 처리를 행하는데, 이러한 화학적 처리공정에 의해 BOD, COD 및 색도의 제거효율을 높일 수 있게 된다.
- [0012] 이후, 생물학적 처리에서 배출허용기준 수준으로 처리하는데, 이러한 생물학적 처리방법은 호기성 미생물 또는 혐기성 미생물을 이용하여 폐수 중의 유기물질을 제거하는 방식이라 할 수 있다.
- [0013] 하지만, 생물학적 처리 후에도 배출허용기준을 준수하기 어려운 경우에는 생물학적 처리공정을 반복하거나 2차 화학처리를 진행해야만 하는데, 이와 같은 통상의 오폐수 처리방식은약품 소요량이 많고 생물학적 처리에 대한 시간이 너무 많이 소요되므로 배출허용기준에 도달하는 시설비와 운영에 대한 부담이 크고, 이로 인하여 일정한도 이상의 유기물질 제거효율을 얻는다는 것이 현실적으로 어려운 문제점이 있었다.
- [0014] 즉, 종래 화학적 처리 후 생물학적 처리를 통한 총인(TP) 제거 방식은 안정적 처리효율을 기대할 수 있으나 별도의 화학약품주입 및 교반시설을 구축하여야 하며, 통상의 응집제 사용에 따라 약품비와 슬러지 처리비 등 추가적인 운전비용이 소비되고, 무기성폐기물의 발생을 야기할 수 있다.
- [0015] 그리고 수중 난분해성 유기물질에 기인하는 색도의 제거는 통상의 오존산화(O_3) 단독공정 외에도 별도의 공정조합을 통한 고도산화처리(예를 들어, O_3+UV , $O_3+H_2O_2$ 등)가 현재 가장 보편적인 기술수준으로 받아들여지고 있으나, 대체로 높은 알칼리도를 함유하고 있는 하폐수의 처리시 매우 급격한 라디칼소모로 높은 산화제(또는 에너지)를 요구하는 문제점이 있다.
- [0016] 또한, 고도산화공정과 별개로 거의 모든 하폐수 처리수는 최종 방류 직전 소독처리를 실시하나, 과거 사용되던 저렴한 염소계 소독약품은 위해성 소독부산물 생성으로 사용이 크게 제한되었으며, 대체 수단으로 현재 보편적으로 사용되고 있는 자외선 소독은 하폐수 중 자외선 투과를 물리적으로 차단/흡수할 수 있는 부유물질과 착색 유발물질을 소독공정 이전에 효과적으로 제거하는 경우에 한하여 적용될 수밖에 없다.
- [0017] 따라서, 종래 하폐수로부터 색도, 총인, 대장균을 제거하기 위해서는 단일의 생물학적 또는 물리화학적 공정의 운용만으로는 만족할 만한 처리수를 얻지 못하거나 비용 또한 경제적이지 못하고, 해외의 하폐수 처리 장치는 처리단가가 매우 높은 전기/열화학적 수단을 적용하는 기술들이 대부분을 차지하고 있어 국내 실정에 도입하기 어려운 문제점이 있다.

[0018] 이에 본 발명자는 종래 하폐수 처리장치의 에너지/비용 집약기술의 한계를 극복할 수 있는 방법을 연구하던 중, 바이오매스의 성장 특성을 응용한 생물학적 처리 공정만으로 하폐수로부터 색도, 총인 및 대장균을 효과적으로 제거할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0019] (특허문헌 0001) 국내등록특허 제10-1344372호(2013년 12월 17일 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 하폐수에 포함된 색도, 인산염인 및 대장균을 단일 반응조 내에서 동시에 처리하여 에너지 및 비용을 절감하고 하폐수의 정화를 효율적으로 수행할 수 있는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법을 제공하는데 있다.

[0021] 또한, 본 발명은 종래 생물학적 처리수로부터 대장균 제거를 위해 광범위하게 사용하던 염소계 약품주입 또는 자외선 조사가 필요 없고, 화학적 또는 전기화학적 응용기술을 이용한 인산염인 제거 방식과 달리, 별도의 화학약품 또는 고출력의 전기에너지가 필요 없는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법을 제공하는데 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 난분해성 유기물질에 기인하는 색도 제거를 위한 종래의 고도산화공정(예를 들어, O_3 , O_3+UV , $O_3+H_2O_2$ 등)과 달리 많은 양의 전력사용이나 별도의 공정조합을 요하지 않고, 생물반응조 내에 용존산소 농도 유지를 위해 외부로부터의 공기 주입이 필요 없는 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템 및 그 처리방법을 제공하는데 있다.

[0023] 본 발명이 해결하고자 하는 다양한 과제들은 이상에서 언급한 과제들에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 하폐수가 유입되어 저장되는 생물반응조; 상기 생물반응조에 공급되어 상기 생물반응조에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스; 상기 하폐수와 바이오매스가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부; 상기 생물반응조의 상부에 위치하고, 자외선의 조사에 의해 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위해 상기 자외선을 차단하는 자외선 차단막; 및 상기 생물반응조 내부의 온도를 일정하게 조절하는 열교환 장치를 포함하되, 상기 바이오매스는 광원부에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조에 마련된 디퓨저에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 함으로써 상기 생물반응조 내에서 배양될 수 있다.

[0025] 상기 하폐수와 상기 바이오매스를 포함하는 생물반응조에 공기가 혼입됨과 동시에 자연광 또는 인공광이 조사되지 않거나 상기 바이오매스 상호간 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 하폐수로부터 생물학적 분해가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하고 화학적 산소요구량(COD)을 저감할 수 있다.

[0026] 상기 바이오매스는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류이고, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus* 및 *bijuga*로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 포함되고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함하며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 자외선 차단막으로는 벤조트리아졸계(benzotriazoles), 벤조페논계(benzophenones), 살리실산계(salicylic acids) 및 시아노아크릴레이트계(cyanoacrylates)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 자외

선 흡수제를 함유하는 막을 사용하되, 상기 자외선 차단막은 PET, PC 및 PMMA로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 형성된 베이스 필름 상에 자외선 흡수제를 함유한 용액을 코팅하여 별도의 자외선 차단필름을 제조한 후 상기 자외선 차단필름을 상기 생물반응조의 상부에 부착시켜 형성할 수 있다.

[0028] 상기 바이오매스 및 인공광은 상기 생물반응조 내부에 일정 간격 이격되게 배치되고, 상하 방향으로 고정되어 상기 생물반응조로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응하며, 상기 바이오매스는 주간에는 자연광에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고, 야간에는 인공광을 에너지원으로 하여 상기 생물반응조 내에서 배양되며, 상기 인공광은 자연광을 집광하는 집광장치, 및 상기 집광장치의 광에너지를 전기에너지로 전환하여 저장하는 축전장치와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0029] 상기 생물반응조는 관형으로 구성되고, 내부의 관로를 따라 바이오매스가 위치하며, 상기 바이오매스에 자외선이 조사되어 상기 바이오매스가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 관로 내측에 위치하는 바이오매스 주변에 자외선 차단막이 배치되며, 상기 바이오매스는 관형으로 형성된 생물반응조의 내부에 고정되게 위치하고, 이송 펌프에 의해 상기 생물반응조로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리방법은 하폐수를 생물반응조에 주입하는 단계; 상기 생물반응조 내에서 바이오매스와 하폐수를 반응시키는 단계; 상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시키고 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계; 상기 바이오매스를 침전시키는 단계; 및 상기 생물반응조에서 하폐수와 바이오매스가 반응한 후, 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 단계를 포함하되, 상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시키고 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계에서는, 상기 생물반응조에 자연광의 빛 에너지가 주간에만 한하여 조사됨과 동시에 디퓨저에서 상기 생물반응조로 공기와 이산화탄소가 주입되는 조건 하에서, 상기 바이오매스를 배양하고, 상기 하폐수로부터 화학적 산소요구량(COD) 및 총질소(TN)를 저감시킬 수 있다.

[0031] 상기 바이오매스와 반응된 하폐수의 pH를 증가시키고 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계에서는, 디퓨저에서 상기 생물반응조로 공기가 주입되고 야간에 자연광이 조사되지 않거나 바이오매스 상호간 간섭에 의한 광차폐 현상이 발생하거나 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 탄소원으로 사용하는 조류를 이용하여 화학적 산소요구량(COD)을 저감하되, 상기 조류는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있고, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus* 및 *bijuga*로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상이 포함되고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함하며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.

[0032] 기타 실시 예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 하폐수에 포함된 색도, 인산염인 및 대장균을 단일 반응조 내에서 동시에 처리하여 에너지 및 비용을 절감하고 하폐수의 정화를 효율적으로 수행할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 종래 생물학적 처리수로부터 대장균 제거를 위해 광범위하게 사용하던 염소계 약품주입 또는 자외선 조사가 필요 없고, 화학적 또는 전기화학적 응용기술을 이용한 인산염인 제거 방식과 달리, 별도의 화학약품 또는 고출력의 전기에너지가 필요 없다.

[0035] 또한, 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 난분해성 유기물질에 기인하는 색도 제거를 위한 종래의 고도산화공정(예를 들어, O_3 , O_3+UV , $O_3+H_2O_2$ 등)과 달리 많은 양의 전력사용이나 별도의 공정조합을 요하지 않고, 생물반응조 내에 용존산소 농도 유지를 위해 외부로부터의 공기 주입이 필요 없다.

[0036] 본 발명의 기술적 사상의 실시에는, 구체적으로 언급되지 않은 다양한 효과를 제공할 수 있다는 것이 충분히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 과정을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 3a 내지 도 6은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수의 색도, 총인 및 대장균을 제거하는 효과를 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 과정을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 기술적 사상의 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 기술적 사상의 또 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0039] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이고, 도 2는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 과정을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0043] 도 1을 참조하여, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 설명하기로 한다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템(100)은, 하폐수가 유입되어 저장되는 생물반응조(110), 상기 생물반응조(110)에 공급되어 상기 생물반응조(110)에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스(120) 및 상기 하폐수와 바이오매스(120)가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부(150)를 포함할 수 있다.
- [0045] 상기 생물반응조(110)는 이송펌프(136)를 통해 공급받은 하폐수를 저류하여 바이오매스(120)와 생물학적으로 반응하는 공간으로, 상기 생물반응조(110)에는 분해 정도에 관계없이 외부로부터 유입되는 하폐수가 저류될 수 있

다.

- [0046] 즉, 본 발명에서 상기 생물반응조(110)에 유입되는 하폐수는 오염되어 많은 영양 물질(유기물, 무기물, 특히, 질소, 인, 대장균)이 함유되어 있는 유입수를 말하는 것으로서, 하폐수만을 의미하는 것이 아니라 생활폐수, 분뇨, 오수, 우수, 축산폐수 및 산업폐수 등을 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 생물반응조(110)는 상기 하폐수와 바이오매스(120)가 인공광(102) 또는 자연광(103)을 포함하는 광원부(104)에 노출될 수 있도록 그 상부가 개방된 형태를 가질 수 있다. 상기 광원부(104)는 자연 일광 또는 일조 시간대 전기에너지로 전환된 인공광(102)을 간헐적으로 이용할 수 있다.
- [0048] 여기서, 상기 생물반응조(110)는 슬러지 블랭킷 반응조(SBR: Sludge Blanket Reactor) 형태인 것이 바람직하다.
- [0049] 상기 생물반응조(110)의 하부에는 디퓨저(114)가 구비되고, 생물반응조(110)의 중간 부분에는 교반부(116)가 마련될 수 있다. 상기 디퓨저(114)를 통해서 생물반응조(110) 내부에 공기(Air) 및 이산화탄소가 공급될 수 있다.
- [0050] 상기 교반부(116)는 침지식 교반 장치로, 생물반응조(110) 내부의 하폐수와 바이오매스(120)가 원활하게 생물학적 반응을 진행할 수 있도록 하고, 상기 하폐수와 반응을 완료한 바이오매스(120)는 생물반응조(110)의 하부로 침전될 수 있다.
- [0051] 상기 생물반응조(110)에서 배양된 바이오매스(120)는, 상기 생물반응조(110)의 하부로 침전되어 상기 생물반응조(110)의 하단에 형성된 배출구(112, 도1 참조)를 통해 도시되지 않은 바이오매스 수집부로 배출될 수 있다.
- [0052] 상기 바이오매스(120)는 상기 생물반응조(110)에 투입되어 생물반응조(110)로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응할 수 있다.
- [0053] 여기서, 상기 바이오매스(120)는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있다. 여기서, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus*, *bijuga*를 포함할 수 있고, 상기 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함할 수 있으며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.
- [0054] 상기와 같은 바이오매스(120)는 전술한 광원부(104)에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조(110)에 마련된 디퓨저(114)에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 함으로써 상기 생물반응조(110) 내에서 배양될 수 있다.
- [0055] 상기 바이오매스(120)가 배양되는 과정에서 바이오매스(120)의 양이 늘어나게 되면서 하폐수에 포함된 색도, 총인(TP), 대장균(*E. Coli*)이 제거될 수 있다.
- [0056] 또한, 상기와 같은 종류의 바이오매스(120)는 하폐수와 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)에 디퓨저(114)를 통해서 공기가 혼입되고 동시에 광원부(104)에서 자연광(103) 또는 인공광(102)이 조사되지 않거나, 바이오매스(120) 상호 간의 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나, 또는 다른 이유로 광투과율이 제한되는 조건 하에서 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(*E. Coli*)을 동시에 제거하고, 화학적 산소요구량(COD)를 저감할 수 있다.
- [0057] 참고로, 상기 디퓨저(114)는 도시되지 않은 공기 공급장치와 연결되어 있어서 상기 생물반응조(110)로 산소와 이산화탄소를 주입할 수도 있다.
- [0058] 상기 분리막 여과부(150)는 상기 생물반응조(110)와 연결되어 상기 생물반응조(110)의 일측에 구비되고, 상기 하폐수와 바이오매스(120)가 반응한 후, 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류할 수 있다.
- [0059] 상기 분리막 여과부(150)는 상기 생물반응조(110)에서 색도, 총질소(TN), 총인(TP), 대장균(*E. Coli*) 그리고 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 이송펌프(152)를 통해 전달받아 최종적으로 방류할 수 있다. 이때, 상기 이송펌프(152)와 상기 분리막 여과부(150)를 연결하는 하폐수 이송관(미도시)에는 하폐수의 이송량을 제어하는 밸브(미도시)가 마련될 수 있다.
- [0060] 본 발명에서 상기 생물반응조(110) 내에서 바이오매스(120)가 하폐수와 반응하여 생성된 처리수는 이송펌프(152)를 통해서 분리막 여과부(150)로 유입되고, 상기 분리막 여과부(150)를 거친 처리수는 그대로 방류될 수 있다.

- [0061] 도 2를 참조하여, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 과정을 설명하기로 한다.
- [0062] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)이 하폐수를 처리하는 과정은, 먼저, 이송 펌프(136)를 통해 공급받은 하폐수가 생물반응조(110)에 저류하는 경우에는 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 일조 시간대에는 자연광(103), 또는 전기에너지로 전환된 인공광(102)을 공급하면서 디퓨저(114)를 통해 이산화탄소(5~10% v/v)를 공기와 혼합 공급하여 바이오매스(120)를 성장시키고, 교반부(116)를 이용해 바이오매스(120)가 하폐수와 충분히 반응할 수 있도록 만들어 준다.
- [0063] 다시 말하면, 자연광(103) 또는 인공광(102)이 조사되는 일조 시간대에 바이오매스(120)는 빛을 에너지원으로 이용하고 동시에 이산화탄소를 탄소원으로 이용하여 하폐수 중 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거할 수 있다. 이때, 만약 광차폐현상이 발생하게 되면 하기에서 언급한 바와 같은 조류를 이용하여 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 탄소원으로 사용하여 화학적 산소요구량(COD)과 총질소(TN)을 저감할 수 있다.
- [0064] 또한, 일몰 시간대에는 도 2의 (b)와 같이 공기 공급장치와 연결된 디퓨저(114)를 이용하여 생물반응조(110)에 공기(Air)만 주입할 수 있다. 다시 말하면, 도 2의 (a)와 (b)에 도시된 바와 같이, 자연광(103) 또는 인공광(102)에 의해 빛이 조사되지 않거나, 혹은 바이오매스(120) 간의 간섭에 의해 광차폐 현상이 일어나는 조건에서 바이오매스(120)는 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 바이오매스(120)가 배양됨으로써, 하폐수에 포함된 화학적 산소요구량(COD)이 저감되고 동시에 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)이 제거될 수 있다. 이때, 상기 바이오매스(120)는 유기물질을 산화 분해하기 위해 산소를 이용하기 때문에 생물반응조(110)에 공기(Air)만 주입하게 된다.
- [0065] 본 발명에서는 도 2의 (a) 및 (b)의 과정을 반복함으로써 바이오매스(120)가 하폐수에 포함된 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하고 동시에 화학적 산소요구량(COD)을 저감하여 생물반응조(110)의 하부로 침전될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)은 하폐수에 포함된 색도, 총질소(TN), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 단일 생물반응조(110) 내에서 동시에 제거하고 화학적 산소요구량(COD)을 저감하여 공정을 단순화할 수 있고, 하폐수에 포함되어 있는 색도(color), 총인(TP), 대장균(E. Coli)이 거의 제거될 수 있다.
- [0067] 즉, 도 3a 내지 도 3b를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)은 야간에는 일조 시간대에 전환된 전기에너지를 이용하는 인공광(102) 또는 주간에는 자연광(103)을 하폐수 및 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)의 상부 하폐수 수면을 연속적으로 조사한 경우에는, 하폐수 원수의 초기 pH 7.2~7.6, 색도(color) 583~712mg Pt-Co/L, 총인(TP) 9.1~10.9mg P/L, 대장균(E. coli) $3 \times 10^5 \sim 4 \times 10^6$ Cells/mL, 화학적 산소요구량(COD) 120~148mg O₂/L, 총질소(TN) 29~31mg N/L을 얻을 수 있으므로, 단일 생물반응조(110) 내의 하폐수로부터 색도(color), 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 동시에 제거할 수 있다.
- [0068] 또한, 도 4를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)은 주간에 한하여 하폐수 및 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)의 상부 하폐수 수면을 자연광(103)을 비추고 동시에 이산화탄소(10%)를 상기 생물반응조(110) 하부의 디퓨저(114)를 통하여 주입하는 경우에는, 상기 생물반응조(110) 내의 하폐수로부터 화학적 산소요구량(COD) 저감과 총질소(TN) 제거 및 pH 조절이 가능할 수 있다.
- [0069] 또한, 종래의 생물학적 공정을 이용하는 처리 방식은 분리된 반응조(또는, 별개의 처리수단)에서 질산화(NH₄-N → NO₂-N → NO₃-N)와 탈질산화(NO₃-N → N₂(g))를 모두 달성해야 가능하나, 도 5를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)에서 총질소(TN)의 제거는 하폐수 내 무기질소 성분의 구성(예, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N)과 관계없이 단일 생물반응조(110)에서 수행될 수 있다.
- [0070] 또한, 도 6은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)의 생물반응조(110) 내 바이오매스와 하폐수와 고액분리효과를 보여주는 실험데이터이다. 도 6을 참조하면, 초기의 탁도(Turbidity)는 219 NTU이고, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)에서 생물반응조(110) 내 혼탁액의 유동을 멈추고 바이오매스(120)를 포함하는 입자성 물질의 침강을 유도함을 알 수 있다.
- [0071] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 하폐수 처리 시스템(100)은 종래의 생물학적 처리공정에서 탈질산화를 위해 사용하는 외부 유기탄소원이 필요 없고, 화학적 또는 전기화학적 응용기술을 이용한 총인(TP) 제거 방

식과 달리, 별도의 화학약품 또는 고출력의 전기에너지를 사용할 필요가 없다.

- [0072] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 하폐수의 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 효과를 증가시키기 위하여 다양하게 변형되어 구성될 수 있다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이고, 도 8은 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 과정을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0074] 한편, 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템은 상기한 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템과 일부의 구성만 상이한데, 설명의 편의 및 명확성을 위하여 상이하게 추가된 구성에 대하여만 설명하기로 한다
- [0075] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예와 일 변형예에서 동일한 도면 부호는 동일한 구성을 의미하고, 또한 동일한 기능을 수행함을 밝힌다.
- [0076] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템(100)은 하폐수가 유입되어 저장되는 생물반응조(110), 상기 생물반응조(110)에 공급되어 상기 생물반응조(110)에 저장된 하폐수와 반응하는 바이오매스(120) 및 상기 하폐수와 바이오매스(120)가 반응한 후 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부(150)의 구성 이외에 자외선 차단막(130) 및 열교환 장치(140)의 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0077] 상기 자외선 차단막(130)은 상기 생물반응조(110)의 상부에 위치하고, 특히 주간에 자연광(103)에 포함되어 있는 자외선의 조사에 의해 바이오매스(120)가 손상되는 것을 방지하기 위하여 구비될 수 있다.
- [0078] 상기 자외선 차단막(130)은 상기 생물반응조(110) 내부로 자연광(103)의 가시광선은 투과시키되 자외선이 직접 조사되는 것을 차단하기 위하여 사용될 수 있는데, 상기 자외선 차단막(130)으로는 공지의 제품을 사용하거나, 자외선 흡수 특성이 우수한 벤조트리아졸계(benzotriazoles), 벤조페논계(benzophenones), 살리실산계(salicylic acids), 및 시아노아크릴레이트계(cyanoacrylates)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 자외선 흡수제를 함유하는 막을 사용할 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 상기 자외선 차단막(130)은 PET(polyethleneterephthalate)나 PC(polycarbonate), PMMA(Polymethylmethacrylate) 등의 베이스 필름 상에 자외선 흡수제를 함유한 용액을 코팅하여 별도의 자외선 차단필름을 제조한 후 상기 자외선 차단필름을 상기 생물반응조(110)의 상부에 부착시켜 형성할 수도 있다.
- [0080] 상기 열교환 장치(140)는 상기 생물반응조(110)와 연결되고 이송펌프(142)에 의해 상기 생물반응조(110) 내부에 저류하는 하폐수를 순환시켜 상기 생물반응조(110) 내부를 일정한 온도로 유지시키기 위하여 구비될 수 있다.
- [0081] 본 발명에서 상기 열교환 장치(140)는 자연광(103)에 의해 생물반응조(110) 내부의 온도가 상승하여 성능이 저하되는 것을 방지하기 위하여 구비되는 것으로, 특히, 하절기의 강한 자연광(103)에 의해 상기 생물반응조(110) 내부의 온도가 상승하는 것을 방지할 수 있다.
- [0082] 본 발명에서 상기 열교환 장치(140)는 상기 생물반응조(110) 내부의 온도를 조절할 수 있는 공지의 열교환기가 사용될 수 있는데, 이러한 구성은 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 공지된 기술인바, 설명의 편의 및 명확성을 위하여 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0083] 또한, 상기 열교환 장치(140) 뿐만 아니라 상기 자외선 차단막(130)도 자외선에 의한 바이오매스의 손상(특히, 하절기의 손상)과 태양열에 의한 온도상승으로 인하여 바이오매스의 성능이 저하되는 것을 방지할 수 있다.
- [0084] 도 9는 본 발명의 기술적 사상의 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- [0085] 도 9를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템(100)은 생물반응조(110) 내부에 일정 간격 이격되게 배치되는 바이오매스(120) 및 인공광(102)을 포함할 수 있다. 여기서, 바이오매스(120)와 인공광(102)은 서로 교대로 복수개가 배치되는 것이 바람직하다.
- [0086] 상기 바이오매스(120)는 생물반응조(110)의 내부에 위치하고 상하 방향으로 고정되어 상기 생물반응조(110)로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응할 수 있다.

- [0087] 상기 바이오매스(120)는 생물반응조(110)의 내부에 고정된(immobilized) 상태로 제공되는데, 생물반응조(110)의 내부에 고정되어 있기 때문에 바이오매스가 과잉 증식되는 것을 방지하거나 억제할 수 있다.
- [0088] 여기서, 상기 바이오매스(120)는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있다. 여기서, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus*, *bijuga*를 포함할 수 있고, 상기 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함할 수 있으며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.
- [0089] 상기 바이오매스(120)는 주간에는 자연광(103)에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고, 야간에는 인공광(102)를 에너지원으로 하여 상기 생물반응조(110) 내에서 배양될 수 있는데, 상기 인공광(102)은 자연광(103)을 집광하는 집광장치(160), 및 상기 집광장치(160)의 광에너지를 전기에너지로 전환하여 저장하는 축전장치(165)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0090] 즉, 본 발명의 기술적 사상의 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템(100)에서는 상기 인공광(102)과 바이오매스(120)를 상기 생물반응조(110) 내부에 일정 간격 이격되게 배치하고, 상기 바이오매스(120)가 자연광(103) 또는 인공광(102)에 의해 조사되는 빛을 에너지원으로 하여 배양될 수 있다.
- [0091] 상기 바이오매스(120)가 배양되는 과정에서 고정된 바이오매스(120)의 세포 내부 체적이 늘어나게 되면서 하폐수에 포함된 색도와 총인(TP), 대장균(E. Coli)이 제거될 수 있다.
- [0092] 도 10은 본 발명의 기술적 사상의 또 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이다.
- [0093] 도 10을 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 다른 변형예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템(100)은 생물반응조(110')를 관형으로 구성하고, 상기 생물반응조(110') 내부의 관로를 따라 바이오매스(120')가 위치하도록 하며, 상기 바이오매스(120')에 자외선이 조사되어 상기 바이오매스(120')가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 바이오매스(120') 주변에 자외선 차단막(130')이 배치되도록 구성할 수 있다. 여기서, 상기 자외선 차단막(130')은 바이오매스(120')의 양측에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0094] 상기 바이오매스(120')는 관형으로 형성된 생물반응조(110')의 내부에 고정되게 위치하고, 이송펌프(162)에 의해 상기 생물반응조(110')로 공급된 하폐수와 생물학적으로 반응할 수 있다.
- [0095] 상기 바이오매스(120')는 관형으로 형성된 생물반응조(110')의 내부에 고정된(immobilized) 상태로 제공되는데, 생물반응조(110')의 내부에 고정되어 있기 때문에 바이오매스가 과잉 증식되는 것을 방지하거나 억제할 수 있다.
- [0096] 여기서, 상기 바이오매스(120')는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있다. 여기서, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus*, *bijuga*를 포함할 수 있고, 상기 아쿠토테스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함할 수 있으며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.
- [0097] 상기 자외선 차단막(130')은 상기 생물반응조(110') 내부로 자연광(103)의 가시광선은 투과시키되 자외선이 직접 조사되는 것을 차단하기 위하여 사용될 수 있는데, 상기 자외선 차단막(130')으로는 공지의 제품을 사용하거나, 자외선 흡수 특성이 우수한 벤조트리아졸계(benzotriazoles), 벤조페논계(benzophenones), 살리실산계(salicylic acids), 및 시아노아크릴레이트계(cyanoacrylates)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 자외선 흡수제를 함유하는 막을 사용할 수 있다.
- [0098] 예를 들어, 상기 자외선 차단막(130')은 PET(polyethleneterephthalate)나 PC(polycarbonate), PMMA(Polymethylmethacrylate) 등의 베이스 필름 상에 자외선 흡수제를 함유한 용액을 코팅하여 별도의 자외선 차단필름을 제조한 후 상기 자외선 차단필름을 부착시켜 형성할 수도 있다.
- [0099] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 방법에 대하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0100] 도 11은 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스

템이 하폐수를 처리하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

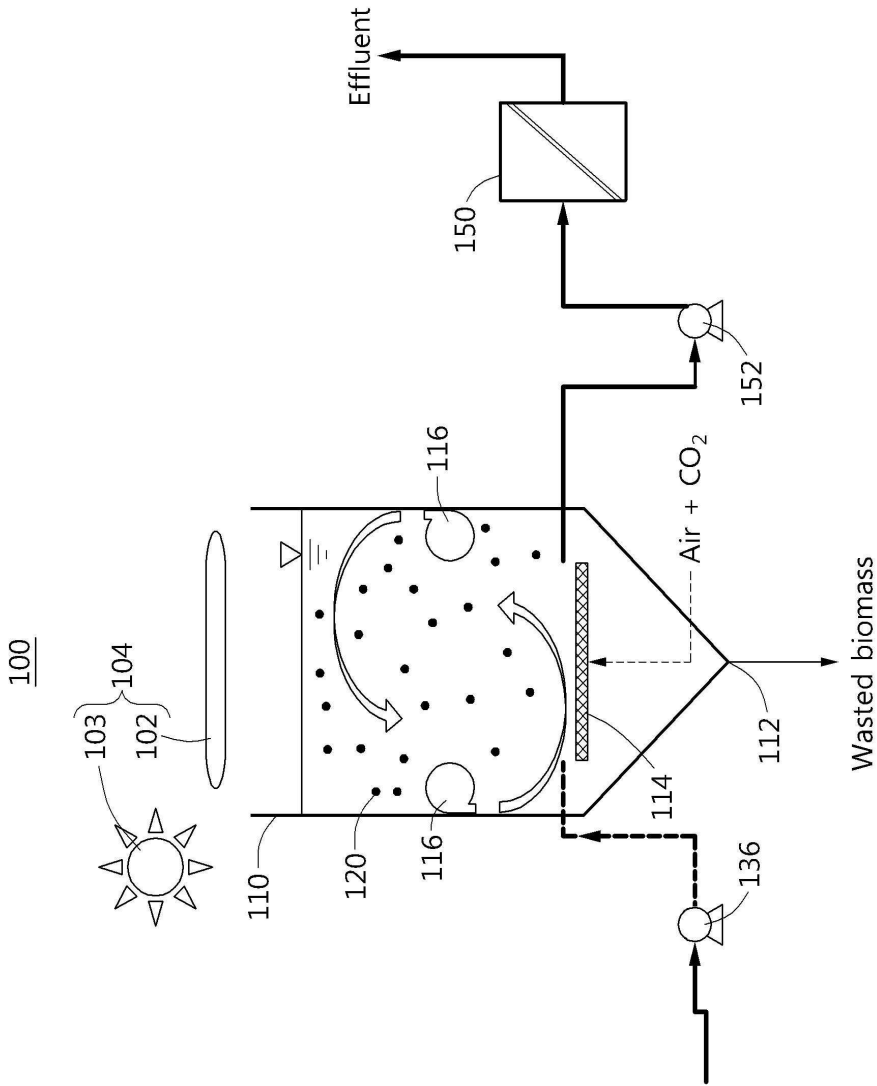
- [0101] 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 색도, 총인 및 대장균을 동시에 제거하는 하폐수 처리 시스템이 하폐수를 처리하는 방법은, 하폐수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(S1000), 상기 생물반응조(110) 내에서 바이오매스(120)와 하폐수를 반응시키는 단계(S1100), 상기 바이오매스(120)와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200), 상기 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(S1300) 및 상기 생물반응조(110)에서 하폐수와 바이오매스(120)가 반응한 후, 상기 하폐수가 분해 처리되어 생성된 처리수를 여과하여 방류하는 단계(S1400)를 포함할 수 있다.
- [0102] 상기 바이오매스(120)와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200)에서는, 상기 생물반응조(110)에 자연광(103)의 빛 에너지가 주간에 한하여 조사됨과 동시에 디퓨저(114)에서 상기 생물반응조(110)로 공기와 이산화탄소가 주입되는 조건하에서, 상기 바이오매스(120)를 배양하고, 상기 하폐수로부터 화학적 산소요구량(COD) 및 총질소(TN)를 저감시킬 수 있다.
- [0103] 또한, 상기 바이오매스(120)와 반응된 하폐수의 pH를 증가시킴과 동시에 하폐수로부터 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)을 제거하는 단계(S1200)에서는, 디퓨저(114)에서 상기 생물반응조(110)로 공기가 주입되고 야간에 자연광(103)이 조사되지 않거나 바이오매스(120) 상호간 간섭에 의한 광차폐 현상이 발생하거나 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 하폐수로부터 생분해 가능한 유기물질을 탄소원으로 사용하는 조류를 이용하여 화학적 산소요구량(COD)을 저감하되, 상기 조류는 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*), 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*) 및 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 조류일 수 있고, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus sp.*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus*, *bijuga*를 포함할 수 있고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus sp.*)으로는 *obliquus*를 포함할 수 있으며, 클로렐라 종(*Chlorella sp.*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.
- [0104] 상기 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(S1300)에서는, 도 8의 (c)에 도시된 바와 같이, 상기 생물반응조(110)에 빛 에너지와 공기 및 이산화탄소를 제공하지 않는다. 이와 같은 상태가 되면 상기 생물반응조(110)의 하부에 바이오매스(120)가 침전될 수 있다.
- [0105] 상기 생물반응조(110)에서 하폐수를 여과/방류시키는 단계(S1400)에서는, 앞에서 설명되었던 분리막 여과부(150)에 의하여 색도, 총인(TP) 및 대장균(E. Coli)이 제거된 처리수가 최종적으로 하천이나 강으로 방류될 수 있다.
- [0106] 이상, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 일 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

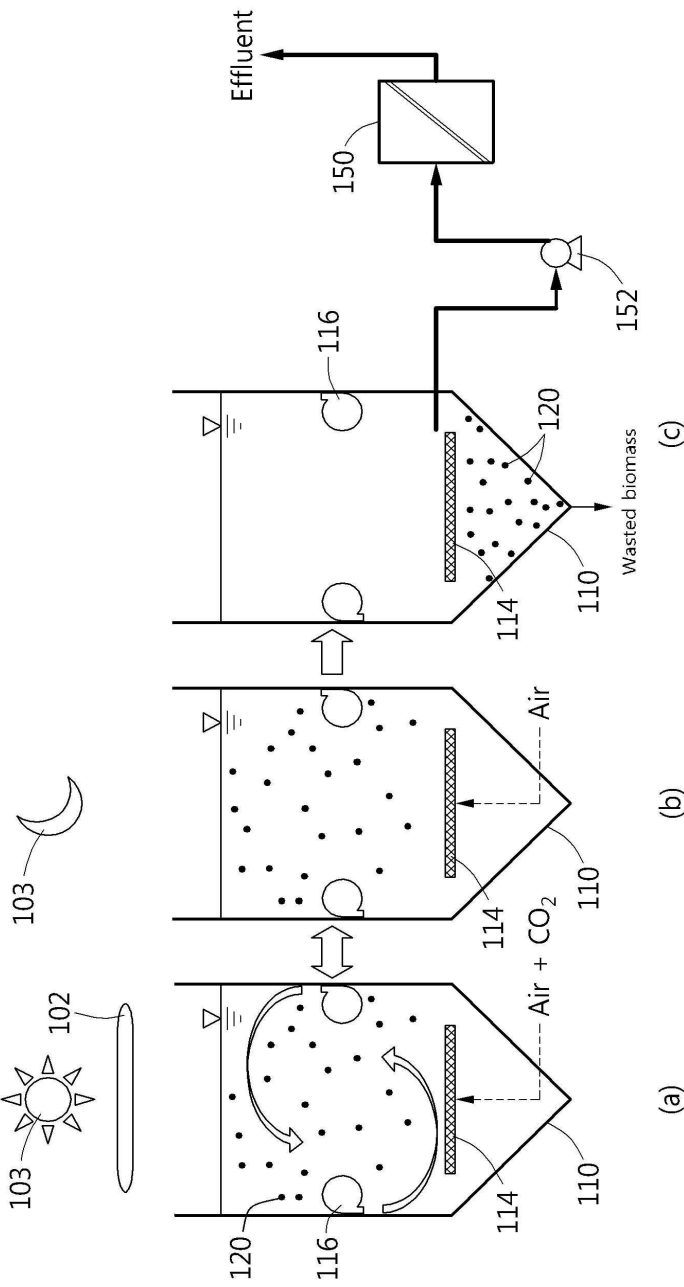
- [0107]
- | | |
|-----------------|--------------|
| 100; 하폐수 처리 시스템 | 110; 생물반응조 |
| 120; 바이오매스 | 130; 자외선 차단막 |
| 140; 열교환 장치 | 150; 분리막 여과부 |
| 160; 집광장치 | 165; 축전장치 |

도면

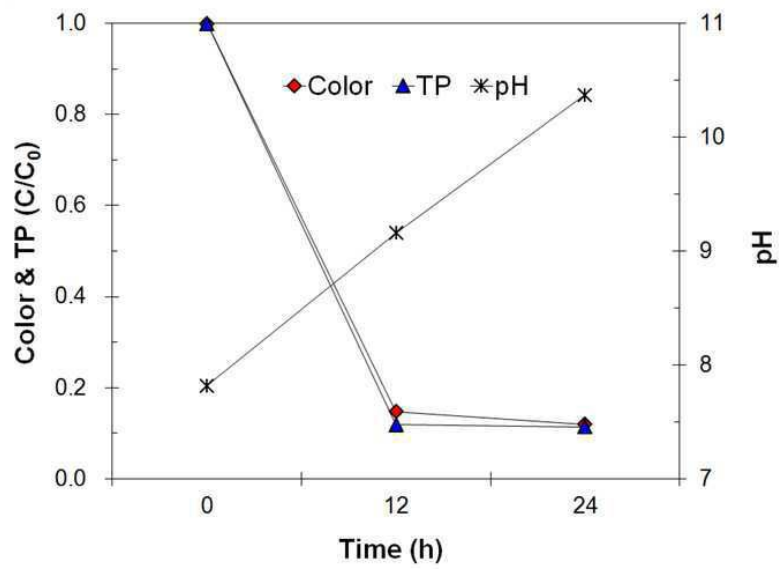
도면1



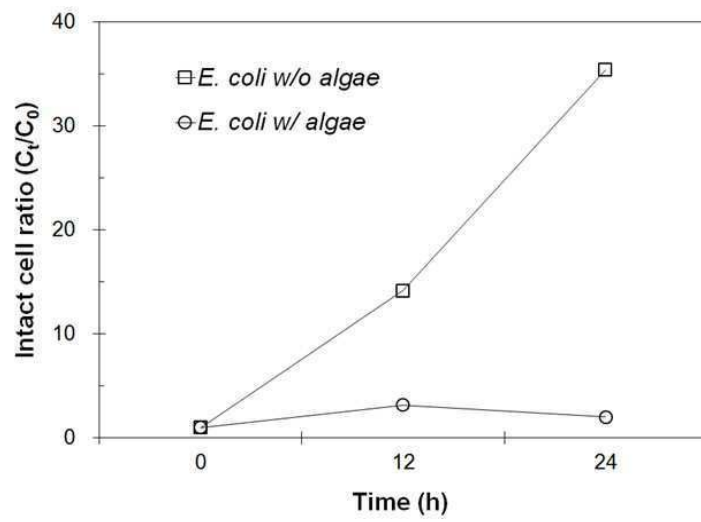
도면2



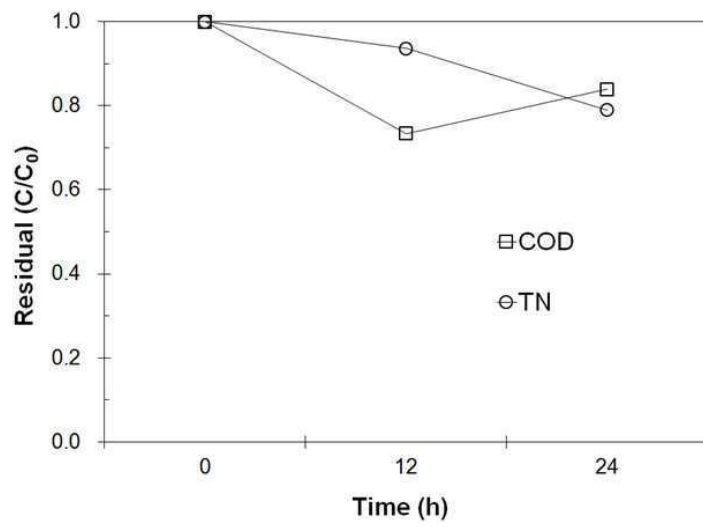
도면3a



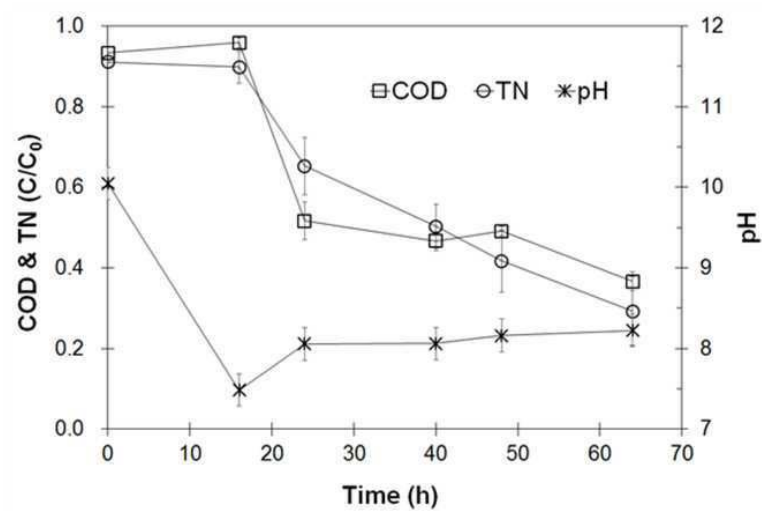
도면3b



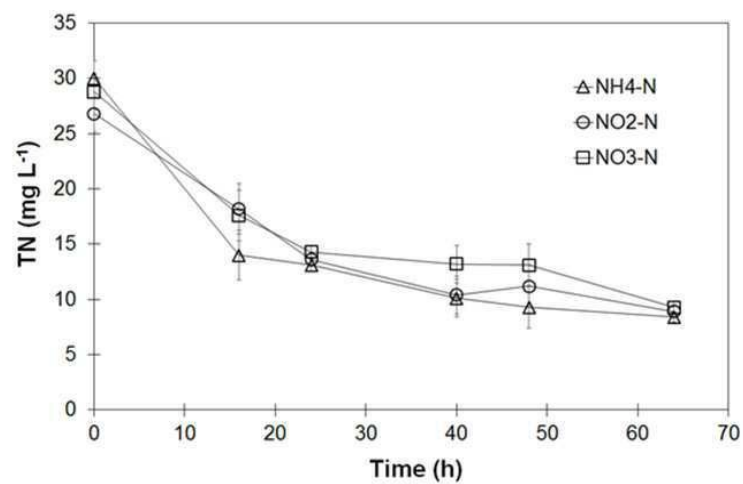
도면3c



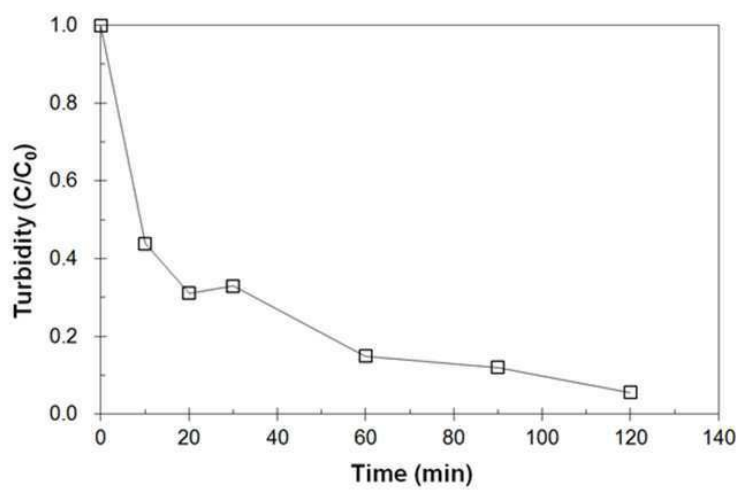
도면4



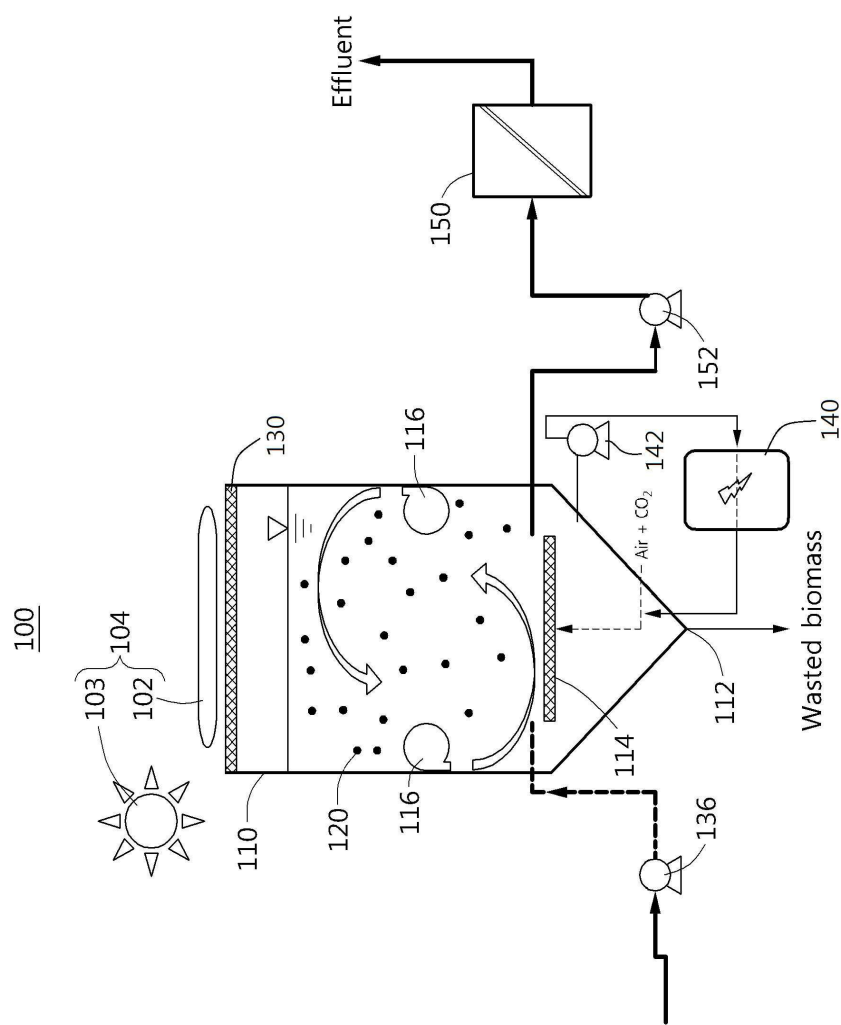
도면5



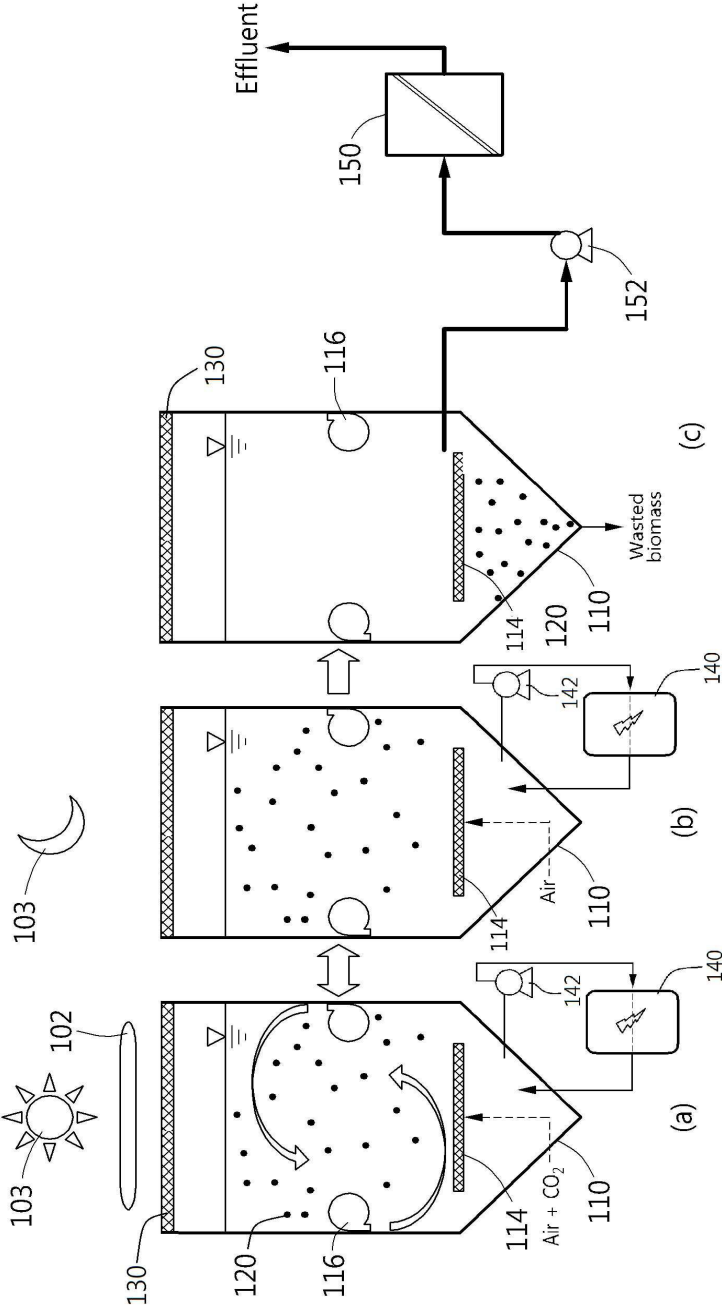
도면6



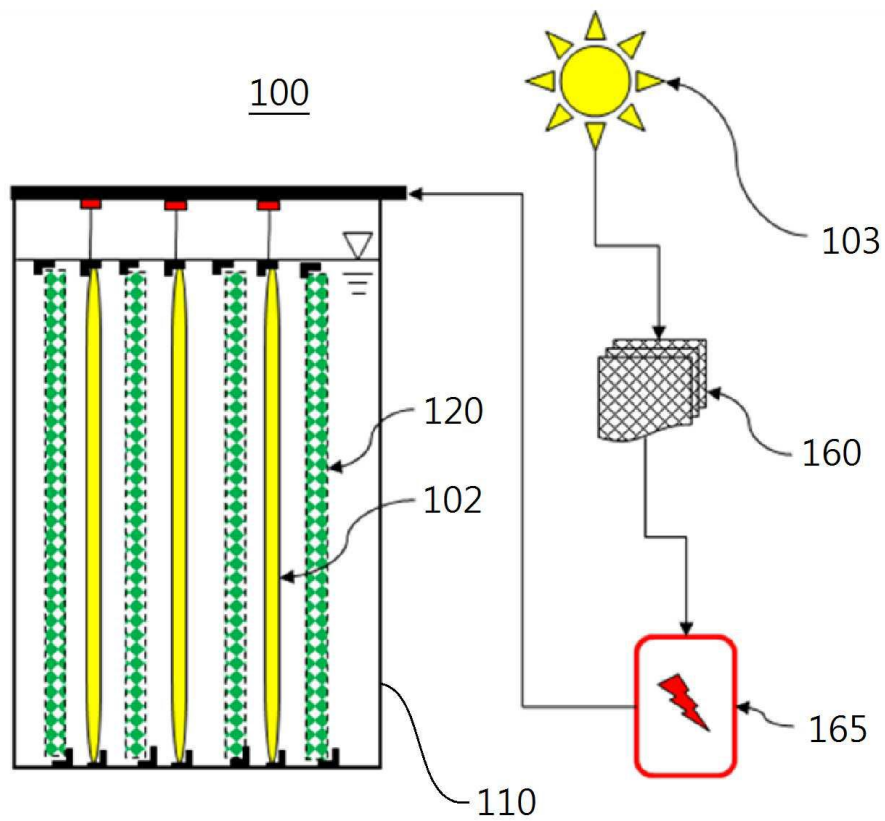
도면7



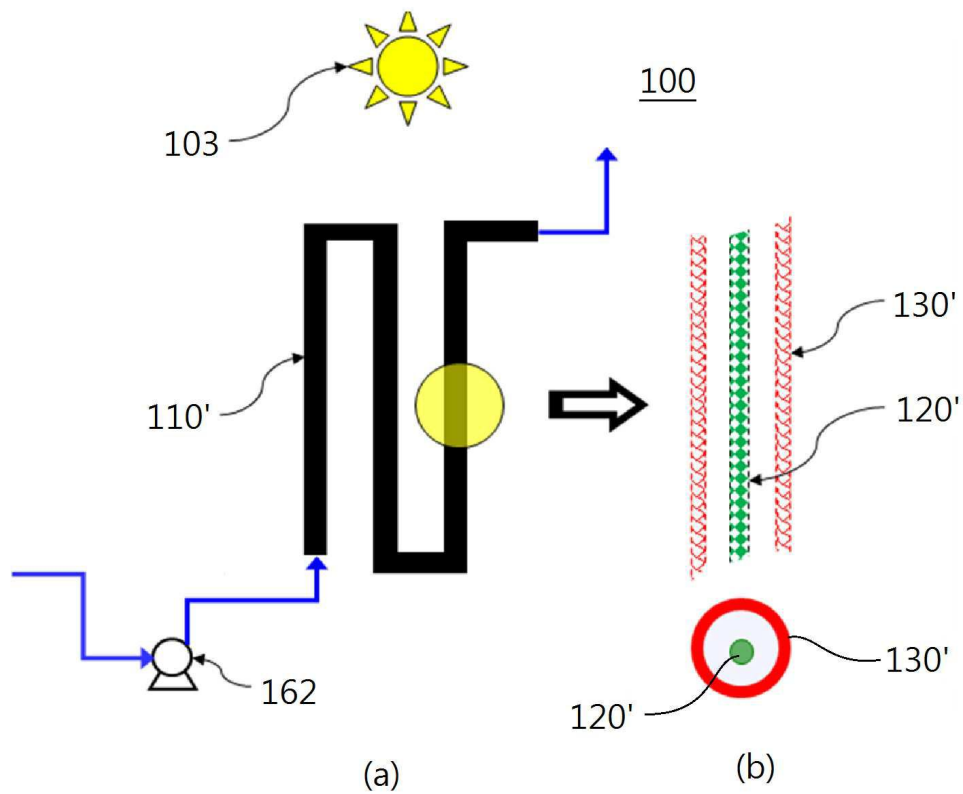
도면8



도면9



도면10



도면11

