



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월22일

(11) 등록번호 10-1688800

(24) 등록일자 2016년12월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 9/00 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01) *C02F 1/66* (2006.01)

C02F 1/78 (2006.01) *C02F 3/00* (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01) *C02F 3/20* (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01) *C02F 3/32* (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 9/00 (2013.01)

C02F 1/44 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0056269

(22) 출원일자 2016년05월09일

심사청구일자 2016년05월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR101054613 B1*

JP2007237096 A*

KR1020110112657 A*

KR1020020016226 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

김현철

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

(74) 대리인

유병옥, 한승범

전체 청구항 수 : 총 11 항

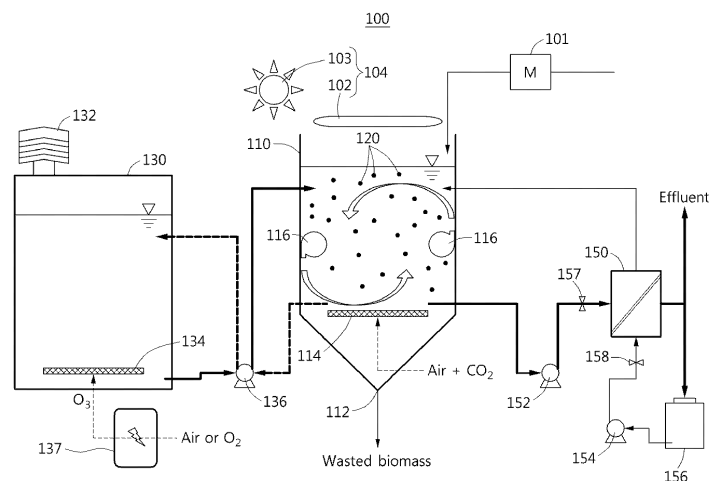
심사관 : 이진욱

(54) 발명의 명칭 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템은, 역삼투 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링 하는 광학 모니터부; 상기 농축수가 저장되는 생물반응조; 상기 생물반응조에 저장된 농축수와 반응하는 바이오매스; 상기 생물반응조에 저장된 농축수를 방류하는 분리막 여과부; 및 상기 광학 모니터부에서 모니터링된 농축수의 이분해성 유기물질 분율과 난분해성 유기물질의 분율에 따라 선택적으로 사용되는 오존접촉조;를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

C02F 1/52 (2013.01)
C02F 1/66 (2013.01)
C02F 1/78 (2013.01)
C02F 3/006 (2013.01)
C02F 3/1263 (2013.01)
C02F 3/1284 (2013.01)
C02F 3/20 (2013.01)
C02F 3/322 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2015R1A2A2A03005744
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구자 지원사업
연구과제명	신개념 RO 농축수 처리 전략 및 시스템 최적화 연구
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교
연구기간	2015.05.01 ~ 2018.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

역삼투 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링 하는 광학 모니터부;

상기 농축수가 저장되는 생물반응조;

상기 생물반응조에 저장된 농축수와 반응하는 바이오매스;

상기 생물반응조에 저장된 농축수를 방류하는 분리막 여과부; 및

상기 광학 모니터부에서 모니터링된 농축수의 이분해성 유기물질 분율과 난분해성 유기물질의 분율에 따라 선택적으로 사용되는 오존접촉조;

를 포함하되,

상기 역삼투 농축수 중 생물학적 분해가능한 이분해성 유기물질의 분율이 난분해성 유기물질의 분율 보다 많은 경우 상기 생물반응조는, 자연 일광 또는 일조 시간대 전기에너지로 전환된 인공조명을 간헐적으로 이용하고 공기와 혼합하여 주입된 이산화탄소 및 상기 바이오매스를 이용하여 TN, TP 및 COD를 동시에 제거하고,

상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조는, 상기 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 자연광 또는 인공광이 조사되는 동안에 상기 농축수로부터 라디칼 소모물질을 제거하고 상기 농축수의 pH를 증가시키는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조는, 상기 생물반응조 내 혼탁액의 유동을 차단하여 상기 바이오매스를 침전시키고 고액 분리된 농축수를 상기 오존접촉조로 이송시키는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 오존접촉조는,

상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조로부터 농축수를 전달받아 오존고도산화 처리하여 생물학적 분해가능 유기물질 분율을 증가시키는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 생물반응조에는 교반부가 더 마련되며,

상기 교반부는 상기 오존접촉조에서 농축수의 오존산화처리 효율을 증가시키기 위하여, 상기 생물반응조에 저장된 농축수의 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시키는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 라디칼 소모물질이 제거되고 pH가 증가되어 알칼리성이 된 상기 농축수는 상기 오존접촉조로 유입되어 오존고도산화에 의해 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 증가되는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 생물반응조는 상기 오존접촉조를 거쳐 상기 생물반응조에 유입된 상기 농축수에서 TN, TP 및 COD를 동시에 제거하고,

공기와 함께 혼입되는 이산화탄소에 의해 알칼리성의 상기 농축수는 처리 동안 중성의 pH를 가지도록 조절되는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 역삼투 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 공기가 혼입되고 동시에 자연광 또는 인공광이 조사되지 않거나 상기 바이오매스 상호간 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나 다른 이유로 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 역삼투 농축수로부터 생물학적 분해가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 COD, TN 및 TP를 동시에 제거하는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 바이오매스는,

세네데스무스(Scenedesmus), 아쿠토데스무스(Acutodesmus) 및 클로렐라(Chlorella)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 조류를 포함하는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 역삼투 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 공기와 이산화탄소가 혼입되고 동시에 자연광 또는 인공광이 조사되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 공기와 혼합하여 주입된 이산화탄소를 탄소원으로 사용하여 TN 및 TP를 동시에 제거하는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 시스템.

청구항 12

제 1 항 및 제 4 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템을 이용한 역삼투 농축수 처리 방법에 있어서,

상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계;

상기 농축수를 상기 생물반응조에 주입하는 단계;

상기 생물반응조 내에서 상기 바이오매스와 상기 농축수를 반응시키는 단계;

상기 바이오매스와 반응된 상기 농축수에서 TN, TP 및 COD를 제거하고 농축수의 pH를 조절하는 단계;

상기 바이오매스를 침전시키는 단계; 및

상기 생물반응조에서 농축수를 여과/방류시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계에서 상기 농축수에 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 많을 경우에는,

상기 농축수를 상기 생물반응조에 주입하는 단계;

상기 생물반응조에 주입된 상기 농축수에서 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시키는 단계;

상기 생물반응조에서 상기 바이오매스를 침전시키는 단계; 및

상기 생물반응조에서 상기 농축수를 상기 오존접촉조로 주입하는 단계(1330);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 역삼투 농축수 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 상세하게는, 바이오매스를 이용하여 단일 생물 반응조 내에서 농축수에 포함된 총질소와 총인 등을 동시에 제거할 수 있고 또한, 농축수에 포함된 난분해성 유기물질을 이분해성 유기물질로 전환하여 농축수를 처리할 수 있도록 구성된 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 기후변화 등의 영향으로 물 부족 현상을 완화하기 위한 가장 현실적인 대안의 하나로 도시하수 처리수를 재이용하는 방식이 장래의 안정적인 대체 용수 확보방안으로 간주되고 있다.

[0003] 도시하수처리장 재이용수의 안정적 수질확보를 위해서 역삼투막 기반의 공정운용이 필수적이나 COD(유기물질), TN(총질소), TP(총인) 등을 포함하는 하수처리 방류수 수질기준을 크게 상회하는 역삼투 농축수가 필연적으로 발생됨에 따라서 역삼투 농축수를 별도로 정화하는 수단이 요구되고 있다.

[0004] 또한, 역삼투 농축수 내 무기질소 성분의 구성은 도시하수처리공정의 특성과 효율 및 안정성에 좌우되기 때문에 종래의 생물학적공정을 이용하는 농축수 처리 방식은 분리된 반응조에서 질산화와 탈질산화를 모두 달성해야 가능하였다.

[0005] 그리고, 농축수 내 낮은 C/N 비(Carbon/Nitrogen ratio)와 더불어 종속영양 미생물군에 의해 쉽게 이용 가능한 유기물 분율이 도시하수유입원수에 비해 현저히 낮기 때문에 생물학적 탈질산화를 통한 TN 제거시 별도의 외부 유기탄소원의 주입이 요구되고 그에 따라 운영비가 상승되는 단점이 있다.

[0006] 또한, 종래의 화학적 응용기술을 통한 TP 제거 방식은 생물학적 공정에 비해 안정적 처리효율을 기대할 수 있으

나 별도의 화학약품주입 및 교반시설을 구축하여야 하며, 통상의 응집제 사용에 따라 약품비와 슬러지 처리비 등 추가의 운전비용과 무기성 폐기물 발생을 야기하는 단점이 있다.

[0007] 나아가 대부분의 역삼투 공정을 포함하는 처리시설 운영주체가 막오염을 방지하기 위해 사용하는 염소계 화학물질로 인해 역삼투 농축수의 염분농도가 크게 증가하여 농축수 처리를 위한 생물학적 처리공정에서 세포 내 기능 저하와 바이오매스 침강성을 저하시켜 COD 유출량을 증가시키는 단점이 있다.

[0008] 따라서, 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명을 제안하게 되었으며, 이와 관련된 선행 기술문헌으로는, 대한민국 등록특허 등록번호 10-1017006호의 '역삼투 농축수 처리 장치 및 그 처리 방법'이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 역삼투 농축수에 포함된 총질소와 총인 그리고 생물 분해 가능한 유기물질을 단일 생물반응조 내에서 동시에 제거할 수 있도록 구성된 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템은, 역삼투 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링 하는 광학 모니터부; 상기 농축수가 저장되는 생물반응조; 상기 생물반응조에 저장된 농축수와 반응하는 바이오매스; 상기 생물반응조에 저장된 농축수를 방류하는 분리막 여과부; 및 상기 광학 모니터부에서 모니터링된 농축수의 이분해성 유기물질 분율과 난분해성 유기물질의 분율에 따라 선택적으로 사용되는 오존접촉조;를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 역삼투 농축수 중 생물학적 분해가능한 이분해성 유기물질의 분율이 난분해성 유기물질의 분율 보다 많은 경우 상기 생물반응조는, 자연 일광 또는 일조 시간대 전기에너지로 전환된 인공조명을 간헐적으로 이용하고 공기와 혼합하여 주입된 이산화탄소 및 상기 바이오매스를 이용하여 TN, TP 및 COD를 동시에 제거할 수 있다.

[0012] 상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조는, 상기 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 자연광 또는 인공광이 조사되는 동안에 상기 농축수로부터 라디칼 소모물질을 제거하고 상기 농축수의 pH를 증가시킬 수 있다.

[0013] 상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조는, 상기 생물반응조 내 혼탁액의 유동을 차단하여 상기 바이오매스를 침전시키고 고액 분리된 농축수를 상기 오존접촉조로 이송시킬 수 있다.

[0014] 상기 오존접촉조는, 상기 농축수 중 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많은 경우 상기 생물반응조로부터 농축수를 전달받아 오존고도산화 처리하여 생물학적 분해가능 유기물질 분율을 증가시킬 수 있다.

[0015] 상기 생물반응조에는 교반부가 더 마련되며, 상기 교반부는 상기 오존접촉조에서 농축수의 오존산화처리 효율을 증가시키기 위하여, 상기 생물반응조에 저장된 농축수의 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시킬 수 있다.

[0016] 상기 라디칼 소모물질이 제거되고 pH가 증가되어 알칼리성이 된 상기 농축수는 상기 오존접촉조로 유입되어 오존고도산화에 의해 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 증가될 수 있다.

[0017] 상기 생물반응조는 상기 오존접촉조를 거쳐 상기 생물반응조에 유입된 상기 농축수에서 TN, TP 및 COD를 동시에 제거하고, 공기와 함께 혼입되는 이산화탄소에 의해 알칼리성의 상기 농축수는 처리 동안 중성의 pH를 가지도록 조절될 수 있다.

[0018] 상기 역삼투 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 공기가 혼입되고 동시에 자연광 또는 인공광이 조사되지 않거나 상기 바이오매스 상호간 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나 다른 이유로 광투과율이 제한되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 역삼투 농축수로부터 생물학적 분해가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 COD, TN 및 TP를 동시에 제거할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 역삼투 농축수와 상기 바이오매스를 포함하는 상기 생물반응조에 공기와 이산화탄소가 혼입되고 동

시에 자연광 또는 인공광이 조사되는 조건하에서, 상기 바이오매스는 상기 공기와 혼합하여 주입된 이산화탄소를 탄소원으로 사용하여 TN 및 TP를 동시에 제거할 수 있다.

[0020] 상기 바이오매스는, 세네데스무스(Scenedesmus), 아쿠토데스무스(Acutodesmus) 및 클로렐라(Chlorella)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 조류를 포함할 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명은, 상기한 역삼투 농축수 처리 시스템을 이용한 역삼투 농축수 처리 방법에 있어서, 상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계; 상기 농축수를 상기 생물반응조에 주입하는 단계; 상기 생물반응조 내에서 상기 바이오매스와 상기 농축수를 반응시키는 단계; 상기 바이오매스와 반응된 상기 농축수에서 TN, TP 및 COD를 제거하고 농축수의 pH를 조절하는 단계; 상기 바이오매스를 침전시키는 단계; 및 상기 생물반응조에서 농축수를 여과/방류시키는 단계;를 포함하는 역삼투 농축수 처리 방법을 제공할 수 있다.

[0022] 상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계에서 상기 농축수에 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 많을 경우에는, 상기 농축수를 상기 생물반응조에 주입하는 단계; 상기 생물반응조에 주입된 상기 농축수에서 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시키는 단계; 상기 생물반응조에서 상기 바이오매스를 침전시키는 단계; 및 상기 생물반응조에서 상기 농축수를 상기 오존접촉조로 주입하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법은, 역삼투 농축수에 포함된 총질소와 총인 그리고 생물분해 가능한 유기물질을 단일 생물반응조 내에서 동시에 제거할 수 있으므로, 농축수 처리 시스템이 간소해지고 공정을 단순화할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법은, 바이오매스를 이용하여 역삼투 농축수에 포함된 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 형태의 무기질소를 제거할 수 있으므로, 탈질산화를 위해 사용하는 외부 유기탄소원이 필요 없다.

[0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법은, 화학적 또는 전기화학적 응용기술을 이용한 인 제거 방식과 달리 별도의 화학약품 또는 고출력의 전기에너지 사용을 요구하지 않는다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법은, 난분해성 유기물질의 생분해도를 향상시키기 위한 종래의 고도산화공정과 달리 오존처리와 더불어 자외선 조사와 같은 별도의 공정조합($\text{O}_3\text{+UV}$)이나, 화학적 pH 조절+ O_3 , $\text{O}_3\text{+H}_2\text{O}_2$ 등의 약품주입을 필요로 하지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템이 이분해성 유기물질을 포함하는 농축수의 처리 과정을 보여주는 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템이 난분해성 유기물질을 포함하는 농축수의 처리 과정을 보여주는 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템에 의하여 농축수에 포함된 총인과 총질소 및 유기물질의 변화량을 보여주는 그래프.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 방법의 순서도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 생물반응조에 인공광 또는 자연광이 조사되었을 시에 라디칼 소모물질과 pH의 변화량을 보여주는 실험데이터 그래프.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템에 의해 농축수에 포함된 COD, TN, TP가 동시에 제거됨을 보여주는 실험데이터 그래프.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 생물반응조에 저장된 바이오매스의 침강성 변화량을 보여주는 실험데이터 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0029] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0030] 이하, 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템 및 방법이 상세하게 설명된다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략된다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템의 구성을 보여주는 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템이 이분해성 유기물질을 포함하는 농축수의 처리과정을 보여주는 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템이 난분해성 유기물질을 포함하는 농축수의 처리과정을 보여주는 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템에 의하여 농축수에 포함된 총인과 총질소 및 유기물질의 변화량을 보여주는 그래프이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 방법의 순서도이다.
- [0032] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)은, 역삼투 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링 하는 광학 모니터부(101)와, 상기 농축수가 유입되어 저장되는 생물반응조(110)와, 상기 생물반응조(110)에 공급되어 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수와 반응하는 바이오매스(120); 및 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수를 여과하여 방류하는 분리막 여과부(150);를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 광학 모니터부(101)는 상기 생물반응조(110)로 공급되어 저장되는 역삼투 농축수 내의 생물학적 유기물질을 모니터링하여 농축수에 포함된 유기물질의 난분해성 분율 또는 이분해성 분율을 검출할 수 있다.
- [0034] 상기 광학 모니터부(101)는 도시하수처리 방류수 재이용 시스템(미도시) 등에서 발생하는 역삼투 농축수가 생물반응조(110)에 최초로 유입되기 전에 역삼투 농축수 중 COD(화학적 산소 요구량)로 정량되는 유기물질의 생분해 정도를 모니터링할 수 있다. 이 때, 광학 모니터부(101)는 역삼투 농축수 중 COD의 난분해성 분율과 이분해성 분율의 상대적 정량 분석에 광학적 분석 방법을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0035] 상기 광학 모니터부(101)는 역삼투 농축수 중 유기물질의 생분해 정도를 분석하기 위해서 유입되는 역삼투 농축수를 일정한 시간 동안 가둬두는 컨테이너(미도시)를 포함할 수 있다. 또한, 유기물질의 생분해 정도를 분석하여 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 많은지, 난분해성 유기물질의 분율이 많은지를 저장하고 그 결과에 따라 상기 생물반응조(110)의 작동 여부를 제어하는 제어부(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [0036] 상기 생물반응조(110)는, 도시되지 않은 역삼투압 정수장치 또는 도시하수처리 방류수 재이용 시스템으로부터 역삼투 농축수를 공급받을 수 있다. 즉, 도시되지 않은 역삼투압 정수장치 또는 도시하수처리 방류수 재이용 시스템에서 발생한 역삼투 농축수는 광학 모니터부(101)를 거친 후 역삼투 농축수 중 유기물질의 생분해 정도에 관계없이 생물반응조(110)에 유입된다.
- [0037] 상기 생물반응조(110)는 상기 역삼투 농축수와 상기 바이오매스(120)가 인공광 조명수단(102) 또는 자연광(103)을 포함하는 광원부(104)에 노출될 수 있도록 그 상부가 개방된 형태를 가질 수 있다. 광원부(104)는 자연광 또는 일조 시간대 전기에너지로 전환된 인공광 조명수단(102)을 간헐적으로 이용할 수 있다.
- [0038] 여기서, 생물반응조(110)는 슬러지 블랭킷 반응조(SBR: Sludge Blanket Reactor) 형태인 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 생물반응조(110)의 하부에는 제1 디퓨저(114)가 구비되고, 생물반응조(110)의 중간 부분에는 교반부(116)가 마련될 수 있다. 제1 디퓨저(114)를 통해서 생물반응조(110) 내부에 공기(Air) 및 이산화탄소가 공급될 수 있다. 교반부(116)는 침식식 교반장치로서, 생물반응조(110) 내부의 역삼투 농축수와 바이오매스(120)가 생물학적 반응을 원활하게 할 수 있도록 교반하여 반응을 완료한 바이오매스(120)가 생물반응조(110)의 하부로 침전될 수 있다.
- [0040] 상기 생물반응조(110)에서 배양된 바이오매스(120)는, 상기 생물반응조(110)의 하부로 침전되어 상기 생물반응조(110)의 하단에 형성된 배출구(112, 도1참조)를 통해 도시되지 않은 바이오매스 수집부로 배출될 수 있다.
- [0041] 한편, 상기 바이오매스(120)는 상기 생물반응조(110)에 투입되어 역삼투압 정수장치 등으로부터 생물반응조

(110)로 공급된 역삼투 농축수와 생물학적으로 반응할 수 있다.

- [0042] 여기서, 상기 바이오매스(120)는 세네데스무스(*Scenedesmus*), 아쿠토데스무스(*Acutodesmus*) 및 클로렐라(*Chlorella*)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 조류일 수 있다. 여기서, 상기 세네데스무스 종(*Scenedesmus species*)으로는 *S. quadricauda*, *acutus*, *obliquus*, *bijuga*를 포함할 수 있고, 상기 아쿠토데스무스 종(*Acutodesmus species*)으로는 *obliquus*를 포함할 수 있으며, 클로렐라 종(*Chlorella speices*)으로는 *vulgaris*를 포함할 수 있다.
- [0043] 상기와 같은 바이오매스(120)는, 전술한 광원부(104)에서 조사되는 빛을 에너지원으로 하고 동시에 상기 생물반응조(110)에 마련된 제1 디퓨저(114)에서 공기와 혼합되어 유입되는 이산화탄소를 탄소원으로 하여, 상기 생물반응조(110) 내에서 배양될 수 있다.
- [0044] 상기 바이오매스(120)가 배양되는 과정에서 바이오매스의 양이 늘어나게 되면서 농축수에 포함된 총질소(TN)와 총인(TP)이 제거될 수 있다.
- [0045] 또한, 상기와 같은 종류의 바이오매스(120)는, 역삼투 농축수와 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)에 제1 디퓨저(114)를 통해서 공기가 혼입되고 동시에 광원부(104)에서 자연광 또는 인공광이 조사되지 않거나, 바이오매스 상호 간의 간섭에 의해 광차폐 현상이 발생하거나, 또는 다른 이유로 광투과율이 제한되는 조건하에서 역삼투 농축수로부터 생분해 가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 COD와 TN 그리고 TP를 동시에 제거할 수 있다.
- [0046] 참고로, 상기 제1 디퓨저(114)는 도시되지 않은 공기 공급장치와 연결되어 있어서 상기 생물반응조(110)로 산소와 이산화탄소를 주입할 수 있다.
- [0047] 한편, 상기 생물반응조(110)의 일측에는 분리막 여과부(150)가 마련될 수 있다. 상기 분리막 여과부(150)는 상기 생물반응조(110)에서 총질소와 총인 그리고 유기물질이 줄어든 농축수를 제1이송펌프(152)를 통해 전달받아 최종적으로 방류할 수 있다. 이때, 상기 제1이송펌프(152)와 상기 분리막 여과부(150)를 연결하는 농축수 이송관(미도시)에는 농축수의 이송량을 제어하는 제1밸브(157)가 마련될 수 있다.
- [0048] 상기 생물반응조(110) 내에서 처리된 역삼투 농축수는 제1 이송펌프(152)를 통해서 분리막 여과부(150)로 유입되고, 분리막 여과부(150)를 거친 처리수는 방류되거나 역세척용수 공급부(156)로 유입될 수 있다. 상기 역세척용수 공급부(156)는, 역세척용수를 상기 분리막 여과부(150)로 이송하는 제3이송펌프(154)를 포함할 수 있다. 이때, 상기 제3이송펌프(154)와 상기 분리막 여과부(150)를 연결하는 역세척용수 공급관(미도시)에는 역세척용수의 이송량을 제어하는 제2밸브(158)가 마련될 수 있다.
- [0049] 따라서, 상기 제1이송펌프(152)가 정지하고 동시에 상기 제1밸브(157)가 닫힌 조건하에서, 상기 역세척용수 공급부(156) 내 처리수는 제3이송펌프(154)를 통해서 분리막 여과부(150)로 유입되고, 농축수 흐름 역방향으로 분리막 여과부(150)를 거친 처리수는 상기 분리막 여과부(150)와 상기 생물반응조(110)를 연결하는 이송관(미도시)을 통하여 상기 생물반응조(110)로 다시 유입될 수 있다.
- [0050] 상기와 같은 역세척용수 공급부(156) 내 처리수를 이용하여 분리막 여과부(150)를 세척하는 구성은, 해당분야의 당업자라면 누구나 쉽게 실시할 수 있는 공지의 구성이므로, 본 발명의 일 실시예에서는 그 구체적인 설명이 생략된다.
- [0051] 또한, 상기 생물반응조(110)의 일측에는 오존접촉조(130)가 마련될 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)은, 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 광학 모니터부(101)에서 모니터링된 농축수 내에 이분해성 유기물질과 난분해성 유기물질의 분율에 따라 선택적으로 사용되는 오존접촉조(130)를 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 생물반응조(110)와 상기 오존접촉조(130) 사이에는 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수를 상기 오존접촉조(130)로 이송하거나 상기 오존접촉조(130)에 저장된 농축수를 상기 생물반응조(110)로 이송하는 제2이송펌프(136)가 마련될 수 있다.
- [0053] 상기 오존접촉조(130)는, 산소 또는 공기를 이용하여 오존을 발생시키는 오존 발생장치(137)와 연결되어 상기 오존접촉조(130)의 내부로 오존을 주입하는 제2 디퓨저(134)와 상기 오존접촉조(130)의 내부에 형성된 오존배가스를 파괴하거나 제거하는 오존배가스 제거부(132)를 포함할 수 있다.
- [0054] 상기 광학 모니터부(101)에서 감지한 결과 역삼투 농축수 중 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 큰 경우에는

생물반응조(110)만을 이용하여 농축수를 처리하게 되는데, 그 과정은 도 2에 도시된 바와 같다.

- [0055] 역삼투 농축수 내의 유기물질이 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 큰 경우에는 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 일조 시간대에는 자연광(103) 또는 전기에너지로 전환된 인공광(102)을 공급하면서 제1 디퓨저(114)를 통해 이산화탄소(5~10% v/v)를 공기와 혼합 공급하여 바이오매스(120)를 성장시키고, 교반부(116)를 이용해 바이오매스(120)가 농축수와 충분히 반응할 수 있도록 만들어 준다. 다시 말하면, 자연광(103) 또는 인공광(102)이 조사되는 일조 시간대에 바이오매스(120)는 빛을 에너지원으로 이용하고 동시에 이산화탄소를 탄소원으로 이용하여 역삼투 농축수 중 총질소(TN)와 총인(TP)을 제거할 수 있다. 이 때, 만약 광차폐현상이 발생하게 되면 하기에서 언급한 바와 같이 유기물질(COD)도 제거될 수 있다.
- [0056] 또한, 일몰 시간대에는 도 2의 (b)와 같이 공기 공급장치와 연결된 제1 디퓨저(114)를 이용하여 생물반응조(110)에 공기만 주입할 수 있다. 다시 말하면, 도 2의 (a)와 (b)에 도시된 바와 같이, 자연광(103) 또는 인공광 조명수단(102)에 의해 빛이 조사되지 않거나 혹은 바이오매스 간의 간섭에 의해 광차폐현상이 일어나는 조건에서 바이오매스(120)는 역삼투 농축수로부터 생분해 가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여, 바이오매스(120)가 배양되어 농축수에 포함된 총질소(TN)와 총인(TP) 그리고 유기물질(COD)이 제거될 수 있다. 이 때, 바이오매스(120)는 유기물질을 산화분해하기 위해 산소를 이용하기 때문에 생물반응조(110)에 공기만 주입하게 된다.
- [0057] 도 2의 (a) 및 (b)의 과정을 반복함으로써 바이오매스(120)가 농축수에 포함된 총질소(TN)와 총인(TP) 그리고 유기물질(COD)을 제거하여 생물반응조(110)의 하부로 침전될 수 있다. 참고로, 도 8은 높은 염분농도(8000 mg/L as Cl^-)의 농축수 처리 이후에도 바이오매스(조류)의 침강성이 저하되지 않는다는 실험데이터 그래프이다. 도 8을 참조하면, 농축수 처리 전의 바이오매스의 침강성과 농축수 처리 후의 바이오매스의 침강성이 크게 변화되지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 농축수 처리 시스템(100)은 역삼투 농축수 중 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 큰 경우에는 역삼투 농축수에 포함된 ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 형태의) 총질소와 총인 그리고 생물분해 가능한 유기물질을 단일 생물반응조(110) 내에서 동시에 제거하여 공정 단순화를 달성할 수 있다.
- [0059] 참고로, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)을 사용하여 농축수에 포함되어 있는 무기질소의 형태($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$)에 관계없이 농축수 중 COD, TN, TP가 거의 동시에 제거됨을 보여주는 실험 데이터이다. 도 7을 참조하면, 시간이 경과될 수록 COD, TN, TP가 동시에 줄어드는 것을 볼 수 있다.
- [0060] 또한, 종래의 생물학적 처리공정에서 탈질산화를 위해 사용하는 외부 유기탄소원이 필요 없고, 화학적 또는 전기화학적 응용기술을 이용한 TP 제거 방식과 달리 별도의 화학약품 또는 고출력의 전기에너지를 사용할 필요가 없다. 또한, 필요에 따라 생물반응조(110)에서 별도의 화학약품 주입 없이 생물학적 처리로 중탄산염 등의 라디칼 소모물질을 제거하고 알칼리성의 중간처리수를 생산할 수도 있다.
- [0061] 만약, 역삼투 농축수 중 생물학적 난분해성 유기물질의 분율이 큰 경우에는 도 3의 과정에 의해 유기물질 중 생물학적 분해가능 분율을 증가시킨 다음에 도 2의 과정을 거치게 된다.
- [0062] 상기 오존접촉조(130)는, 상기 생물반응조(110)로 공급되는 농축수 내에 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 상대적으로 많을 경우, 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 과정과 같이 상기 생물반응조(110)로부터 농축수를 전달받아 생분해가능 유기물질 분율을 증가시킬 수 있다. 즉, 상기 오존접촉조(130)는, 상기 생물반응조(110)에 공급된 농축수가 난분해성 유기물질을 이분해성 유기물질보다 더 많이 포함할 경우에, 상기 생물반응조(110)에서 농축수를 전달받아 오존산화처리할 수 있다.
- [0063] 역삼투 농축수 중 난분해성 유기물질의 분율이 큰 경우에는, 도 3의 (a)와 같이 생물반응조(110) 내 혼탁액의 유동을 차단하여 도 3의 (b)와 같이 바이오매스(120)를 침전시키고, 도 3의 (c)와 같이 고액 분리된 농축수를 오존접촉조(130)로 이송하여 오존산화장치를 이용하여 처리함으로써 생물학적 분해가능 분율이 증가될 수 있다.
- [0064] 도 3의 (a) 및 (b) 과정에서는, 바이오매스(120)와 난분해성 분율이 큰 유기물질을 포함하는 역삼투 농축수를 반응시킴으로써, 역삼투 농축수의 오존산화처리에 앞서 역삼투 농축수와 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)에 자연광(103) 또는 인공광(102)이 조사되는 동안에 교반부(116)에 의해서 바이오매스(120)와 농축수가 충분히 반응할 수 있도록 만들어 농축수로부터 라디칼 소모물질을(예, HCO_3^-) 저감하고 동시에 농축수의 pH를 증가시켜서 알칼리성의 농축수를 얻을 수 있다.

- [0065] 도 3의 (c) 과정에서는, 오존접촉조(130)로 유입된 농축수에 제2 디퓨저(134)를 통해서 오존을 공급하여 오존고도산화 처리를 수행하게 된다. 이와 같은 오존고도산화 처리를 통해서 농축수 내 생물학적 분해가능 유기물질이 증가하게 된다.
- [0066] 도 3의 (c) 과정을 거친 후, 오존처리된 역삼투 농축수는 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)로 이송되어 도 2의 (a)~(c) 과정을 거치면서 농축수가 처리될 수 있다.
- [0067] 오존산화에 의해서 농축수 내 이분해성 물질로 전환된 유기물질을 비롯하여 잔류하는 TN 및 TP를 제거하며, 공기와 함께 혼입되는 이산화탄소에 의해 알칼리성의 농축수는 처리되는 동안 알칼리성의 pH에서부터 방류 가능한 중성의 pH로 조절될 수 있다. 이 때, 역삼투 농축수 중 난분해성 유기물질의 분율이 많은 경우에는 도 3의 과정을 거친 후 수행되는 도 2의 (a) 과정에서 농축수가 방류 가능한 중성의 pH를 가지도록 pH를 조절하거나 낮춘다는 점에서 생물학적 분해가능 유기물질의 분율이 많은 경우에 수행되는 도 2의 (a) 과정과 차이가 있다.
- [0068] 상기 생물반응조(110) 내 혼탁액의 유동을 차단하여 바이오매스(120)를 침전시킴으로써 고액 분리된 농축수는 그대로 방류하거나 필요시 별도로 구성된 통상의 분리막 여과부(150)를 거쳐 최종 방류될 수 있다.
- [0069] 다시 설명하면, 상기 생물반응조(110)에 저장된 난분해성 유기물질을 포함한 농축수는, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 상기 생물반응조(110)의 내부에 마련된 교반부(116)에 의해 바이오매스(120)와 교반될 수 있다.
- [0070] 상기 교반부(116)는, 상기 바이오매스(120)로 하여금 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수의 pH를 증가시켜 알칼리성의 농축수를 얻고 라디칼 소모물질을 저감할 수 있다. 즉, 생물반응조(110)에 저장된 농축수를 알칼리 특성으로 변경하여 라디칼반응을 촉진할 수 있다. 다시 말해, 상기 교반부(116)는 상기 오존접촉조(130)에서 농축수의 오존산화처리 효율을 증가시키기 구성이라 할 수 있다.
- [0071] 참고로, 상기 교반부(116)는 생물반응조(110)에 저장된 농축수가 일정 pH를 가지게 될 때까지 작동되는바, 상기 생물반응조(110)에는 상기 농축수의 pH를 모니터링하는 pH 모니터부(미도시)가 더 마련될 수 있다. 따라서, 상기 교반부(116)는 상기 pH 모니터부에서 농축수의 pH를 전달받아 목표하고자 하는 pH를 농축수가 가질 시에 작동이 정지될 수 있다.
- [0072] 상기 교반부(116)에 의하여 농축수의 pH가 일정치로 증가되면, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 교반부(116)는 구동을 멈추게 되고, 상기 바이오매스(120)는 생물반응조(110)의 하부로 침전될 수 있다. 그리고, 상기 생물반응조(110)에서 pH가 증가된 알칼리성의 농축수는 제2이송펌프(136)를 통해 상기 오존접촉조(130)로 이송될 수 있다.
- [0073] 상기 오존접촉조(130)로 이송된 농축수는 오존에 의해 오존산화처리되어 생물학적 분해가능 분율이 증가될 수 있다. 이에 따라, 난분해성 유기물질이 대부분을 차지하였던 농축수는 상기 오존접촉조(130)에서 이분해성 유기물질이 대부분을 차지하는 농축수로 변경될 수 있다.
- [0074] 그리고, 상기 오존접촉조(130)에서 오존산화 처리된 농축수는 다시 상기 생물반응조(110)로 이송될 수 있다.
- [0075] 상기 생물반응조(110)로 반송된 농축수는, 앞에서 설명되었던 과정, 즉, 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 상기 생물반응조(110) 내에서 자연광(103) 또는 일조 시간대에 전기에너지로 전환된 인공광 조명수단(102)에 의해 조사되는 빛 에너지와 상기 제1 디퓨저(114)에서 공기와 함께 주입되는 이산화탄소에 의하여 총질소(TN)와 총인(TP)이 제거될 수 있다. 여기서, 생물반응조(110)로 반송된 농축수는 알칼리성을 가지게 되는데, 상기 제1 디퓨저(114)에서 공기와 함께 주입되는 이산화탄소에 의하여 방류 가능한 중성의 pH로 조절될 수 있다.
- [0076] 그리고, 상기 생물반응조(110)의 하부로 침전되었던 바이오매스(120)는 상기 광원부(104)에서 제공하는 빛 에너지와 제1 디퓨저(114)에서 배출되는 공기 및 이산화탄소에 의하여 상기 생물반응조(110)의 상부로 부유되어 농축수와 반응할 수 있다.
- [0077] 그 다음, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 자연광(103) 또는 인공광 조명수단(102)에 의해 빛이 조사되지 않거나 혹은 바이오매스 간의 간섭에 의해 광차폐현상이 일어나는 조건에서는 역삼투 농축수로부터 생분해 가능한 유기물질을 에너지원 및 탄소원으로 사용하여 농축수에 포함된 총질소(TN)와 총인(TP) 그리고 유기물질(COD)이 동시에 제거될 수 있다.
- [0078] 그리고, 도 2의 (c)에 도시된 바와 같이, 상기 생물반응조(110)에서 총질소와 총인 그리고 유기물질이 제거된 농축수를 상기 분리막 여과부(150)로 이송하여 강이나 하천 등으로 방류할 수 있다.
- [0079] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)은, 역삼투 농축수의 오존산화처리에

앞서 역삼투 농축수와 바이오매스(120)를 포함하는 생물반응조(110)에 공기와 이산화탄소가 주입되지 않는 조건 하에서 자연광 또는 인공광이 조사되는 동안에 농축수로부터 라디칼 소모물질을(예, HCO_3^-) 저장하고 동시에 농축수의 pH를 증가시켜서 알칼리성의 농축수를 얻을 수 있다. 또한, 역삼투 농축수와 바이오매스를 포함하는 생물반응조(110)에 자연광 또는 인공광이 조사되고 동시에 이산화탄소가 혼입되는 조건하에서, 바이오매스의 생장을 유지하고 그에 따라 역삼투 농축수로부터 TN 및 TP 제거를 동시에 달성할 수 있다.

[0080] 참고로, 도 6에는 농축수와 바이오매스를 포함하는 생물반응조(110)에 공기와 이산화탄소가 주입되지 않는 조건 하에서 인공광 또는 자연광을 24시간 및 48시간 동안 조사시켰을 경우에 라디칼 소모물질과 pH의 변화량을 보여주는 실험데이터 그래프가 도시되어 있다. 도 6에 도시된 바와 같이 인공광 또는 자연광의 조사시간이 늘어날수록 라디칼 소모물질은 줄어 들고 pH는 증가되는 것을 확인할 수 있다.

[0081] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)은, 농축수에 포함된 이분해성 유기물질과 난분해성 유기물질을 모니터링하고 그 결과에 따라 오존접촉조(130)와 교반부(116)를 선택적으로 사용하여 농축수의 생물학적 분해가능 분율을 증가시킬 수 있으므로, 생물학적 처리만으로 상기 생물반응조(110)에 별도의 화학약품을 주입할 필요없이 라디칼 소모물질을 제거하고 알칼리성의 중간처리수를 생성할 수 있다.

[0082] 또한, 종래의 고도산화공정에 비해 낮은 산화제 요구량으로 역삼투 농축수 자체에 포함된 난분해성 유기물질 외에도 바이오매스의 생장에 기인하여 분비되는 고분자 유기물질을 분해하여 농축수의 생분해가능 유기물질 분율을 증가시킬 수 있다.

[0083] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 시스템(100)을 사용하여 단일 생물반응조(110) 내에서 역삼투 농축수 중 COD, TN, TP가 거의 동시에 제거됨을 보여주는 실험 데이터이다. 도 4의 (a)~(c)를 참조하면, 40시간이 되는 때까지 COD, TN, TP가 동시에 줄어드는 것을 볼 수 있다.

[0084] 이하, 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 방법이 설명된다.

[0085] 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 방법은, 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계(1000)와, 상기 농축수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(1200)와, 상기 생물반응조(110) 내에서 바이오매스(120)와 농축수를 반응시키는 단계(1210)와, 상기 바이오매스(120)와 반응된 농축수에서 TN과 TP 그리고 COD를 제거하고 농축수의 pH를 조절하는 단계(1220)와, 상기 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(1230) 및 상기 생물반응조(110)에서 농축수를 여과/방류시키는 단계(1240)를 포함할 수 있다.

[0086] 상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링 하는 단계(1000)에서는, 상기 광학 모니터부(101)를 이용하여 상기 생물반응조(110)로 공급되는 농축수의 유기물질 상태를 모니터링할 수 있다. 이때, 상기 농축수에 이분해성 유기물질(즉, 생물학적 분해가능 유기물질)이 난분해성 유기물질보다 많을 경우에는 상기 농축수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(1200)와 상기 바이오매스(120)와 농축수를 반응시키는 단계(1210)를 수행할 수 있다.

[0087] 그리고, 상기 바이오매스(120)와 반응된 농축수에서 TN과 TP 그리고 COD를 제거하고 농축수의 pH를 조절하는 단계(1220)에서는, 상기 광원부(104)에 의한 빛 에너지와 상기 제1 디퓨저(114)에서 상기 생물반응조(110)로 주입되는 공기와 이산화탄소를 이용하여 상기 바이오매스(120)를 배양시킬 수 있다. 따라서, 상기 바이오매스(120)와 반응된 농축수에서 총질소와 총인 그리고 유기물질을 제거하고 농축수의 pH를 조절하는 단계(1220)에서는, 바이오매스(120)를 배양시켜 농축수에 포함된 총질소(TN)와 총인(TP) 그리고 유기물질(COD)이 제거되는 단계라 할 수 있다.

[0088] 그 다음, 상기 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(1230)에서는, 도 2의 (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.

[0089] 상기 생물반응조(110)에서 농축수를 여과/방류시키는 단계(1240)에서는, 앞에서 설명되었던 분리막 여과부(150)에 의하여 총질소(TN)와 총인(TP) 그리고 유기물질(COD)이 제거된 농축수가 최종적으로 하천이나 강으로 방류될 수 있다.

[0090] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 농축수 처리 방법은, 상기 농축수 내의 유기물질 상태를 모니터링하는 단계(1000)에서 상기 농축수에 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 많을 경우에는, 상기 농축수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(1300)와, 상기 생물반응조(110)에 주입된 농축수에서 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시키는 단계(1310)와, 상기 생물반응조(110)에서 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(1320) 및

상기 생물반응조(110)에서 농축수를 오존접촉조(130)로 주입하는 단계(1330)을 더 포함할 수 있다.

- [0091] 참고로, 농축수에 난분해성 유기물질이 이분해성 유기물질보다 많을 경우에 실시되는 상기 농축수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(1300)와 상기 생물반응조(110)에서 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(1320)는, 전술한, 농축수에 이분해성 유기물질이 난분해성 유기물질보다 많을 경우에 실시되는 상기 농축수를 생물반응조(110)에 주입하는 단계(1200)와 상기 생물반응조(110)에서 바이오매스(120)를 침전시키는 단계(1230)단계와 동일한 구성이므로, 이하에서는 그 구체적인 설명이 생략된다.
- [0092] 상기 생물반응조(110)에 주입된 농축수에서 라디칼 소모물질을 제거하고 pH를 증가시키는 단계(1310)에서는 상기 생물반응조(110)에 마련된 교반부(116)를 이용하여 상기 바이오매스(120)와 농축수를 교반시킬 수 있다.
- [0093] 그러면, 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수의 pH는 증가하게 되고 라디칼 소모물질은 제거될 수 있다. 즉, 상기 단계(1310)에서는 상기 생물반응조(110)에 저장된 농축수가 알칼리성으로 변경될 수 있다.
- [0094] 그리고, 농축수를 오존접촉조(130)로 주입하는 단계(1330)에서는 상기 생물반응조(110)에서 라디칼 소모물질이 제거되고 pH가 증가된 농축수를 오존접촉조(130)로 이송시킬 수 있다. 즉, 상기 단계(1330)에서는 상기 오존접촉조(130)에 저장된 농축수가 오존산화처리되어 생물학적 분해가능 분율이 증가될 수 있으며, 이에 따라, 난분해성 유기물질이 대부분을 차지하였던 농축수가 이분해성 유기물질이 대부분을 차지하는 농축수로 변경될 수 있다.
- [0095] 그리고, 상기 단계(1330)는 농축수에 이분해성 유기물질이 난분해성 유기물질보다 많을 경우에 수행되었던 상기 단계(1200, 1210, 1220, 1230, 1240)들과 연결될 수 있다. 즉, 상기 단계(1330)에서 오존산화처리된 농축수, 즉, 이분해성 유기물질이 난분해성 유기물질보다 많은 농축수는 다시 생물반응조(110)로 반송되어 앞에서 설명되었던 과정(1200, 1210, 1220, 1230, 1240)을 순차적으로 거쳐 하천이나 강으로 최종 방류될 수 있다.
- [0096] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.
- [0097] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0098] 100 : 역삼투 농축수 처리 시스템

101 : 광학 모니터부 104 : 광원부

110 : 생물반응조 114 : 제1 디퓨저

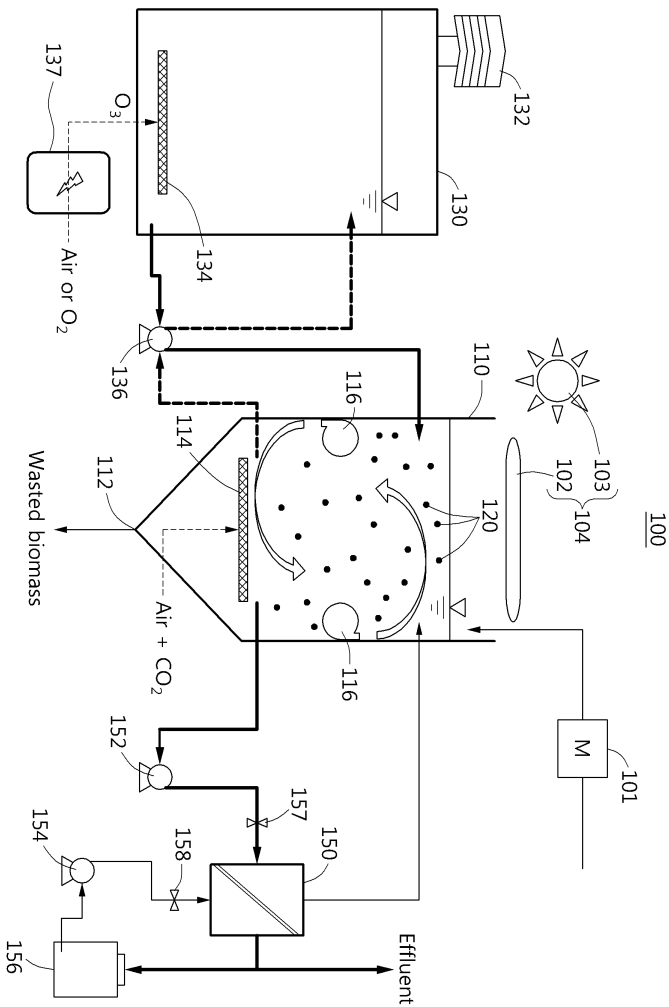
120 : 바이오매스 130 : 오존접촉조

132 : 오존배가스 제거부 134 : 제2 디퓨저

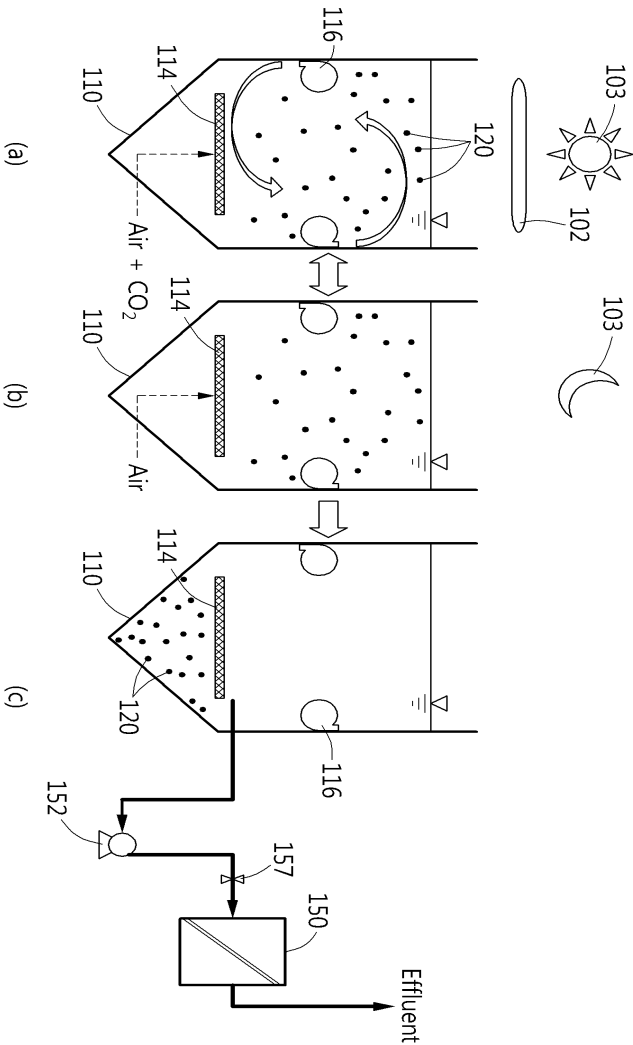
150 : 분리막 여과부

도면

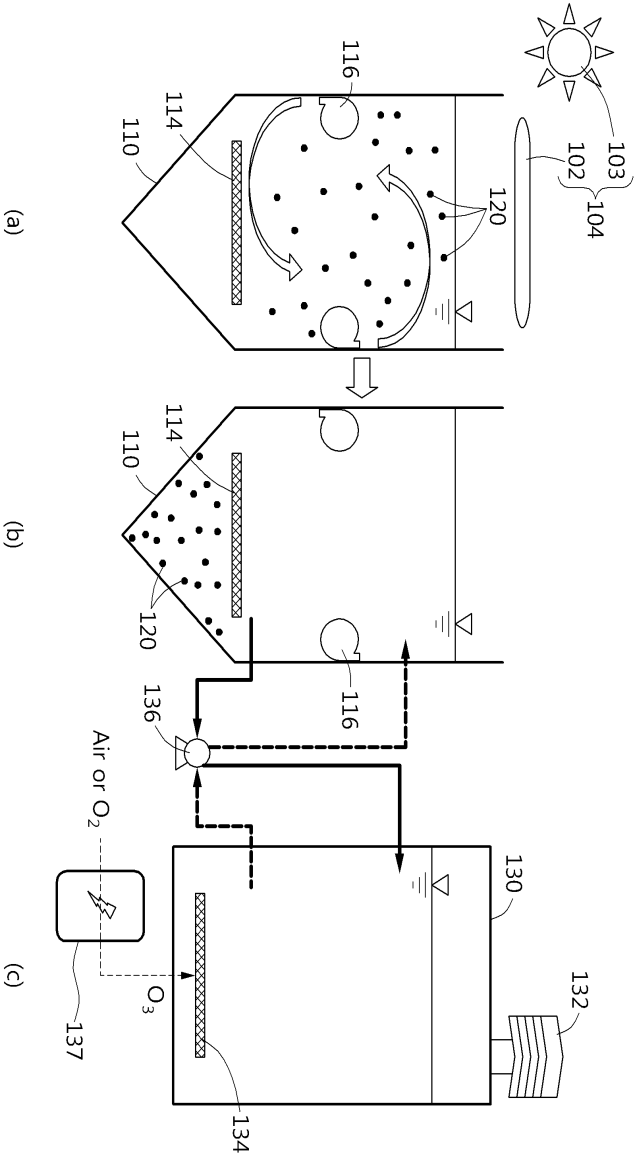
도면1



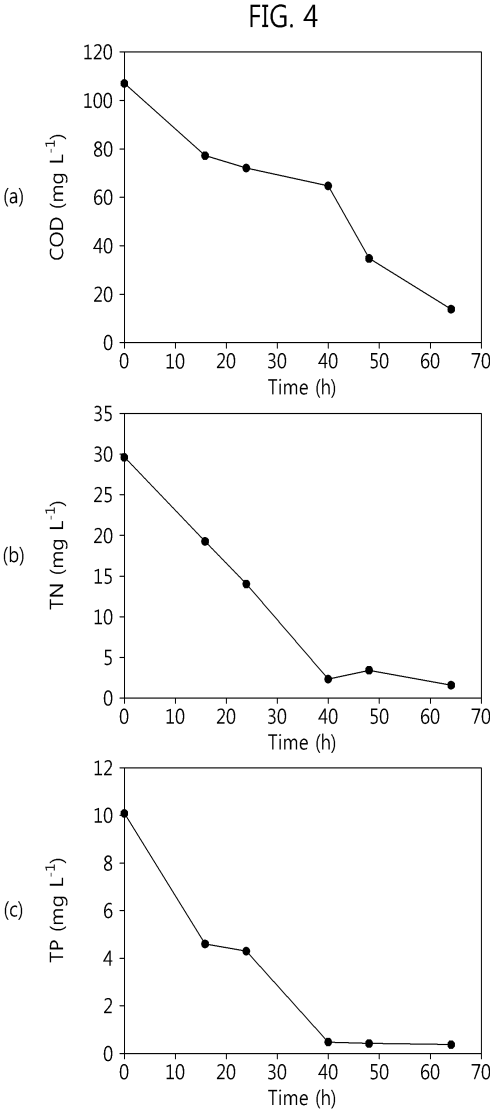
도면2



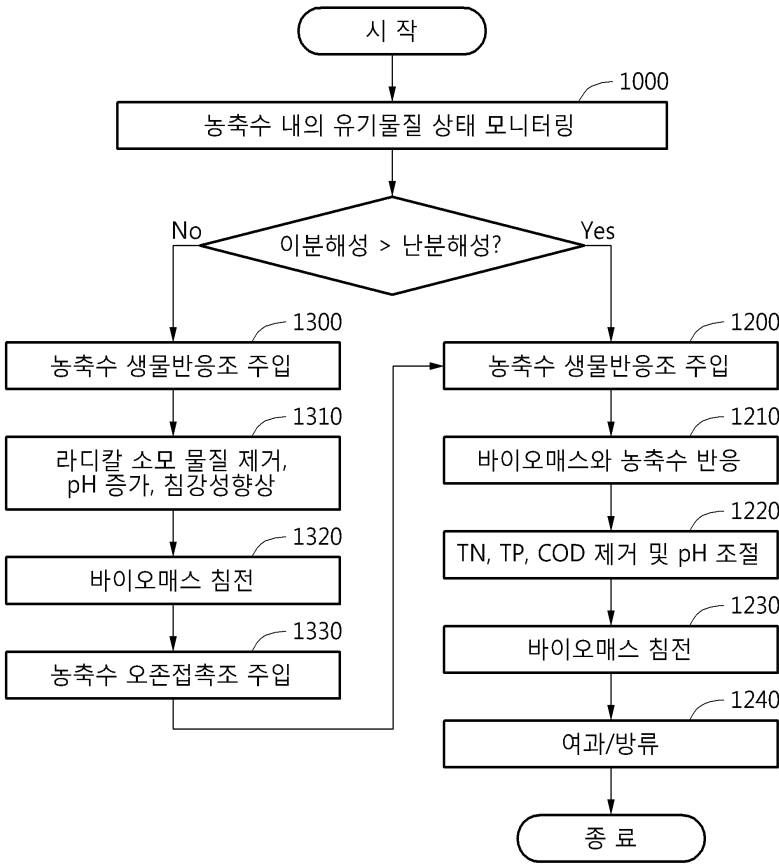
도면3



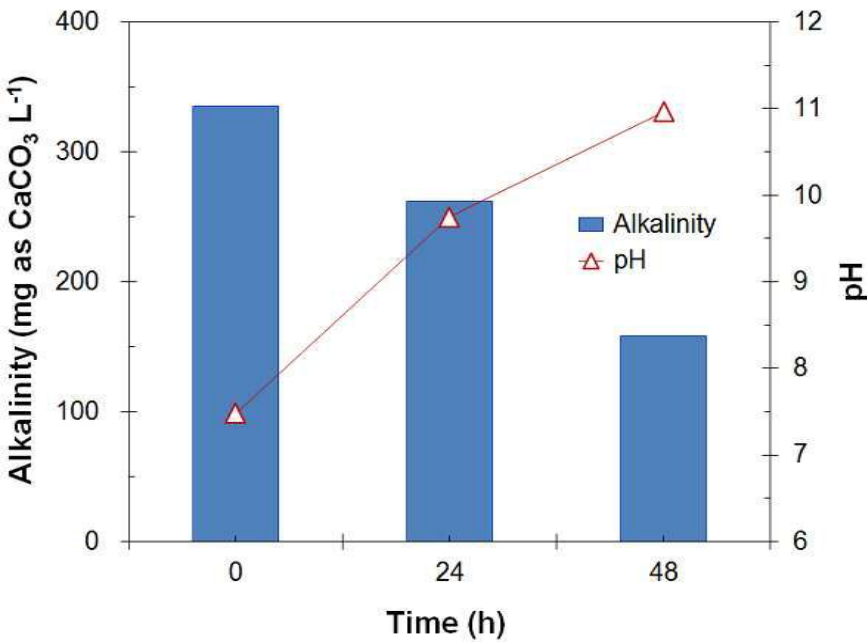
도면4



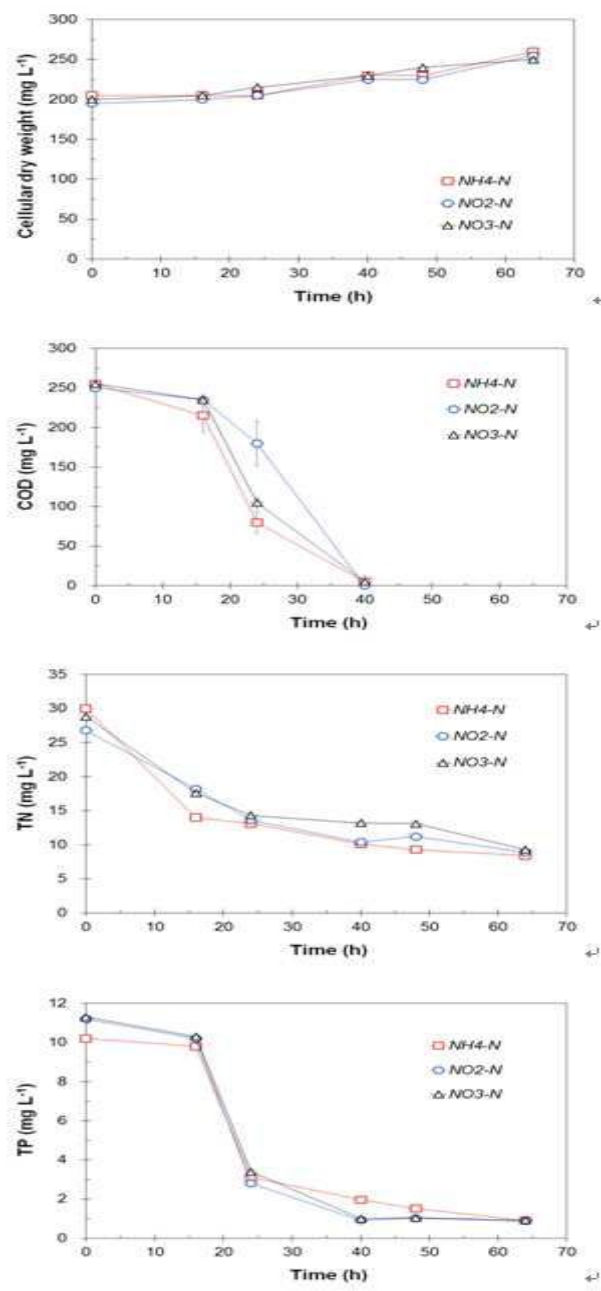
도면5



도면6



도면7



도면8

