



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월09일

(11) 등록번호 10-1601209

(24) 등록일자 2016년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C02F 9/00 (2006.01) C02F 1/469 (2006.01)
 C02F 3/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0124225

(22) 출원일자 2014년09월18일

심사청구일자 2014년09월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR101328009 B1*

KR101372416 B1*

KR101372415 B1

JP 2001145896 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

임승주

전라북도 정읍시 시기1길 22(시기동, 정읍센트럴카운티)106동1004호

김탁현

전북 정읍시 상동중앙로 41, 101동 1205호 (상동, 신성정읍미소지움아파트)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 18 항

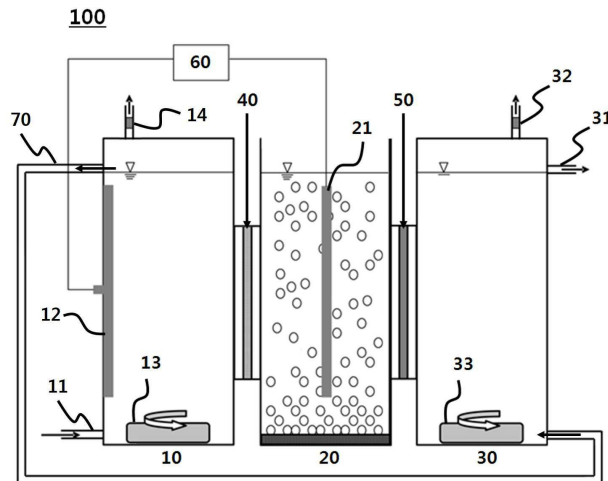
심사관 : 박소일

(54) 발명의 명칭 생물전기화학 반응과 간헐폭기공법이 융합된 유기물 및 영양염류 처리 시스템

(57) 요약

유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버; 및 상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버;를 포함하고, 상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고, 상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며, 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공한다. 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물, 질소 및 인을 보다 효율적으로 처리할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 57123-14

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 방사선융합 유기성 폐기물 자원화 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버;

상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버; 및

상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 연결되고, 상기 제2 챔버와는 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 상기 제1 챔버에서 유입되는 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버에서 이온 교환막을 통해 유입되는 질산화된 질소가 간헐폭기를 통해 제거되는 제3 챔버;를 포함하고,

상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고,

상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며,

상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 챔버 및 제2 챔버가 반복하여 복수개 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버 또는 제1 챔버 및 제2 챔버 또는 제2 챔버 및 제3 챔버가 반복하여 복수개 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수 또는 저농도의 하수인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 챔버 및 제2 챔버의 연결부에 위치한 이온 교환막은 양이온 교환막인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2 챔버 및 제3 챔버의 연결부에 위치한 이온 교환막은 음이온 교환막인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 챔버 및 제3 챔버는 이동관으로 연결되어 유입수를 이동시키는 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 질산화는 질산화균 및 음극을 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter)로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1 종 이상인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 외부 직류 전원에 가하는 전압의 세기는 1 내지 10 V인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버에 유입수를 유입시키는 단계(단계 1);

상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키며, 유입수 내 처리되지 못한 유기물 및 영양염류를 제3 챔버로

유입시키는 단계(단계 2);

상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아를 질산화시키며, 질산화된 질소를 제3 챔버로 유입시키는 단계(단계 3); 및

상기 단계 2에서 유입된 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 상기 단계 3에서 유입된 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 제거하는 단계(단계 4);를 포함하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 단계 1의 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수 또는 저농도의 하수인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 단계 1의 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 단계 2의 유입수 내 암모니아는 농도 구배 및 외부 직류 전원에 의해 제2 챔버로 유입되는 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 단계 3의 질산화된 질소는 농도 구배에 의해 제3 챔버로 유입되는 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 단계 3의 질산화는 질산화균 및 음극을 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상인 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생물전기화학 반응과 간헐폭기공법이 융합된 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기성 폐기물 중 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등과 같이 고농도의 난분해성 유기물을 함유하고 있는 유기성 폐기물, 특히 암모니아를 포함하는 유기성 폐기물을 처리하기 위해서는, 일반적으로 혐기성소화 공정 이후, 고도처리 기술로써 이온 흡착 등의 물리적 처리, 응집 등의 화학적 처리 및 미생물을 이용하는 생물학적 처리를 고려할 수 있다.

[0003] 그러나, 이러한 일반적으로 물리·화학적 처리를 이용하여 질소를 제거하는 경우, 공기 탈기법(air stripping)을 주로 이용하고 있으며, 이온흡착, 레진(resin) 또는 활성탄 이용시 주기적인 재생이 필요하다. 응집제를 사용하는 화학적 처리의 경우에는 매우 낮은 질소 제거 효율을 기대할 수 있다.

[0004] 그러므로, 혐기성소화 공정에서 고농도의 난분해성 유기물이 분해된 이후 대부분의 경우 미생물을 이용한 생물학적 처리를 이용하여 암모니아의 질산화와 탈질이 이루어지도록 설계, 운전된다. 이 경우, 질산화균의 성장속도가 일반 미생물 성장속도에 비해 매우 느리기 때문에, 수중에 잔존되어 있는 유기물을 먼저 처리해야 하므로 유기부하에 따라 폭기조의 부피가 증대되고 체류시간이 매우 길어지는 단점이 있다.

[0005] 또한, 질산화 이후 탈질하거나, 전탈질을 실시할 경우 메탄올, 아세트이트 등의 외부 탄소원을 주입하거나 유입부분에 무산소조를 설치하여 질산화된 질소를 반송함으로써 최종적으로 탈질할 필요가 있기 때문에 이로 인한 추가적인 시설비, 전력비, 부품비, 약품비, 인건비 등이 소요되는 단점이 있다.

[0006] 이러한 유기물 및 암모니아를 처리하는 공법으로 Bardenpho, VIP, UCT, Sequencing Batch Reactor (SBR) 등 많은 공법이 제시되었고, 멤브레인(membrane)과 결합하여 MBR(Membrane bioreactor)로 처리하는 공법도 개발되었다. 그러나, 이러한 공법들은 대부분 저농도의 유기물을 포함하는 하수에 적합한 공법이며, 고농도 질소가 유입될 경우 질소부하 한계로 인해 폐수 처리에 부적합한 공법이다.

[0007] 또한, 현재 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내의 인을 제거하기 위해 추가적으로 최종 유출수에 명반(alum), 염화제이철(ferric chloride) 등의 약품을 투입하여 처리하는 경우가 대부분이며, 생물학적 공법으로는 Bardenpho, VIP, UCT, A2/O, Sequencing Batch Reactor(SBR) 등의 공법을 이용하여 처리하고 있다.

[0008] 폐수의 인 처리에서도 생물학적 공법 이용시 방류기준을 만족하기 매우 어렵기 때문에, 대부분 고도처리 이후 약품을 이용하여 최종 유출수에 약품을 투입하여 처리하고 있다.

[0009] 따라서, 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물, 질소 및 인을 처리하는 공법은 대부분 혐기소화 공정 및 생물학적 고도처리 이후 추가적인 약품처리를 통해 방류하고 있는 실정이며, 이러한 처리 공법은 처리비용의 상승과 복잡한 처리 시스템의 주원인이 된다.

[0010] 이에, 본 발명자들은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물에 포함된 고농도 질소 및 인을 효율적으로 처리하기 위하여, 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 대하여 연구하던 중, 생물전기화학 반응과 간헐폭기공법이 융합된 유기물 및 영양염류 처리 시스템으로 암모니아를 생물전기화학 반응으로 질산성 질소로 산화 및 질소 가스로 탈질시키되, 생물전기화학 시스템 내 간헐폭기공법을 적용하여 질소 제거 효율을 상승시키고 더불어 인 제거를 도모하고, 혐기성소화 공정 이후 잔류

된 유기물을 최종적으로 처리할 수 있는 시스템을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 생물전기화학 반응과 간헐폭기공법이 융합된 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0013] 유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버; 및

[0014] 상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버;를 포함하고,

[0015] 상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고,

[0016] 상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며,

[0017] 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공한다.

[0018] 또한, 본 발명은

[0019] 유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버;

[0020] 상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버; 및

[0021] 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 연결되고, 상기 제2 챔버와는 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 상기 제1 챔버에서 유입되는 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버에서 이온 교환막을 통해 유입되는 질산화된 질소가 제거되는 제3 챔버;를 포함하고,

[0022] 상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고,

[0023] 상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며,

[0024] 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공한다.

[0025] 나아가, 본 발명은

[0026] 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버에 유입수를 유입시키는 단계(단계 1);

[0027] 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키는 단계(단계 2); 및

[0028] 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아를 질산화시키는 단계(단계 3);를 포함하는 유기물 및 영양염류 처리 방법을 제공한다.

[0029] 더욱 나아가, 본 발명은

[0030] 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버에 유입수를 유입시키는 단계(단계 1);

- [0031] 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키며, 유입수 내 처리되지 못한 유기물 및 영양염류를 제3 챔버로 유입시키는 단계(단계 2);
- [0032] 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아를 질산화시키며, 질산화된 질소를 제3 챔버로 유입시키는 단계(단계 3); 및
- [0033] 상기 단계 2에서 유입된 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 상기 단계 3에서 유입된 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 제거하는 단계(단계 4);를 포함하는 유기물 및 영양염류 처리 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물, 질소 및 인을 보다 효율적으로 처리할 수 있으며, 낮은 정전압으로 생물화학 반응과 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응의 장점과 유기물, 질소 및 인의 제거를 기대할 수 있는 간헐폭기공법의 장점을 각각 취하여 현재 개발되어 운영되고 있는 물리·화학적 또는 생물학적 고도처리 공정의 문제점을 보완하고, 다량의 질산화균의 집적과 인 제거에 대한 럭셔리 업테이크(luxury uptake)를 동시에 실시함으로써 더욱 안정적이고 효율적인 유기물 및 영양염류 처리 시스템이다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1 및 도 2는 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 나타낸 모식도이고;
- 도 3은 본 발명에 따른 유기물 처리를 수행한 실시예 1 및 비교예 1에서 유입수, 제1 챔버 및 완료 후 화학적 산소 요구량(COD)을 나타낸 그래프이고;
- 도 4는 본 발명에 따른 유기물 처리를 수행한 실시예 1 및 비교예 1에서 유입수, 제1 챔버 및 완료 후 총 질소의 농도를 나타낸 그래프이고;
- 도 5는 본 발명에 따른 유기물 처리를 수행한 실시예 1 및 비교예 1에서 유입수, 제1 챔버 및 완료 후 총 인의 농도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명은
- [0037] 유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버; 및
- [0038] 상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버;를 포함하고,
- [0039] 상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고,
- [0040] 상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며,
- [0041] 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공한다.
- [0042] 이때, 도 1의 도면을 통해 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 일례를 나타내었으며,
- [0043] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 대하여 상세히 설명한다.
- [0044] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 양극(12)이 위치하는 제1 챔버(10); 및 상기 제1 챔버와 연결되며, 음극(21)이 위치하고 질산화균 포함하는 제2 챔버(20);를 포함하고, 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원(60)과 연결되고, 상기 제1 챔버 및 제2 챔버는 이온 교환막(40)으로 분리될 수 있다.

- [0045] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)에 있어서, 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되고, 간헐 폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거될 수 있다.
- [0046] 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되는 유입구(11), 생물전기화학 반응 및 암모니아를 이동시키기 위한 양극(12), 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 제거되는 질소 또는 인을 배출하기 위한 제1 가스 배출구(14), 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고난 후의 유출수를 배출하는 제1 유출구(15); 및 제1 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(13)를 포함할 수 있다.
- [0047] 이때, 상기 제1 챔버(10)에는 혐기성소화 공정 이후 안정화된 유출수가 상기 유입구(11)를 통해 유입되고, 이를 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 유기물, 질소 및 인을 제거할 수 있으며, 유입수 내 암모니아는 이온 교환막(40)을 통해 제1 챔버(10)에서 제2 챔버(20)로 이동하게 된다.
- [0048] 구체적으로, 상기 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수일 수 있으며, 저농도 하수일 수 있다. 상기 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm일 수 있다.
- [0049] 또한, 상기 제1 챔버(10) 내에 위치한 양극(12)은 제1 챔버에 위치함으로써 상기 제1 챔버 내에 유입되는 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 용이하게 이동시킬 수 있다.
- [0050] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 있어서, 상기 제2 챔버(20)는 상기 제1 챔버(10)와 연결되고, 이온 교환막(40)으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화될 수 있다.
- [0051] 상기 제2 챔버(20)는 생물전기화학 반응을 수행하기 위한 음극(21) 및 질산화균을 포함할 수 있으며, 상기 음극 및 질산화균을 통해 제1 챔버(10)에서 유입되는 유입수 내 암모니아를 효율적으로 질산화시킬 수 있다. 이에 따라, 추후 질소 기체로의 제거가 용이하여 탈질 효율을 향상시킬 수 있다. 상기 제2 챔버(20)에서는 이온 교환막(40, 50)으로 인해 물이 통과하지 못하기 때문에 질산화균이 다른 챔버로 이동할 수 없다. 이로 인해, 질산화균이 성장함에 따라 갇힌 제2 챔버에서 그 양이 무한대로 증식되어 암모니아의 질산화를 용이하게 수행할 수 있다. 이후, 발생하는 질산화된 질소는 농도 구배 및 이온 교환막(50)에 의해 제2 유출구(22)를 통하여 배출될 수 있다.
- [0052] 구체적으로, 상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter) 등을 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0053] 또한, 상기 양극(12) 및 음극(21)과 연결되어 있는 외부 직류 전원(60)에 가하는 전압의 세기는 1 내지 10 V일 수 있으며, 이에 따라 상기 제2 챔버(20) 내에서 생물화학 반응 및 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응으로 암모니아의 질산화 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 양이온 교환막(40)인 것이 바람직하다. 상기 제1 챔버 및 제2 챔버의 연결부는 양이온을 나타내는 암모니아의 유입이 용이하도록 양이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0055] 또한, 상기 제2 챔버(20)는 제2 유출구(22)가 형성되어 있으며, 상기 제2 유출구에는 질산화된 질소의 유출이 용이하도록 음이온 교환막(50)이 형성된 것이 바람직하다.

- [0056] 나아가, 상기 제2 챔버(20)는 챔버 내에 공기를 유입시키기 위한 관을 형성하거나, 공기를 유입시키기 위해 챔버 상부를 열어두거나, 챔버 내에 산기석을 포함할 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)가 반복하여 복수개 연결될 수 있다. 구체적인 일례로써, 상기 제1 챔버 및 제2 챔버를 반복하여 연결하되, 상기 제2 챔버의 제2 유출구를 또 다른 제1 챔버의 유입구와 연결하고 또 다른 제2 챔버는 상기 제1 챔버와 연결하여 제1 챔버/제2 챔버/또 다른 제1 챔버/또 다른 제2 챔버로 반복하여 구성할 수 있다.
- [0058] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)을 반복적으로 구성하여 유기물 및 영양염류를 처리함으로써 더욱 우수한 제거 효율을 나타낼 수 있다.
- [0059] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수를 탄소원으로 이용하여 고농도의 질소와 인을 생물전기화학 반응과 더불어 간헐폭기 공법을 적용하여 보다 효율적으로 제거할 수 있는 시스템이다.
- [0060] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 각각의 독립된 2 개의 챔버(제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20))로 구성되어 있으며, 상기 2 개의 챔버는 이온 교환막(40)으로 구분될 수 있다.
- [0061] 제1 챔버(10)에는 양극(12)이 설치되어 있고, 제2 챔버(20)에는 음극(21)이 설치되어 있으며, 상기 양극 및 음극은 외부 직류 전원(60)으로 연결되어 암모니아와 같은 양이온을 제1 챔버에서 제2 챔버로 유용하게 이동시킬 수 있다. 이후, 제2 챔버에 존재하는 질산화균의 집적 및 생물학적 반응을 통해 질산화시킬 수 있으며, 제2 챔버에서 고형물 체류 시간(solid retention time, SRT)을 무한대로 두어 질산화 효율을 극대화시킬 수 있다. 대부분의 암모니아는 외부 직류 전원에 비례하여 제1 챔버에서 제2 챔버로 이동한 후 질산화되며, 제2 챔버의 제2 유출구(22)를 통해 배출될 수 있다.
- [0062] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 질산화균의 생물학적 반응을 수행함과 동시에 미생물이 동반된 전기화학적 산화-환원이 이루어지는 유기물 및 영양염류 처리 시스템이다. 또한, 혐기성소화 공정 이후 발생하는 유출수 내 잔류 유기물의 제거와 보다 효율적인 질소 제거 및 인 제거를 위해 제1 챔버(10)에서 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건을 반복적으로 수행하여 폐수 내 고농도의 유기물, 질소 및 인을 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0063] 또한, 본 발명은
- [0064] 유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거되는 제1 챔버;
- [0065] 상기 제1 챔버와 연결되고, 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화되는 제2 챔버; 및
- [0066] 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 연결되고, 상기 제2 챔버와는 이온 교환막으로 분리되어 있으며, 상기 제1 챔버에서 유입되는 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버에서 이온 교환막을 통해 유입되는 질산화된 질소가 제거되는 제3 챔버;를 포함하고,
- [0067] 상기 제1 챔버 내에는 양극이 위치하고,
- [0068] 상기 제2 챔버 내에는 음극이 위치하며,
- [0069] 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원과 연결된 것을 특징으로 하는 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 제공한다.
- [0070] 이때, 도 2의 도면을 통해 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 일례를 나타내었으며,

- [0071] 이하, 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 대하여 상세히 설명한다.
- [0072] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 양극(12)이 위치하는 제1 챔버(10); 상기 제1 챔버와 연결되며, 음극(21)이 위치하고 질산화균 포함하는 제2 챔버(20); 및 상기 제2 챔버와 연결되는 제3 챔버(30); 를 포함하고, 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원(60)과 연결되고, 상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버는 이온 교환막(40, 50)으로 분리될 수 있다.
- [0073] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)에 있어서, 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되고, 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인이 제거될 수 있다.
- [0074] 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되는 유입구(11), 생물전기화학 반응 및 암모니아를 이동시키기 위한 양극(12), 간헐폭기를 통해 제거되는 질소 또는 인을 배출하기 위한 제1 가스 배출구(14) 및 제1 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(13)를 포함할 수 있다.
- [0075] 이때, 상기 제1 챔버(10)에는 혐기성소화 공정 이후 안정화된 유출수가 상기 유입구(11)를 통해 유입되고, 이를 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 유기물, 질소 및 인을 제거할 수 있으며, 연속적으로 제3 챔버(30)로 이동함과 동시에, 유입수 내 암모니아가 이온 교환막(40)을 통해 제1 챔버(10)에서 제2 챔버(20)로 이동하게 된다.
- [0076] 구체적으로, 상기 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수일 수 있으며, 저농도 하수일 수 있다. 상기 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm일 수 있다.
- [0077] 또한, 상기 제1 챔버(10) 내에 위치한 양극(12)은 제1 챔버에 위치함으로써 상기 제1 챔버 내에 유입되는 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 용이하게 이동시킬 수 있다.
- [0078] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 있어서, 상기 제2 챔버(20)는 상기 제1 챔버(10)와 연결되고, 이온 교환막(40)으로 분리되어 있으며, 제1 챔버에서 유입수 내 암모니아가 이온 교환막을 통해 이동하여 질산화될 수 있다.
- [0079] 상기 제2 챔버(20)는 생물전기화학 반응을 수행하기 위한 음극(21) 및 질산화균을 포함할 수 있으며, 상기 음극 및 질산화균을 통해 제1 챔버(10)에서 유입되는 유입수 내 암모니아를 효율적으로 질산화시킬 수 있다. 이에 따라, 추후 질소 기체로의 제거가 용이하여 탈질 효율을 향상시킬 수 있다. 상기 제2 챔버(20)에서는 이온 교환막(40, 50)으로 인해 물이 통과하지 못하기 때문에 질산화균이 다른 챔버로 이동할 수 없다. 이로 인해, 질산화균이 성장함에 따라 간헐 제2 챔버에서 그 양이 무한대로 증식되어 암모니아의 질산화를 용이하게 수행할 수 있다. 이후, 발생하는 질산화된 질소는 농도 구배 및 이온 교환막(50)에 의해 제3 챔버(30)로 이동할 수 있다.
- [0080] 구체적으로, 상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter) 등을 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0081] 또한, 상기 양극(12) 및 음극(21)과 연결되어 있는 외부 직류 전원(60)에 가하는 전압의 세기는 1 내지 10 V일 수 있으며, 이에 따라 상기 제2 챔버(20) 내에서 생물화학 반응 및 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응으로 암모니아의 질산화 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0082] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 양이온 교환막(40)인 것이 바람직

하다. 상기 제1 챔버 및 제2 챔버의 연결부는 양이온을 나타내는 암모니아의 유입이 용이하도록 양이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.

- [0083] 또한, 상기 제2 챔버(20)는 챔버 내에 공기를 유입시키기 위한 관을 형성하거나, 공기를 유입시키기 위해 챔버 상부를 열어두거나, 챔버 내에 산기석을 포함할 수 있다.
- [0084] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 있어서, 상기 제3 챔버(30)는 상기 제1 챔버(10) 및 상기 제2 챔버(20)와 연결되고, 상기 제2 챔버와는 이온 교환막(50)으로 분리되어 있으며, 상기 제1 챔버에서 유입되는 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버에서 이온 교환막을 통해 유입되는 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 제거할 수 있다.
- [0085] 상기 제3 챔버(30)는 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버(20)에서 이온 교환막(50)을 통해 유입되는 질산화된 질소를 제거하고난 후의 유입수를 배출하기 위한 배출구(31), 탈질 반응에 의해 형성되는 질소 기체를 배출하기 위한 제2 가스 배출구(32) 및 제3 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(33)를 포함할 수 있다.
- [0086] 또한, 상기 제2 챔버(20) 및 제3 챔버(30)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 음이온 교환막(50)인 것이 바람직하다. 상기 제2 챔버 및 제3 챔버의 연결부는 음이온을 나타내는 질산화된 질소의 유입이 용이하도록 음이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0087] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제3 챔버(30)는 이동관(70)으로 연결되어 유입수를 이동시킬 수 있다. 상기 제1 챔버에 유입된 유입수 내 제거되지 못한 유기물, 질소 및 인은 상기 이동관을 통해 제3 챔버로 이동시켜 유기물, 질소 및 인의 제거 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 제1 챔버(10), 제2 챔버(20) 및 제3 챔버(30) 또는 제1 챔버 및 제2 챔버 또는 제2 챔버 및 제3 챔버가 반복하여 복수개 연결될 수 있다. 구체적인 일례로써, 상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버를 반복하여 연결하되, 상기 제3 챔버의 배출구(31)를 또 다른 제1 챔버의 유입구(11)와 연결하여 제1 챔버/제2 챔버/제3 챔버/또 다른 제1 챔버/또 다른 제2 챔버/또 다른 제3 챔버로 반복하여 구성할 수 있다.
- [0089] 다른 일례로써, 상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버와 상기 제3 챔버의 배출구를 또 다른 제1 챔버의 유입구와 연결하여 제1 챔버/제2 챔버/제3 챔버/또 다른 제1 챔버/또 다른 제2 챔버로 반복하여 구성할 수 있으며,
- [0090] 또 다른 일례로써, 상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버와 상기 제3 챔버의 배출구를 또 다른 제2 챔버의 이온 교환막이 형성되어 있는 연결부와 연결하여 제1 챔버/제2 챔버/제3 챔버/또 다른 제2 챔버/또 다른 제3 챔버로 반복하여 구성할 수 있다.
- [0091] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)을 반복적으로 구성하여 유기물 및 영양염류를 처리함으로써 더욱 우수한 제거 효율을 나타낼 수 있다.
- [0092] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수를 탄소원으로 이용하여 고농도의 질소와 인을 생물전기화학 반응과 더불어 간헐폭기 공법을 적용하여 보다 효율적으로 제거할 수 있는 시스템이다.
- [0093] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 각각의 독립된 3 개의 챔버(제1 챔버(10), 제2 챔버(20) 및 제3 챔버(30))로 구성되어 있으며, 상기 3 개의 챔버는 이온 교환막(40, 50)으로 구분될 수 있다.
- [0094] 제1 챔버(10)에는 양극(12)이 설치되어 있고, 제2 챔버(20)에는 음극(21)이 설치되어 있으며, 상기 양극 및 음극은 외부 직류 전원(60)으로 연결되어 암모니아와 같은 양이온을 제1 챔버에서 제2 챔버로 유용하게 이동시킬

수 있다. 이후, 제2 챔버에 존재하는 질산화균의 집적 및 생물학적 반응을 통해 질산화시킬 수 있으며, 제2 챔버에서 고형물 체류 시간(solid retention time, SRT)을 무한대로 두어 질산화 효율을 극대화시킬 수 있다. 대부분의 암모니아는 외부 직류 전원에 비례하여 제1 챔버에서 제2 챔버로 이동한 후 질산화되며, 제3 챔버(30)에서 최종 탈질된다.

[0095] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 질산화균의 생물학적 반응을 수행함과 동시에 미생물이 동반된 전기화학적 산화-환원이 이루어지는 유기물 및 영양염류 처리 시스템이다. 또한, 혐기성소화 공정 이후 발생하는 유출수 내 잔류 유기물의 제거와 보다 효율적인 질소 제거 및 인 제거를 위해 제1 챔버(10) 및 제3 챔버(30)에서 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건을 반복적으로 수행하여 폐수 내 고농도의 유기물, 질소 및 인을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0096] 나아가, 본 발명은

[0097] 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버에 유입수를 유입시키는 단계(단계 1);

[0098] 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키는 단계(단계 2); 및

[0099] 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아를 질산화시키는 단계(단계 3);를 포함하는 유기물 및 영양염류 처리 방법을 제공한다.

[0100] 이하, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0101] 먼저, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 1은 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버(10)에 유입수를 유입시키는 단계이다.

[0102] 상기 단계 1에서는 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)의 제1 챔버(10)에 유입수를 유입시켜 유기물 처리를 진행한다.

[0103] 구체적으로, 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 양극(12)이 위치하는 제1 챔버(10); 및 상기 제1 챔버와 연결되며, 음극(21)이 위치하고 질산화균 포함하는 제2 챔버(20);를 포함하고, 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원(60)과 연결되고, 상기 제1 챔버 및 제2 챔버는 이온 교환막(40)으로 분리될 수 있다.

[0104] 또한, 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되는 유입구(11), 생물전기화학 반응 및 암모니아를 이동시키기 위한 양극(12), 간헐폭기를 통해 제거되는 질소 또는 인을 배출하기 위한 제1 가스 배출구(14), 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고난 후의 유출수를 배출하는 제1 유출구(15) 및 제1 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(13)를 포함할 수 있다.

[0105] 이때, 상기 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수일 수 있으며, 저농도 하수일 수 있다. 상기 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm일 수 있다.

[0106] 다음으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키는 단계이다.

- [0107] 구체적으로, 상기 단계 2에서는 상기 단계 1의 제1 챔버(10)로 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거한다. 또한, 유입수 내 포함되어 있는 암모니아를 제2 챔버(20)로 유입시킨다.
- [0108] 상기 제1 챔버(10) 내에 위치한 양극(12)은 제1 챔버에 위치함으로써 상기 제1 챔버 내에 유입되는 유입수 내 암모니아를 제2 챔버(20)로 용이하게 이동시킬 수 있다.
- [0109] 다음으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아성 질소를 질산화시키는 단계이다.
- [0110] 구체적으로, 상기 단계 3에서 제2 챔버(20)는 생물전기화학 반응을 수행하기 위한 음극(21) 및 질산화균을 포함할 수 있으며, 상기 음극 및 질산화균을 통해 제1 챔버(10)에서 유입되는 유입수 내 암모니아를 효율적으로 질산화시킬 수 있다. 이에 따라, 추후 질소 기체로의 제거가 용이하여 탈질 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 제2 챔버(20)에서는 이온 교환막(40, 50)으로 인해 물이 통과하지 못하기 때문에 질산화균이 다른 챔버로 이동할 수 없다. 이로 인해, 질산화균이 성장함에 따라 갇힌 제2 챔버에서 그 양이 무한대로 증식되어 암모니아의 질산화를 용이하게 수행할 수 있다. 이후, 발생하는 질산화된 질소는 제2 유출구(22)를 통해 배출될 수 있다.
- [0111] 구체적으로, 상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter) 등을 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0112] 또한, 상기 양극(12) 및 음극(21)과 연결되어 있는 외부 직류 전원(60)에 가하는 전압의 세기는 1 내지 10 V일 수 있으며, 이에 따라 상기 단계 2의 제2 챔버(20) 내에서 생물화학 반응 및 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응으로 유기물, 질소 및 인의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0113] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 양이온 교환막(40)인 것이 바람직하다. 상기 제1 챔버 및 제2 챔버의 연결부는 양이온을 나타내는 암모니아의 유입이 용이하도록 양이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0114] 또한, 상기 제2 챔버(20)는 제2 유출구(22)가 형성되어 있으며, 상기 제2 유출구에는 질산화된 질소의 유출이 용이하도록 음이온 교환막(50)이 형성된 것이 바람직하다.
- [0115] 나아가, 상기 제2 챔버(20)는 챔버 내에 공기를 유입시키기 위한 관을 형성하거나, 공기를 유입시키기 위해 챔버 상부를 열어두거나, 챔버 내에 산기석을 포함할 수 있다.
- [0116] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물, 질소 및 인을 보다 효율적으로 처리할 수 있으며, 낮은 정전압으로 생물화학 반응과 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응의 장점과 유기물, 질소 및 인의 제거를 기대할 수 있는 간헐폭기공법의 장점을 각각 취하여 현재 개발되어 운영되고 있는 물리·화학적 또는 생물학적 고도처리 공정의 문제점을 보완하고, 다량의 질산화균의 집적과 인 제거에 대한 럭셔리 업테이크(luxury uptake)를 동시에 실시함으로써 더욱 안정적이고 효율적인 유기물 및 영양염류를 처리할 수 있다.
- [0117] 더욱 나아가, 본 발명은
- [0118] 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버에 유입수를 유입시키는 단계(단계 1);

- [0119] 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아를 제2 챔버로 유입시키며, 유입수 내 처리되지 못한 유기물 및 영양염류를 제 3 챔버로 유입시키는 단계(단계 2);
- [0120] 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아를 질산화시키며, 질산화된 질소를 제3 챔버로 유입시키는 단계(단계 3); 및
- [0121] 상기 단계 2에서 유입된 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 상기 단계 3에서 유입된 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 제거하는 단계(단계 4);를 포함하는 유기물 및 영양염류 처리 방법을 제공한다.
- [0122] 이하, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0123] 먼저, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 1은 상기의 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 제1 챔버(10)에 유입수를 유입시키는 단계이다.
- [0124] 상기 단계 1에서는 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)의 제1 챔버(10)에 유입수를 유입시켜 유기물 처리를 진행한다.
- [0125] 구체적으로, 상기 유기물 및 영양염류 처리 시스템(100)은 양극(12)이 위치하는 제1 챔버(10); 상기 제1 챔버와 연결되며, 음극(21)이 위치하고 질산화균 포함하는 제2 챔버(20); 및 상기 제2 챔버와 연결되는 제3 챔버(30);를 포함하고, 상기 음극 및 양극은 외부 직류 전원(60)과 연결되고, 상기 제1 챔버, 제2 챔버 및 제3 챔버는 이온 교환막(40, 50)으로 분리되어 있을 수 있다.
- [0126] 또한, 상기 제1 챔버(10)는 유입수가 유입되는 유입구(11), 생물전기화학 반응 및 암모니아를 이동시키기 위한 양극(12), 간헐폭기를 통해 제거되는 질소 또는 인을 배출하기 위한 제1 가스 배출구(14) 및 제1 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(13)를 포함할 수 있다.
- [0127] 이때, 상기 유입수는 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 고농도 폐수를 혐기성소화 공정으로 처리된 유출수일 수 있으며, 저농도 하수일 수 있다. 상기 유입수는 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)이 100 내지 50,000 ppm이고, 질소의 함량은 20 내지 10,000 ppm이고, 인의 함량은 2 내지 5,000 ppm일 수 있다.
- [0128] 다음으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1에서 제1 챔버에 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거하고, 유입수 내 암모니아성 질소를 제2 챔버로 유입시키며, 유입수 내 처리되지 못한 유기물 및 영양염류를 제3 챔버로 유입시키는 단계이다.
- [0129] 구체적으로, 상기 단계 2에서는 상기 단계 1의 제1 챔버(10)로 유입된 유입수에 대하여 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 유입수 내 유기물, 질소 및 인을 제거한다. 또한, 유입수 내 포함되어 있는 암모니아를 제2 챔버(20) 유입시킨다. 나아가, 제1 챔버에서 유입수 내 처리되지 못한 유기물 및 영양염류를 제3 챔버(30)로 유입시킨다.
- [0130] 상기 제1 챔버(10) 내에 위치한 양극(12)은 제1 챔버에 위치함으로써 상기 제1 챔버 내에 유입되는 유입수 내 암모니아를 제2 챔버(20)로 용이하게 이동시킬 수 있다.
- [0131] 다음으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2에서 제2 챔버로 유입된 암모니아성 질소를 질산화시키며, 질산화된 질소를 제3 챔버로 유입시키는 단계이다.

- [0132] 구체적으로, 상기 단계 3에서 제2 챔버(20)는 생물전기화학 반응을 수행하기 위한 음극(21) 및 질산화균을 포함할 수 있으며, 상기 음극 및 질산화균을 통해 제1 챔버(10)에서 유입되는 유입수 내 암모니아를 효율적으로 질산화시킬 수 있다. 이에 따라, 추후 질소 기체로의 제거가 용이하여 탈질 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 제2 챔버(20)에서는 이온 교환막(40, 50)으로 인해 물이 통과하지 못하기 때문에 질산화균이 다른 챔버로 이동할 수 없다. 이로 인해, 질산화균이 성장함에 따라 갇힌 제2 챔버에서 그 양이 무한대로 증식되어 암모니아의 질산화를 용이하게 수행할 수 있다. 이후, 발생하는 질산화된 질소는 농도 구배 및 이온 교환막(50)에 의해 제3 챔버(30)로 이동할 수 있다.
- [0133] 구체적으로, 상기 질산화균은 니트로소코커스(nitrosococcus), 니트로소모나스(nitrosomonas) 및 니트로박터(nitrobacter) 등을 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0134] 또한, 상기 양극(12) 및 음극(21)과 연결되어 있는 외부 직류 전원(60)에 가하는 전압의 세기는 1 내지 10 V일 수 있으며, 이에 따라 상기 단계 2의 제2 챔버(20) 내에서 생물화학 반응 및 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응으로 유기물, 질소 및 인의 제거 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0135] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 양이온 교환막(40)인 것이 바람직하다. 상기 제1 챔버 및 제2 챔버의 연결부는 양이온을 나타내는 암모니아의 유입이 용이하도록 양이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0136] 다음으로, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 2에서 유입된 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 상기 단계 3에서 유입된 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 제거하는 단계이다.
- [0137] 구체적으로, 상기 단계 4는 제3 챔버(30) 내에서 이루어지며, 제3 챔버는 제1 챔버(10) 및 제2 챔버(20)와 연결되어 제1 챔버 및 제2 챔버에서 유입되는 유입수 내 유기물, 질소 및 인과, 질산화된 질소를 간헐폭기를 통해 혐기-무산소-호기 조건이 반복적으로 수행되어 제거할 수 있다.
- [0138] 상기 제3 챔버(30)는 유기물, 질소 및 인과, 제2 챔버(20)에서 이온 교환막(50)을 통해 유입되는 질산화된 질소를 제거하고 난 후의 유입수를 배출하기 위한 배출구(31), 탈질 반응에 의해 형성되는 질소 기체를 배출하기 위한 제2 가스 배출구(32) 및 제3 챔버로 유입되는 유입수를 균일하게 반응시키기 위한 교반기(33)를 포함할 수 있다.
- [0139] 또한, 상기 제2 챔버(20) 및 제3 챔버(30)의 연결부에 위치한 이온 교환막은 음이온 교환막(50)인 것이 바람직하다. 상기 제2 챔버 및 제3 챔버의 연결부는 음이온을 나타내는 질산화된 질소의 유입이 용이하도록 음이온 교환막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0140] 한편, 상기 제1 챔버(10) 및 제3 챔버(30)는 이동관(70)으로 연결되어 유입수를 이동시킬 수 있다. 상기 제1 챔버에 유입된 유입수 내 제거되지 못한 유기물, 질소 및 인은 상기 이동관을 통해 제3 챔버로 이동시켜 유기물, 질소 및 인의 제거 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [0141] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 방법은 축산폐수, 침출수, 주정폐수, 분뇨폐수, 음용수폐수, 음식물폐수 및 우유가공폐수 등의 폐수 내 고농도 유기물, 질소 및 인을 보다 효율적으로 처리할 수 있으며, 낮은 정전압으로 생물화학 반응과 전기화학 반응이 동시에 일어나는 생물전기화학 반응의 장점과 유기물, 질소 및 인의 제거를 기대할 수 있는 간헐폭기공법의 장점을 각각 취하여 현재 개발되어 운영되고 있는 물리·화학적 또는 생물학적 고도처리 공정의 문제점을 보완하고, 다량의 질산화균의 집적과 인 제거에 대한 렉서

리 업테이크(luxury uptake)를 동시에 실시함으로써 더욱 안정적이고 효율적인 유기물 및 영양염류를 처리할 수 있다.

[0142] 이하, 하기 실시예 및 실험예에 의하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0143] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 발명의 범위가 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0144] <실시예 1> 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 통한 유기물 처리

[0145] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에 고농도의 축산 폐수를 혐기소화하여 안정화된 유출수(pH 약 7.4, 화학적 산소 요구량(COD) 약 15,000 ppm, 질소 약 3,200 ppm 및 인 약 420 ppm)를 제1 챔버로 유입시키고, 외부 직류 전압으로 3 V를 가하였으며, 제1 챔버 및 제3 챔버에서 간헐폭기 시간은 폭기-비폭기 시간을 3 시간으로 수행하여, 상기 유출수 내 잔류 유기물, 질소 및 인을 제거하였다.

[0146] <비교예 1> 일반적인 간헐폭기공법을 통한 유기물 처리

[0147] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템에서 제2 챔버를 제외하고 동일한 시스템에 고농도의 축산 폐수를 혐기소화하여 안정화된 유출수(pH 약 7.4, 화학적 산소 요구량(COD) 약 15,000 ppm, 질소 약 3,200 ppm 및 인 약 420 ppm)를 제1 챔버로 유입시키고, 제1 챔버 및 제3 챔버에서 간헐폭기 시간은 폭기-비폭기 시간을 3 시간으로 수행하여, 상기 유출수 내 잔류 유기물, 질소 및 인을 제거하였다.

[0148] <실험예 1> 유기물, 질소 및 인의 제거 효율 분석

[0149] 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템의 유기물, 질소 및 인의 제거 효율을 확인하기 위하여, 상기 실시예 1 및 비교예 1에서 수행된 유기물 처리 이후, 화학적 산소 요구량(COD), 질소의 함량 및 인의 함량을 분석하였으며, 그 결과를 도 2 내지 4에 나타내었다.

[0150] 도 2 내지 4에 나타낸 바와 같이, 비교예 1에서 수행된 일반적인 간헐폭기공법을 이용하여 유기물을 처리한 결과 화학적 산소 요구량(COD)은 제1 챔버만을 거쳤을 경우 6,800 ppm(54.2%), 유기물 처리가 완료된 경우 4,800 ppm(67.6%)까지 제거되었다. 또한, 질소는 제1 챔버만을 거쳤을 경우 1,800 ppm(43.8%), 유기물 처리가 완료된 경우 620 ppm(80.6%)까지 제거되었다. 나아가, 인은 제1 챔버만을 거쳤을 경우 150 ppm(64.3%), 유기물 처리가 완료된 경우 45 ppm(89.3%)까지 제거되었다.

[0151] 반면, 본 발명에 따른 생물전기화학 반응 및 간헐폭기공법이 융합된 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 사용하여 유기물을 처리하였을 경우에는 제1 챔버만을 거쳤을 경우 3,200 ppm(78.4%), 유기물 처리가 완료된 경우 480 ppm(96.8%)까지 제거되었다. 또한, 질소는 제1 챔버만을 거쳤을 경우 850 ppm(73.4%), 유기물 처리가 완료된 경우 35 ppm(98.9%)까지 제거되었다. 나아가, 인은 제1 챔버만을 거쳤을 경우 180 ppm(57.1%), 유기물 처리가 완료된 경우 30 ppm(92.9%)까지 제거되었다.

[0152] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기물 및 영양염류 처리 시스템을 이용하여 유기물, 질소 및 인의 제거 효율은 최종적으로 각각 96.8%, 98.9% 및 92.9%로 매우 높은 처리효율을 얻을 수 있는 것을 확인하였다.

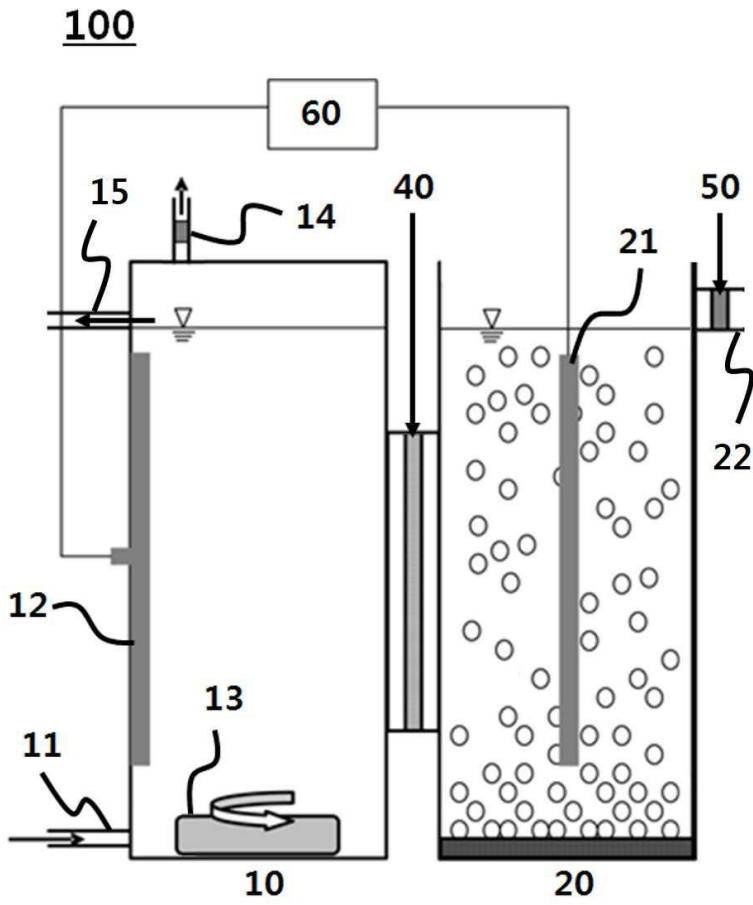
부호의 설명

[0153] 100 : 유기물 및 영양염류 처리 시스템
 10 : 제1 챔버

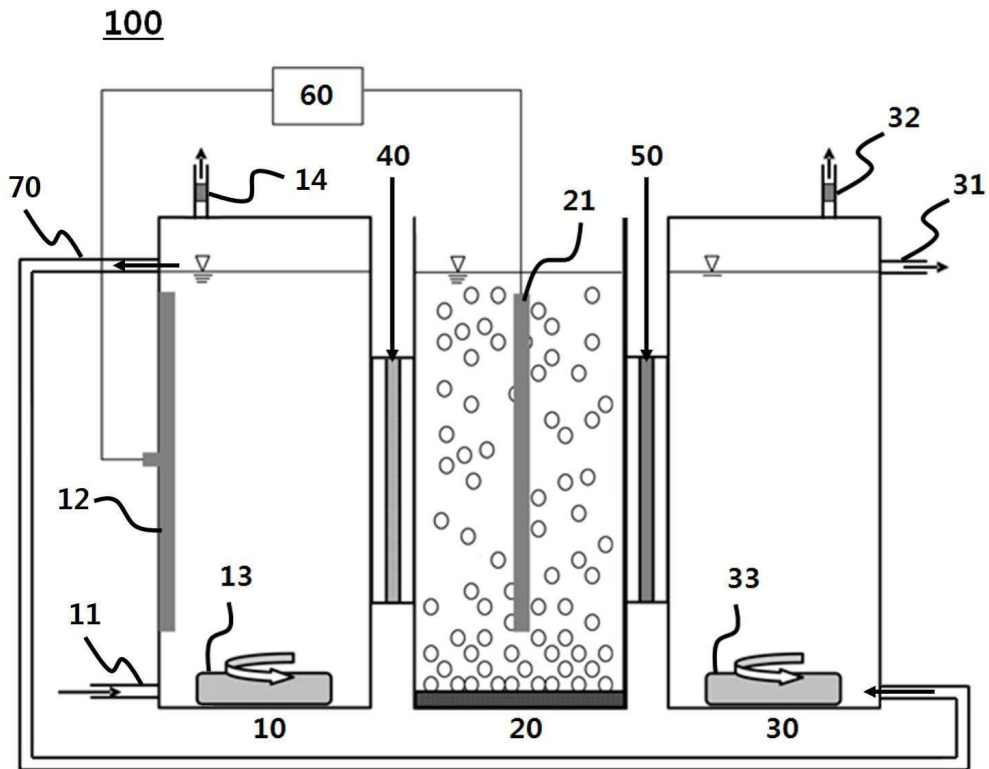
- 11 : 유입구
- 12 : 양극
- 13 : 교반기
- 14 : 제1 가스 배출구
- 15 : 제1 유출구
- 20 : 제2 챔버
- 21 : 음극
- 22 : 제2 유출구
- 30 : 제3 챔버
- 31 : 배출구
- 32 : 제2 가스 배출구
- 33 : 교반기
- 40 : 양이온 교환막
- 50 : 음이온 교환막
- 60 : 외부 직류 전원
- 70 : 이동관

도면

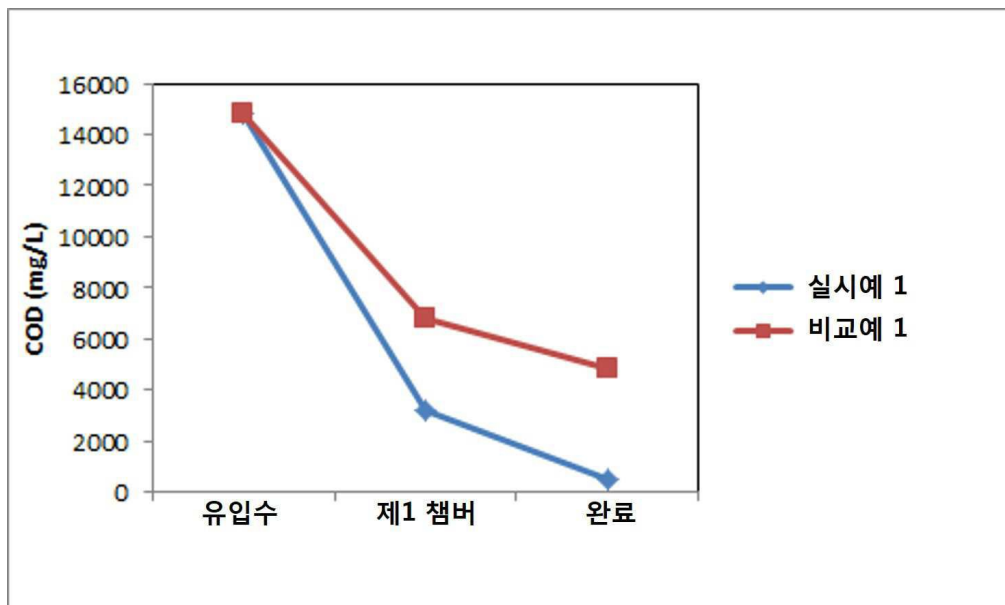
도면1



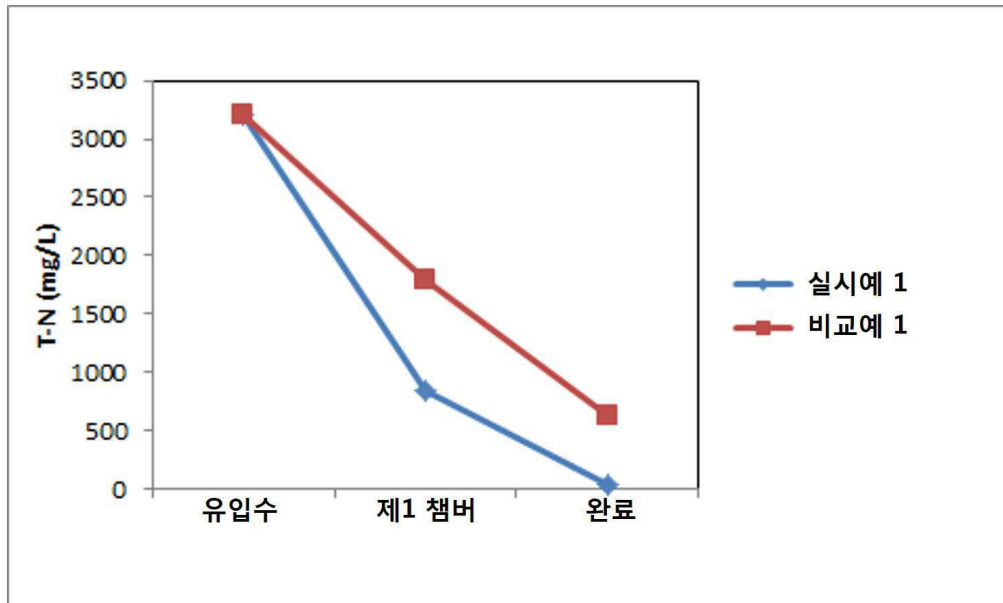
도면2



도면3



도면4



도면5

