



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0128109
(43) 공개일자 2018년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/28 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 3/286 (2013.01)
C02F 1/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0062809
(22) 출원일자 2017년05월22일
심사청구일자 2017년05월22일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
배재호
서울특별시 양천구 목동동로 180(신정동, 신정동 아이파크) 101-102
신중현
경기도 부천시 조마루로 84 2602동 604호 (상동, 하안마을)
(74) 대리인
이원희

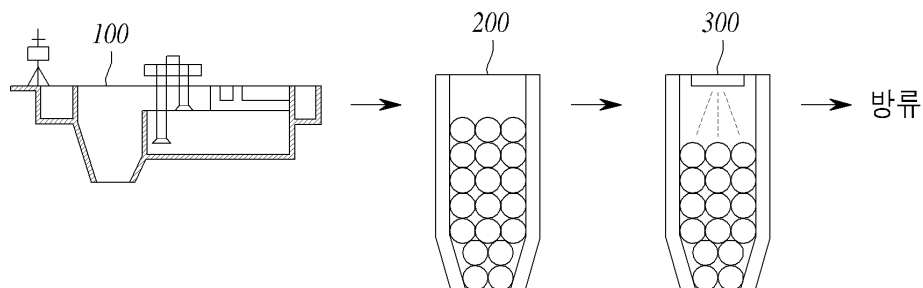
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 용존 메탄 회수 장치를 포함하는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법

(57) 요약

본 발명은 혐기성 반응조 처리수에 포함된 용존메탄이 지구온난화에 미치는 악영향, 폭발성, 에너지 수치 등에 영향을 저감할 수 있는 방법이 전무하여 이를 해결하고자 생물학적인 접근방법을 이용한 공정 그리고 물리화학적 접근방법을 이용한 공정들을 혐기성 반응조 후단 공정으로 이용하는 용존메탄 처리 또는 회수형 장치를 개시하고 있으며, 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/44 (2013.01)
C02F 1/52 (2013.01)
C02F 11/12 (2013.01)
C02F 3/2866 (2013.01)
C02F 3/2893 (2013.01)
C02F 3/34 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017R1A2B4009986
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구
연구과제명	물/에너지/영양염류 순환형 혐기성 하·폐수 처리 시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1);

상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 및

상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 3 이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 DO 농도를 증가시키며, 또한 유출수의 생물학적 반응성을 줄이는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 2 이후에, 상기 단계 2를 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 DO 농도를 증가시키며, 또한 유출수의 생물학적 반응성을 줄이는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 1에서 침전된 슬러지를 농축하는 단계 및 상기 농축된 슬러지를 가온, 교반하여 슬러지의 유기물을 부산물과 메탄가스로 분해하는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은, 메탄영양세균(methanotroph)을 이용하여 상기 용존메탄을 산화시켜 제거하는 방법에 의하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph)은 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수의 탈질을 위한 전자공여체로 이용하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph) 내에 축적된 PHB(polyhydroxybutyrate)을 회수하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은, 스트리핑(stripping), 분리막을 이용한 가스 스위핑(sweeping), 압력구배를 이용한 진공 탈기 방법 및 진공 탈기 분리막을 이용하는 방법 중 하나인 혐기성 하수처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법이 진공 탈기 분리막을 이용하는 방법인 경우, 상기 분리막은 비 다공질 분리막인 혐기성 하수처리 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법이 압력구배를 이용한 진공 탈기 방법이고, 상기 단계 2를 거쳐 배출된 배출수가 분리막 투과수인 경우, 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은 상기 단계 2의 배출수를 분사하여 물질이동속도(mass transfer rate)를 증가시키는 단계를 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 11

폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조;

상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조;

상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조;를 포함하는 혐기성 하수처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용존 메탄 회수 장치를 포함하는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 오폐수 처리 방법에는 호기성 공정과 혐기성 공정이 알려져 있다. 도시 하수와 저농도 폐수의 처리에는 표준 활성화 슬러지법이라고 불리는 호기성 공정을 사용하는 것이 일반적이다. 상기 표준 활성화 슬러지법은 1차 침전지-호기조-2차 침전지를 마련하고, 1차 침전지에서 펌프 동작에 영향을 주는 토사나 그 밖의 대형 부유물을 침전시키고, 호기조에서 미생물들이 폐수 내의 유기물을 먹이로 하여 호흡과 성장을 통해 분해 또는 흡착하도록 한 후, 이 과정에서 유지, 증가된 활성슬러지를 2차 침전지에서 비중차에 의해 침전시켜 고액 분리하는 구조로 되어 있다.

- [0004] 일반적인 폐수의 호기성 처리 장치는, 호기성 반응조 내에 산소를 공급하기 위하여 호기성 반응조의 송풍에 사용되는 블로워 및 산기관의 시설비가 소요될 뿐만 아니라 블로워를 운전하는데 필요한 소비전력량이 많다는 단점이 있다. 우리나라의 경우 하수처리장 전체 전력 소비량의 약 40% 정도를 송풍에 소모하고 있다고 알려져 있다.
- [0005] 또한, 상기한 바와 같은 일반적인 폐수의 호기성 처리 장치는, 1차 침전조, 호기성 반응조, 2차 침전조, 슬러지 반송시설 등을 기본적으로 갖추어야 하기 때문에, 설치 부지의 확보, 건설비용 및 유지관리 비용 등에서 경제성이 높지 않을 뿐만 아니라 호기성 반응조에서 사용된 다량의 공기와 더불어 배출되는 악취 등으로 인해 인근 지역 주민의 생활에 악영향을 미칠 우려가 높다는 단점이 있다.
- [0006] 반면, 폐수를 혐기성 공정을 이용하여 처리하는 폐수 처리 장치는, 폐수에 함유된 유기물을 재생에너지인 바이오 가스로 변환시키고, 상대적으로 소량의 잉여 슬러지를 발생시키며, 호기성 방법에서 요구되는 산기장치가 불필요하여 에너지 절감 효과가 크며, 반응조가 밀폐 구조이므로 악취 물질 배출 가능성이 낮다. 또한, 처리할 수 있는 오염 부하량이 높기 때문에 적은 용적의 반응장치가 사용될 수 있고, 잉여 슬러지가 소량 발생하므로 2차 침전조가 작거나 없어도 되기 때문에, 부지 면적을 작게 차지한다고 하는 장점이 있다.
- [0007] 상기와 같은 장점을 갖는 혐기성 공정은, 호기성 공정에 비해 처리 효율이 낮고, 처리속도가 늦어 긴 체류시간을 요구한다는 잘못된 고정관념에 기인하여 최근까지도 도시 하수 및 저농도의 폐수 처리에는 사용되지 않고 있었으며, 고농도 폐수에 한하여 이용되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제 10-1587764 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 혐기성 공정에서 유기물은 가수분해 및 산 발효를 거쳐 절대 혐기성균(methanogen)에 의하여 메탄(CH_4) 및 이산화탄소(CO_2)로 전환된다. 혐기성 공정에서 가스상으로 존재하는 메탄이 헨리의 법칙에 따라 유출수에 용존된 상태로 존재하며, 저농도 폐수를 짧은 체류시간에 처리하는 경우 용액에서 생성된 가스가 충분히 분리되지 못하여 과포화(oversaturation) 상태로 유출수와 함께 배출된다. 유출수에 포함된 용존메탄은 공기와 접하게 되면 평형을 이루기 위하여 대기 중으로 빠져나가는데, 메탄은 이산화탄소에 비하여 지구온난화잠재력 (Global Warming Potential, GWP)이 28배 내지 36배가 높은 온실가스로 지구온난화에 악영향을 미친다. 또한, 메탄가스는 폭발성이 매우 높은 가스로서 (Lower explosive limit, LEL = 5.0 %) 유출관에서 가스가 트랩 되는 경우 안전상의 문제를 야기할 수 있다.
- [0011] 특히, 저농도 폐수를 처리하는 혐기성 공정의 경우 발생된 메탄의 40% 내지 60%가 용존메탄 형태로 배출되기 때문에 에너지 회수효율 증진을 위해서는 회수공정이 에너지 자립화 측면에서 중요하다.

- [0013] 본 발명은 상기 과제를 해결할 수 있는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법은 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 단계(단계 3); 를 포

합하는 혐기성 하수처리 방법을 포함한다.

[0017] 또한, 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 를 포함하는 혐기성 하수처리 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법 은 혐기성 반응조 후단 공정으로 이용하는 용존메탄 처리를 통해 혐기성 반응조 처리수에 포함된 용존메탄이 지구온난화에 미치는 악영향을 줄일 수 있고, 폭발성, 에너지 수치 등에 미치는 영향을 저감할 수 있다.

[0020] 또한, 유기물로부터 재생에너지인 메탄 가스를 생성하는 에너지 회수 효율을 높일 수 있으며, 이와 같이 생성된 메탄 가스는 열병합 발전기를 이용한 전력 생산 및 폐열을 이용한 혐기성 반응조 및 소화조의 가온, 정제 후 인근지역에 열원으로 공급 및 자동차 연료 등에 사용할 수 있으므로, 하수처리장 운영비용을 절감시킬 수 있다. 또한, 에너지를 판매할 수 있는 하수처리장을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0025] 혐기성 하수처리 방법

[0026] 이하, 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법을 설명한다.

[0028] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

[0029] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법은, 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함한다.

- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200) 및 용존메탄 회수조(300)를 구비한다.
- [0033] 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1)에서, 상기 폐수는 고농도 폐수 또는 도시 하수 및 저농도 폐수일 수 있으며, 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다. 상기 단계 1은 침전조(100)를 사용함으로써 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거할 수 있다.
- [0034] 상기 침전조(100)는 유입되는 도시 하수 및 저농도 폐수 중의 부유물질(SS:Suspended Solid)을 제거하고, 부유물질에 의해 유발되는 생물학적 산소요구량(BOD:Biochemical Oxygen Demand) 또는 화학적 산소요구량(COD:Chemical Oxygen Demand)을 함께 제거함으로써, 후처리 공정부하를 줄이고 처리효율을 높일 수 있다. 상기 침전조(100)는 최초 침전지 시설을 통해 부유성 고형물을 중력 침전으로 제거하는 것으로, 생물학적 처리공정의 부하감소, 후속처리시설의 시설용량의 감소 및 운전비용의 안정적 절감 등의 기능을 수행할 수 있다. 또한, 유입된 도시 하수 및 저농도 폐수가 수 시간 동안 체류하면서 하수 중의 미세한 미립자를 침전시킬 수 있다. 상기 침전조(100)에서는 표면에 떠다니는 부유물 등을 스크래퍼를 이용하여 제거할 수 있다.
- [0035] 상기와 같은 침전조(100)는 유입부분, 침전부분, 슬러지 저장부분, 유출부분으로 나뉘어진다. 상기 유입부분에서는 하부의 유력을 분산시키며, 침전부분에서는 침전물을 침전시킨다.
- [0036] 이 때, 침전된 침전물은 1차 슬러지라고 하며, 후술되는 슬러지 처리 과정의 농축조(500)로 보내져 슬러지 처리 공정을 거치게 되며, 상기 침전조(100)에서 침전 처리된 하수는 유출부분에서 혐기성 반응조(200)로 보내져 생물학적 처리를 통해 처리될 수 있다.
- [0037] 통상적으로, 상기 침전조(100)에서는 하수가 약 2~3시간 정도 체류하면서 보통 생물학적 산소요구량의 30% 정도 제거되며, 부유물질은 35% 정도가 제거될 수 있다. 침전효율은 하수망의 형태, 하수의 생성기간, 침전 전의 분쇄 정도에 따라 좌우된다. 상기 침전조(100)는 후속공정의 기능을 원활히 하기 위해 수질관리상 체적된 슬러지를 적절하게 배출시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0038] 상기 침전조(100)는 부유 고형물의 제거 효율을 높여 용해성 물질을 처리하는 혐기성 반응조(200)의 부하를 감소시키기 위하여 응집제를 사용한 응집 침전조 또는 원심분리기와 같은 기계적인 고형물 분리장치를 이용할 수도 있으며, 본 발명은 특별히 한정하지 않는다.
- [0040] 단계 2에서, 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해한다. 상기 단계 2는 혐기성 반응조(200)를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0042] 상기 혐기성 반응조(200)는 상기 침전조(100)에서 침전 처리된 하수를 혐기성 미생물을 사용하여 하수 중의 유기물을 메탄과 이산화탄소로 분해하여 제거하는 역할을 할 수 있다.
- [0043] 이와 같은 혐기성 반응조(200)로는 ABR(Anaerobic Baffled Reactor), AFBR(Anaerobic FluidizedBed Reactor), AF(Anaerobic Filter), UASB(Upflow Anaerobic Sludge Blanket), AnMBR(Anaerobic Membrane Bioreactor), CSTR(Continuously Stirred Tank Reactor), Anaerobic Expanded Granular Sludge Blanket Reactor, Anaerobic Internal Circulation Bioreactor, ASBR(Anaerobic Sequencing Batch Reactor), AFMBR(Anaerobic Fluidized Membrane Bioreactor) 등이 사용될 수 있으며, 또한, 이들의 혼합형(hybrid) 반응조 등이 사용될 수도 있다.
- [0045] 상기에서 언급한 여러 혐기성 반응조(200) 중에서 AFBR 반응조는 반응조 내에 침강성이 뛰어난 모래, 진흙, 활성탄 같은 넓은 비표면적을 갖는 입상 물질을 이용하여 유동상 생물막을 형성시켜 고농도의 미생물을 반응조 내에 유지시키는 메탄 발효 반응조이다. 그 결과 혐기성 미생물이 높은 활성도를 유지하며 고농도 유기성 폐수뿐만 아니라 저농도의 유기물을 함유한 폐수까지도 짧은 체류시간에 처리하여 경제적 운영이 가능할 수 있고, 특히 미생물 충격 부하에 안정적일 수 있다.
- [0046] AFBR 반응조는 일반적으로 유입부, 유동상 베드층, 가스-유동입자 분리조로 구성된 매우 간단한 반응조 형태이

다. 폐수의 종류, 운전조건, 배양환경조건에 따라 달라지지만, 일반적으로 직경 0.2~0.8 mm의 미디어에 부착된 미생물이 40 kg/m³ 정도의 고농도로 유지되며, 10~30 m/h 의 빠른 상향유속이 적용된다. 본 장치에서 AFBR은 처리수 내에 존재하는 유기물의 분해를 주목적으로 하지만 질산성 질소의 탈질을 위해서도 활용될 수 있다.

[0047] 처리수가 유입부를 통해 고르게 분배되어 조밀한 유동상 베드층을 통과하는 과정에서 유기물질은 산발효 과정을 거쳐 메탄과 이산화탄소 가스로 분해되며, 이때, 발생된 가스에 부착된 유동입자는 상승하여 가스-유동입자 분리조에서 가스와 분리되어 유동상 베드층으로 순환 반송될 수 있다. AFBR이 탈질 기능을 하기 위해서는 처리수에 존재하는 암모니아성 질소를 후술되는 질소/인 제거장치(800)에서 질산화 과정을 거친 후 AFBR로 반송하여 탈질화 과정을 진행하여야 한다.

[0048] 상기와 같은 혐기성 반응조(200)를 사용할 경우 잉여 슬러지 생성량이 매우 적기 때문에 별도의 2차 침전조가 필요하지 않을 수 있다. 만일 별도의 침전조가 필요하다고 하더라도 그 크기는 기존 하수처리 장치의 2차 침전조보다 매우 작게 구성할 수 있기 때문에 하수처리장 건설 부지 면적을 줄일 수 있다. 그리고, 생성된 잉여 슬러지는 직접 탈수하거나, 메탄 생성을 위해 후술되는 슬러지 소화조(600)로 이송되어 처리될 수 있다.

[0049] 상기 혐기성 반응조(200)에서 분해된 메탄가스는 용존메탄 회수조(300)로 보내질 수 있다. 또한 후술되는 발전기(700)의 연료로 사용되고, 유출수는 후술되는 스트리퍼(400)로 보내질 수 있다. 기존의 호기성 반응조를 이용한 하수처리 장치에서는 슬러지 소화조에서만 소량의 메탄가스를 생성할 수 있었으나, 본 발명에 의한 혐기성 반응조를 이용하게 되면, 상기 혐기성 반응조(200)에서 다량의 메탄 가스를 생성할 수 있을 뿐만 아니라 용존메탄 회수조(300), 후술되는 스트리퍼(400)에서도 메탄 가스를 추가로 회수할 수 있고, 슬러지 소화조(600)에서도 메탄 가스를 회수할 수 있는 등 재생 에너지 회수율이 매우 높아질 수 있다.

[0051] 상기 혐기성 미생물은 절대혐기성미생물 또는 통성혐기성미생물일 수 있으며, 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0052] 각종 오염물질을 함유하는 폐수를 처리하는 방법은, 수중 미생물이 폐수 중의 오염물질을 영양원으로 섭취하여 공정시키는 원리를 이용할 수 있다. 미생물은 산소 섭취 방식에 따라 크게 혐기성 미생물과 호기성 미생물로 분류된다. 호기성 미생물은 수중의 용존 산소를 산화제로 이용하여 유기물을 이산화탄소까지 산화시키지만, 혐기성 미생물은 산소와 같은 외부 산화제를 이용하지 않고 자체적으로 산화환원반응을 일으키며 그 결과 유기물로부터 메탄을 생산한다.

[0053] 일반적인 폐수 처리 장치에서는, 1차 침전조 유출수에 잔류하는 유기물을 호기성 미생물을 이용하여 산화시켜 처리한 다음 필요에 따라 질소 및 인을 제거한다. 그러나, 상기와 같은 일반적인 폐수 처리 장치는 다량의 산소를 필요로 하는 호기성 공정을 이용하기 때문에, 반응조 내에 공기를 공급하기 위한 산기관 및 송풍기 운전에 필요한 소비 전력량이 많은 단점이 있다.

[0054] 우리나라의 경우 하수처리장 전체 전력 소비량의 약 40% 정도를 공기를 공급하는데 소모하고 있다고 알려져 있다. 또한, 호기성 공정에서는 다량의 잉여 슬러지가 발생됨으로써 슬러지 처리 비용이 높다는 문제도 있다.

[0055] 반면, 폐수를 혐기성 공정을 이용하여 처리하는 폐수 처리 장치는, 폐수에 함유된 유기물을 재생에너지인 바이오 가스로 변환시키고, 상대적으로 소량의 잉여 슬러지를 발생시키며, 호기성 방법에서 요구되는 산기장치가 불필요하여 에너지 절감 효과가 크며, 반응조가 밀폐 구조이므로 악취 물질 배출 가능성이 낮다. 또한, 처리할 수 있는 오염 부하량이 높기 때문에 적은 용적의 반응장치가 사용될 수 있고, 잉여 슬러지가 소량 발생하므로 2차 침전지가 작거나 없어도 되기 때문에, 부지 면적을 작게 차지한다고 하는 장점이 있다.

[0056] 상기와 같은 장점을 갖는 혐기성 공정은, 호기성 공정에 비해 처리 효율이 낮고, 처리속도가 늦어 긴 체류시간을 요구한다는 잘못된 고정 관념에 기인하여 최근까지도 도시 하수 및 저농도의 폐수 처리에는 사용되지 않고 있었으며, 고농도 폐수에 한하여 이용되고 있는 실정이다.

[0057] 그러나 본 발명의 일 실시 예를 따르는 혐기성 공정은 도시 하수 및 저농도 폐수 처리에 매우 효과적으로 적용될 수 있으며, 호기성 공정과 같은 짧은 체류 시간에서 운전될 수 있다.

[0059] 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 단계(단계 3)는 용존메탄 회수조(300)에서 진행될 수 있다.

- [0060] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 메탄 회수 공정은 혐기성 반응조(200)로부터 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 용존메탄 회수조(300)에서 회수할 수 있다.
- [0062] 혐기성 공정에서 가스상으로 존재하는 메탄이 헨리의 법칙에 따라 유출수에 용존된 상태로 존재하며, 저농도 폐수를 짧은 체류시간에서 처리하는 경우 용액에서 생성된 가스가 충분히 분리되지 못하여 과포화(oversaturation) 상태로 유출수와 함께 배출될 수 있다. 유출수에 포함된 용존메탄은 공기와 접하게 되면 평형을 이루기 위하여 대기 중으로 빠져나가는데, 메탄은 이산화탄소에 비하여 지구온난화잠재력(Global Warming Potential, GWP)이 28배 내지 36배가 높은 온실가스로 지구온난화에 악영향을 끼칠 수 있다.
- [0063] 또한, 메탄가스의 경우 폭발성이 매우 높은 가스로서 (Lower explosive limit, LEL = 5.0 %) 유출관에서 가스가 트랩되는 경우 안전상의 문제를 야기할 수 있다.
- [0064] 특히, 저농도 폐수를 처리하는 혐기성 공정의 경우 발생된 메탄의 40% 내지 60 %가 용존메탄의 형태로 배출되기 때문에 에너지 회수효율 증진을 위해서는 회수공정이 에너지 자립화 측면에서 매우 중요하다.
- [0066] 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은, 메탄영양세균(methanotroph)을 이용하여 상기 용존메탄을 산화시켜 제거하는 방법에 의하는 혐기성 하수처리 방법일 수 있다.
- [0067]
- [0068] 용존메탄 처리장치는 생물학적 처리방안 그리고 물리학적 처리방안을 포함할 수 있다. 생물학적 처리방안으로는 메탄영양세균(methanotroph)을 이용하여 메탄을 산화시켜 제거하는 방법, 메탄을 부분적으로 산화시킨 다음 탈질을 위한 전자공여체로 활용하는 방법, 그리고 메탄영양세균 내에 축적되는 PHB(polyhydroxybutyrate)를 회수하여 활용하는 방안을 포함할 수 있다.
- [0069] 물리학적 처리방안으로는 농도 구배를 이용한 처리 방안인 공기 스트리핑 장치, 분리막(membrane)을 이용하여 가스 스위핑(sweeping)을 이용한 방법, 압력 구배를 이용한 진공 탈기, 그리고 진공 탈기 분리막(degassing membrane)이 적용될 수 있다.
- [0071] 상기 메탄영양세균은 메탄을 산화하며 에너지를 얻는 세균으로 호기적 조건(aerobic condition)에서만 있다고 알려져 왔으나 최근 혐기 조건(anaerobic condition)에서 메탄을 산화하며 에너지를 얻는 미생물도 발견되었다.
- [0072] 본 발명의 메탄영양세균(methanotroph)이란, 메틸영양세균(methylotroph) 중에서 메탄을 탄소원 및 에너지원으로 이용할 수 있는 미생물을 의미하는데, 세포에서 외부의 메탄을 흡수하여 CH_3OH , HCHO , HCOOH 및 CO_2 로 순차적으로 변화시켜서 메탄을 이산화탄소로 완전히 산화시킴을 통하여 ATP를 획득할 수 있다. 본 발명의 메탄영양세균은 메탄을 제거할 수 있는 효과를 나타내는 한, 특별히 이에 제한되지 않으나, *Methylocystis*속 미생물, *Methylosarcina*속 미생물, *Methylocaldum* 속 미생물 등이 될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 다른 실시 예는 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은, 스트리핑(stripping), 분리막을 이용한 가스 스위핑(sweeping), 압력 구배를 이용한 진공 탈기 방법 및 진공 탈기 분리막을 이용하는 방법 중 하나인 혐기성 하수처리 방법일 수 있다.
- [0075] 또한, 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법이 진공 탈기 분리막을 이용하는 방법인 경우, 상기 분리막은 비 다공질 분리막일 수 있다.
- [0077] 스트리핑은 액체 속에 용해되어 있는 기체를 분리, 제거하는 것으로써 가열, 가압 및 수증기, 불활성 가스, 공기 등의 흡입에 의한 직접 접촉에 의할 수 있다. 폐수 속의 휘발 성분은 폭기에 의해 방산될 수 있다. 본 발명의 실시 예에서 용존메탄을 공기 스트리핑 장치를 이용하여 회수 할 수 있다.

- [0079] 용존메탄을 회수할 때에는 분리막을 이용하는 것이 효과적이며 이를 통해 최대 98.5%까지 회수가 가능하다. 분리막의 재료에 따라 기체의 선택성이 다르므로 메탄의 순도를 높이는 용도로도 적용이 가능하며, 여과 형태와 혐기성 소화 처리수의 수질이 회수율에 영향을 미친다. 또한 투과 측의 압력이 낮을수록 회수율이 향상되나 온도에 대한 영향은 없다. 회수된 메탄으로 0.16kWh/m³의 전력 생산이 가능한데, 이로써 혐기성 분리막 공정의 운전과 여기서 발생하는 메탄의 회수와 정제에 필요한 전력을 모두 충당할 수 있다.
- [0080] 분리막을 이용한 용존메탄의 회수는 소요되는 비용이 적고 최소한의 정제(upgrading)로 고농도의 메탄을 만들 수 있다는 장점이 있다. 용존메탄의 회수에 사용되는 분리막은 크게 비 다공성(non-porous)과 다공성(porous)으로 구분할 수 있다. 다공성막은 유기물에 의해 포어 웨팅(pore wetting)이 발생하여 효율이 감소하기 때문에, 비 다공성막은 UASB 처리수와 같이 유기물이 높은 원수에 사용하고 다공성막은 AnMBR 처리수와 같이 수질이 좋은 원수에 적합할 수 있다. 분리막의 형태는 단위볼륨당 분리막의 표면적이 커서 많은 유량의 처리가 가능한 중공사막(hollow fiber membrane)일 수 있다. 중공사막의 여과형태는 내강측 유동(lumen-side flow)과 각측 유동(shell-side flow)이 있다. 내강측 유동(Lumen-side flow)은 처리 용량이 큰 장점이 있지만 고형물이 많은 원수에는 적합하지 않고, 각측 유동(shell-side flow)은 고형물 농도가 높을 때에도 적용이 가능하다.
- [0081] 비다공성 분리막의 재료는 PDMS(poly-dimethylsiloxane), PI(polyisoprene), PO(polyoctenamer) 및 PU(polyurethane) 중 적어도 하나일 수 있다. 고분자에 따라 기체의 투과성이 다르며 PDMS가 다른 재료보다 투과성이 높기 때문에 용존 가스의 회수에 매우 효과적이다. 이산화탄소는 메탄에 비해 투과성이 매우 높아서 분리막을 통해 쉽게 제거가 가능하므로 메탄의 순도를 높이는 데 이용될 수 있다.
- [0082] 분리막을 통한 가스의 확산은 유입 측과 투과 측의 압력 차이에 의해서 발생할 수 있으며, 투과 측의 압력을 스위프 가스(sweep gas)나 진공으로 감소시켜 양측의 압력 구배를 형성할 수 있다.
- [0084] 분리막에 의한 용존메탄의 회수를 별도의 공정으로 구성하지 않고 혐기조에 순환 배관을 설치한 후 이 배관에 용존메탄을 회수할 수 있는 분리막을 설치하여 인시츄 탈기(in situ degassing)를 하면 이산화탄소가 우선 제거되어 94% 정도의 높은 메탄 농도를 얻을 수 있으며 반응조의 pH가 상승하여 혐기성 소화 공정의 안정성이 증가할 수 있다. 또한 용존되어 있는 수소가 제거되므로 알코올이나 지방산과 같은 혐기 소화 공정의 중간 생성물이 분해에 적합한 조건이 형성되어 반응이 잘 일어나며 미생물에 흡착되어 있는 가스가 용해되어 미생물의 침전성이 향상되는 장점이 있다.
- [0086] 본 실시 예에서는 탈기 분리막의 경우 분리막은 비 다공질 분리막이며 전단의 혐기성 공정이 분리막을 포함하여 유출수가 막 투과수인 경우 다공질 분리막이 적용 가능하다.
- [0088] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 방법은, 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법이 압력 구배를 이용한 진공 탈기 방법이고, 상기 단계 2를 거쳐 배출된 배출수가 분리막 투과수인 경우, 상기 단계 3에서 용존메탄을 회수하는 방법은 상기 단계 2의 배출수를 분사하여 물질이동속도(mass transfer rate)를 증가시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0090] 진공 탈기방법을 혐기성 공정 처리수가 분리막 투과수에 적용하는 경우 처리수에 입자를 포함하지 않았으므로 진공 탈기조 내에서 노즐로 처리수를 분사하여 물질 이동 속도(mass transfer rate)를 증가시키므로써 처리시간을 단축시킬 수 있다. 혐기성 공정 처리수가 분리막 투과수인 경우 분리막의 유동방식은 내강측(lumen side) 또는 각측(shell side)일 수 있다.
- [0091] 압력구배를 이용한 장치구성의 경우, 압력구배를 유도하는 진공펌프의 흡입 전단에 워터트랩(water trap)을 설치하여 가스와 함께 흐르는 수증기를 제거하여 펌프의 효율유지와 함께 회수가스의 품질을 유지할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 상기 단계 3이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 DO 농도를 증가시키며, 또한 유출수의 생물학적 반응성

을 줄이는 단계를 더 포함할 수 있다. 이하 도 2를 기초로 설명한다.

- [0095] 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0096] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 용존메탄 회수조(300), 스트리퍼(400)를 구비할 수 있다.
- [0097] 상기 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 용존메탄 회수조(300)는 앞서 설명한 본 발명의 일 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 그것들과 동일한 구성 및 작용을 가지므로 여기서는 구체적인 설명은 생략하며, 이하에서는 상기 스트리퍼(400)에 대하여 설명한다.
- [0098] 상기 스트리퍼(400)는 상기 혐기성 반응조(200)에서 유출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 용존 산소(DO: dissolved oxygen) 농도를 증가시키며, 유출수의 생물학적 반응성을 줄이기 위한 목적으로 설치할 수 있다.
- [0099] 이러한 스트리퍼(400)는 기존에 사용되는 장치를 이용할 수 있으며, 공기를 이용하여 짧은 시간 동안 폭기를 할 수 있다. 여기서 발생한 공기는 메탄을 포함하고 있으므로 발전기(700)에 공급하면 회수된 메탄의 열량을 열원으로 이용할 수 있다.
- [0101] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 제1항에 있어서, 상기 단계 2 이후에, 상기 단계 2를 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 DO 농도를 증가시키며, 또한 유출수의 생물학적 반응성을 줄이는 단계를 더 포함할 수 있다. 이하 도 3을 기초로 설명한다.
- [0103] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0104] 도 3을 참조하면, 상기 스트리퍼(400)는 앞서 설명한 것과 동일한 구성 및 작용을 가지며 용존메탄을 회수하는 단계 3 이전에 상기 혐기성 반응조(200)에서 유출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 용존 산소(DO: dissolved oxygen) 농도를 증가시키며, 유출수의 생물학적 반응성을 줄일 수 있다.
- [0106] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 상기 단계 1에서 침전된 슬러지를 농축하는 단계 및 상기 농축된 슬러지를 가온, 교반하여 슬러지의 유기물을 부산물과 메탄가스로 분해하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이하 도 4를 기초로 설명한다.
- [0108] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0109] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 용존메탄 회수조(300), 농축조(500), 슬러지 소화조(600), 발전기(700)를 구비할 수 있다.
- [0111] 상기 단계 1에서 침전된 슬러지를 농축하는 단계는 상기 농축조(500)에서 수행될 수 있다.
- [0112] 상기 농축조(500)는 상기한 침전조(100)에서 발생되어 가라앉은 1차 슬러지를 고액 분리하여 농도를 높이고, 슬러지 부피를 감소시킬 수 있다. 이 때 슬러지는 중력에 의한 침전 방식으로 농축시킬 수 있다.
- [0113] 상기 1차 슬러지는 하수처리 과정에서 나오는 필연적인 부산물이므로 하수처리장은 이러한 슬러지를 최소한으로 줄여야 하는 바, 상기 농축조(500)에서는 수분을 97% 내지 99.2%까지 줄이는 기능을 할 수 있다. 이 때, 상기 슬러지 농축상황은 슬러지 처리시설의 전체 효과에 큰 영향이 있을 뿐만 아니라 분리액은 하수처리 시설에도 영향을 미치기 때문에 충분한 관리가 요구된다. 1차 슬러지의 고농도 농축을 위해서 기계식 농축장치를 이용할 수도 있다.
- [0114] 상기 농축조(500)에서 농축된 슬러지는 슬러지 소화조(600)로 보내질 수 있다.
- [0115] 상기 농축된 슬러지를 가온, 교반하여 슬러지의 유기물을 부산물과 메탄가스로 분해하는 단계는 상기 슬러지 소

화조(600)에서 수행될 수 있다.

- [0116] 상기 슬러지 소화조(600)는 농축된 슬러지를 화학 처리하는 것으로, 밀폐된 탱크 내에서 슬러지를 가온, 교반함으로써, 슬러지의 유기물이 분해되어 메탄가스와 부산물을 생성하는 역할을 할 수 있다.
- [0117] 상기 슬러지 소화조(600)는 미생물의 작용으로 유기물을 분해하여 슬러지를 처리하는 호기성 소화조 또는 혐기성 소화조로 구성될 수 있다. 이 때, 상기 호기성 소화조는 운전이 쉽고, 냄새가 거의 없으며, 처리수의 생물학적 산소 요구량, 부유물질의 농도가 낮다는 장점이 있다.
- [0118] 그리고, 상기 혐기성 소화조는 소규모인 경우에 동력시설이 필요 없고 연속 처리를 할 수 있으며, 유지관리가 용이하고, 유용한 메탄가스를 얻을 수 있으며, 병원균이나 기생충란을 사멸시킬 수 있다는 장점이 있다. 상기 혐기성 소화조에서 생성된 메탄가스는 자체적인 연료(발전기(700))로 사용되어 자원 재활용에 도움을 줄 수 있다.
- [0119] 상기 슬러지 소화조(600)는 산소를 차단하여 슬러지를 처리하는 방법인 혐기성 소화방법을 주로 사용하는 바, 유기물의 함량을 줄여 사후에 2차 오염을 최소화하고 안정화시키는 역할을 할 수 있다.
- [0120] 이와 같은 혐기성 소화조를 통한 슬러지의 혐기성 소화는 슬러지를 감량시킬 수 있을 뿐만 아니라 슬러지의 탈수성을 개선시키고, 위생상 안전한 슬러지를 만들고 발생 소화가스는 연료로 이용할 수 있는 장점을 갖는다.
- [0121] 상기 슬러지 소화조(600)에 있던 슬러지는 탈수조(도시되지 않음)로 보내어져 함수율을 낮춘 뒤 소각, 건조 후 재활용, 또는 매립 처리될 수 있다. 통상 하수 처리 결과 발생한 슬러지는 용적도 크고 수분도 많아 액상이기 때문에 그대로의 처분은 불가능에 가깝다. 따라서, 여과와 압축을 조합한 가압여과기와 같은 슬러지 탈수 설비를 이용하여 슬러지 함수율 80%이하 정도의 케익상으로 탈수하여 슬러지 용량을 감소시켜 반출, 운반 및 처분을 쉽게 할 수 있다.
- [0123] 본 발명의 다른 실시 예에서, 단계 3에서 용존메탄의 제거를 위해 메탄영양세균을 이용하는 경우, 상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph)을 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수의 탈질을 위한 전자공여체로 이용할 수 있다. 이하, 도 5를 기초로 설명한다.
- [0125] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0126] 질소(N)를 제거하는 방법은 자연계의 질소순환에서 호기성 상태의 질산화 세균(Nitrifier)과 무산소상태의 탈질산화 세균(Denitrifier)에 의해 질소 가스로 전환되는 현상을 이용할 수 있다. 인(P)의 제거는 무산소상태에서 미생물 세포 내에 있는 인을 체외로 방출시키는 인의 방출과 호기성 상태의 인의 과잉섭취에 의한 방법을 이용할 수 있다. 이때, 탈질 및 탈인을 위한 비폭기시 미생물들은 대사과정에서 유기물(전자공여체)을 필요로 한다. 그러므로, 유입폐수의 유기물/질소의 비가 높은 것이 바람직하며, 유기물/질소의 비가 낮은 경우에는 외부의 유기물의 주입이 있어야 질소 및 인 처리가 가능하다.
- [0128] 도 5를 참조하면 용존메탄 회수조(300)에 질소/인 제거장치(800)를 연결하여 상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph)을 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수의 탈질을 위한 전자공여체로 이용할 수 있다.
- [0130] 상기 질소/인 제거장치(800)는 최종 처리되어 방류되는 유출수의 질소 및 인의 농도를 방류수 수질 기준으로 맞추기 위하여 설치될 수 있다. 도시 하수 및 저농도 폐수에는 유기 물질뿐만 아니라 질소 및 인을 포함하는 영양염류 성분이 존재한다. 영양염류란 유기물 분해를 일으키는 미생물이 생육과 증식에 필요한 무기성 원소로서, 이들 중 특히 질소 화합물과 인산염은 생물 세포형성과 에너지 대사를 위하여 연속적으로 공급되어야 하는 원소이다. 그러나, 이러한 질소(N) 또는 인(P)과 같은 영양염류가 증가하면 생태계의 균형이 파괴되면서 부영양화 현상이 발생하는 문제가 있다. 이러한 부영양화 발생의 원인이 되는 질소 발생원으로는 생활하수와 공장폐수 및 농업폐수를 들 수 있다. 생활 하수에는 유기 질소 화합물로서 단백질, 펩타이드, 아미노산 및 요소가 포함되어 있으며, 무기 질소 화합물로서 소량의 암모니아가 포함되어 있다. 유기 질소 화합물 형태 또는 질소는 물속에서 미생물의 작용으로 아질산염 또는 질산염으로 산화되면서 물속의 산소를 소모시킨다. 아질산염 또는 암모니아는

어류에 치명적인 영향을 미친다.

- [0131] 인(P)의 주요 발생원은 합성세제로서 수중 생태계로 흘러드는 인의 30~40%가 이에 속한다. 인산염은 합성 세제의 충전제(builder)로 사용되어 계면 활성제와 더불어 세척작용에 상승효과를 일으키는 것으로 합성세제의 큰 부분을 차지한다. 합성세제의 사용량이 날로 늘어감에 따라 인산염이 하수 중에서 차지하는 비중이 점점 증대하고 있다.
- [0132] 이러한 질소(N) 또는 인(P)이 저수지에 축적되면 부영양화가 일어나는 문제가 발생한다. 부영양화는 질소 또는 인 성분이 저수지 등의 수역으로 유입될 때 이들 질소 또는 인을 먹이로 하는 미생물이 과잉 번식되면서 일어나기 시작되는 현상이다. 따라서 부영양화를 근본적으로 방지하기 위해서는 하, 폐수 내의 영양염류 성분이 하천 등의 수역으로 유입되기 전에 제거되어야 한다.
- [0133] 본 실시 예에서는 폐수 중의 유기물질이 분해되어 최종 유출되는 유출수에 함유되어 있는 질소(N) 또는 인(P)을 제거하는 질소/인 제거장치(800)를 추가로 구비함으로써, 질소 또는 인의 농도를 방류수 수질 기준으로 맞추도록 할 수 있다.
- [0134]
- [0135] 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 방법은 상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph) 내에 축적된 PHB(polyhydroxybutyrate)을 회수할 수 있다. 이하 도 6을 기초로 설명한다.
- [0136] 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0137] 일반적으로 폐수 처리 시 유기물 제거에 초점을 맞추어 2차 처리인 활성 슬러지 공정까지만 운영하는 경우, 하·폐수 중에 용존하고 있는 질소와 인이 처리되지 않은 채, 하천에 방류되거나 호수 및 저수지로 유입될 수 있다. 이 경우, 영양염류(질소/인)의 호수 유입에 의한 부영양화와 같은 문제가 발생할 수 있다.
- [0139] 본 실시 예에서는 혐기성 처리 장치에 메탄영양세균 회수탱크(900)를 추가적으로 결합하여 상기 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph) 내에 축적된 PHB(polyhydroxybutyrate)을 회수할 수 있다.
- [0141] PHB는 PHA의 하나로, 상업적으로 매우 유용한 바이오폴리머로 알려져 있으며, 항생제의 유기합성을 위한 비대칭 탄소원, 생분해성/열가소성 물질, 약물전달용 매트릭스 및 뼈 대체용 매트릭스로서 다양하게 이용될 수 있다.
- [0143] 상기 메탄영양세균은 탄소원이 풍부한 환경에서 PHB를 생합성하여 체내에 저장할 수 있다. 상기 PHB를 체내에 포함하고 있는 메탄영양세균을 화학처리함으로써 상기 메탄영양세균으로부터 PHB를 분리할 수 있다. 예를 들면, 상기 메탄영양세균을 차아염소산나트륨으로 처리함으로써 PHB를 분리할 수 있다. 상기 메탄영양세균에서 PHB를 회수하는 방법은 통상적으로 수행되는 방법일 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [0145] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 방법은, 용존메탄을 회수하는 단계 후에, 용존메탄을 산화시킨 메탄영양세균(methanotroph) 내에 축적된 PHB(polyhydroxybutyrate)을 회수하기 위해 상기 메탄영양세균을 메탄영양세균 회수탱크(900)에서 회수할 수 있다.
- [0146] 상기 메탄영양세균을 메탄영양세균 회수탱크(900)에서 회수하는 방법은 중력침전 방법, 원심분리 방법으로 수행될 수 있으며 본 발명은 이를 특별히 제한하지 않는다.
- [0148] **혐기성 하수처리 장치**
- [0149] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 를 포함한다.

- [0151] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 상기 혐기성 반응조에서 유출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 용존 산소(DO: dissolved oxygen) 농도를 증가시키며, 유출수의 생물학적 반응성을 줄이는 스트리퍼를 포함한다.
- [0153] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조(200)에서 유출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, 유출수의 용존 산소(DO: dissolved oxygen) 농도를 증가시키며, 유출수의 생물학적 반응성을 줄이는 스트리퍼(400); 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 를 포함한다.
- [0155] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 상기 침전조에서 발생되어 가라앉은 1차 슬러지를 고액 분리하여 농도를 높이고, 슬러지 부피를 감소시키는 농축조; 농축된 슬러지를 화학 처리하는 슬러지 소화조; 발전기를 포함한다.
- [0157] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 및 질소/인 제거장치를 포함한다.
- [0159] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 및 메탄영양세균 회수탱크를 포함한다.
- [0161] 상기 침전조, 반응조, 용존메탄 회수조, 농축조, 슬러지 소화조, 스트리퍼 질소/인 제거장치 및 메탄영양세균 회수탱크 등에 관한 내용은 앞서 설명한 것과 동일한 것으로, 설명을 생략한다.
- [0163] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0165]
- 100: 침전조
 - 200: 혐기성 반응조
 - 300: 용존메탄 회수조
 - 400: 스트리퍼
 - 500: 농축조

600: 슬러지 소화조

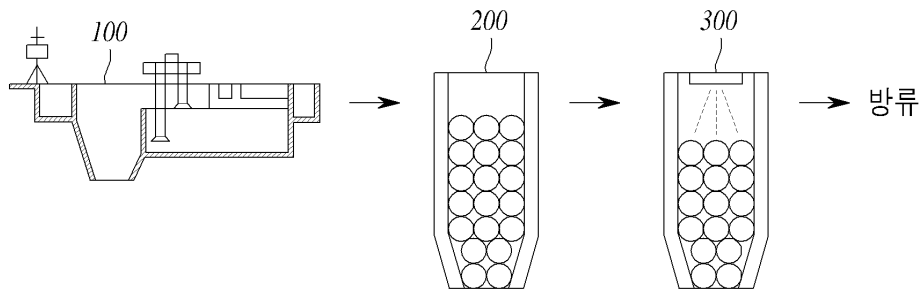
700: 발전기

800: 질소/인 제거장치

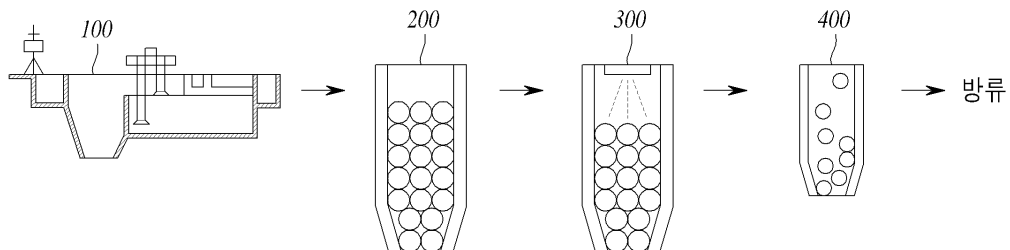
900: 메탄영양세균 회수탱크

도면

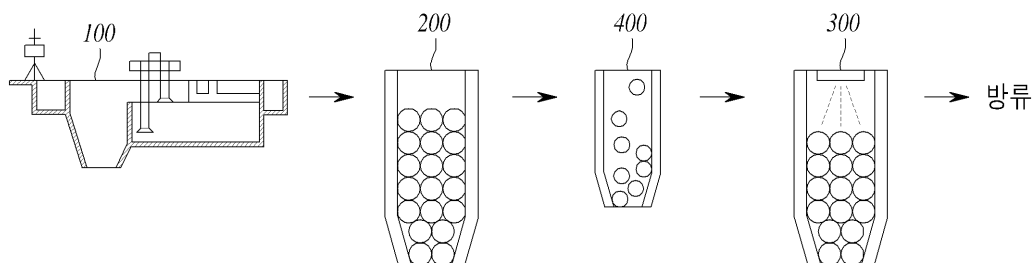
도면1



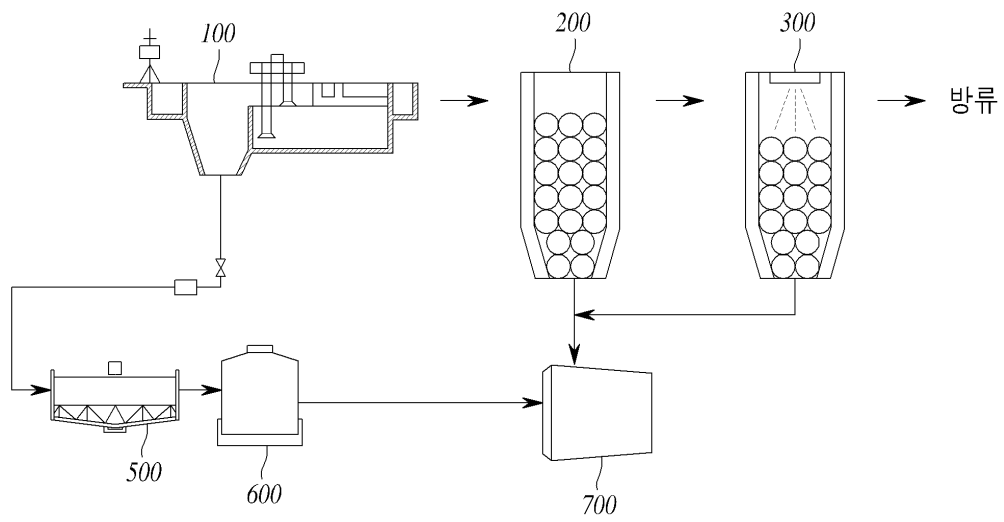
도면2



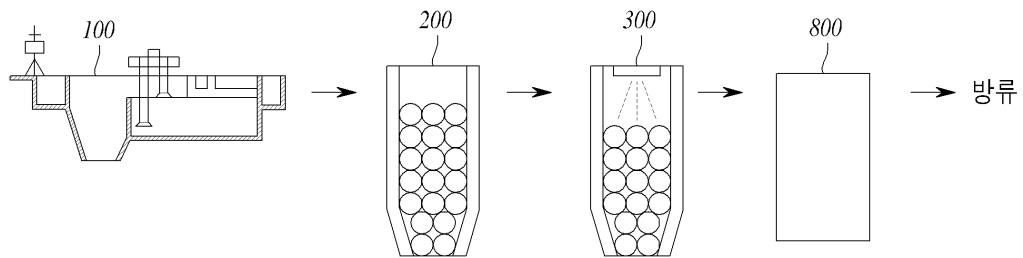
도면3



도면4



도면5



도면6

