



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0026495
(43) 공개일자 2017년03월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/30 (2006.01) C02F 11/12 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01) C02F 3/22 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C02F 3/308 (2013.01)
C02F 11/127 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7001919
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월30일
심사청구일자 2017년01월20일
- (85) 번역문제출일자 2017년01월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/038620
- (87) 국제공개번호 WO 2016/004082
국제공개일자 2016년01월07일
- (30) 우선권주장
62/019,210 2014년06월30일 미국(US)

- (71) 출원인
햄튼 로즈 세니테이션 디스트릭트
미국, 버지니아 23471-0911, 버지니아 비치, 피. 오. 박스 5911, 에어 레일 에비뉴 1434
디.시. 워터 앤 수어 오쏘러티
미국, 워싱턴, 디시 20032, 사우쓰웨스트 오버룩 에비뉴 5000
- (72) 발명자
베트, 베른하르트
미국 버지니아 23471, 버지니아 비치, 에어 레일 에비뉴 1434
보트, 찰스
미국 버지니아 23471, 버지니아 비치, 에어 레일 에비뉴 1434
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 45 항

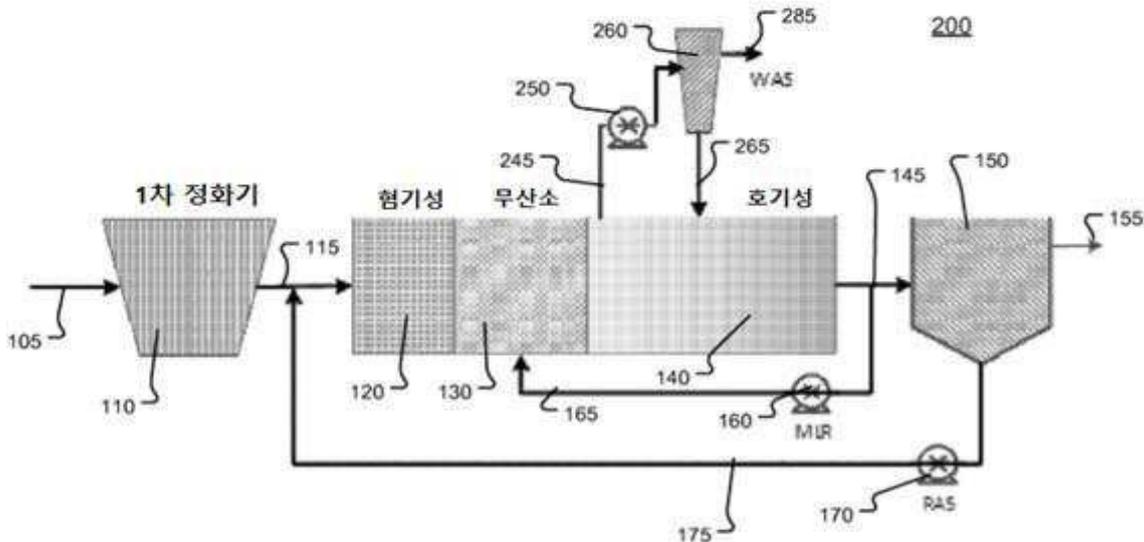
(54) 발명의 명칭 **외부 선택을 이용한 폐수 처리 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 포함하는 생물학적 폐수 처리를 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 장치는 플록에 대한 과립 형성 및 필라멘트 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 폐수 및 재활용 바이오매스가 혼합되는 내부 생물학적

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



반응기 및, 조밀한 과립 선택을 포함하는 조밀화된 바이오매스 응집체를 수집 및 보유하고 더 가벼운 필라멘트 및 플록을 폐기하기 위한 바이오매스 폐기물 스트림에 작동하는 외부 중량 선택기 또는 외부 스크린 선택기를 포함하고 있다. 본 발명의 방법 및 장치에서, 집중된 입자를 캡슐화하는 응집체의 형성을 증진시키도록 코어를 제공하기 위한 입자가 추가될 수도 있다. 입자는 입자의 형성을 개시 또는 공급하기 위해 예를 들어 바이오반응기 내에 다양한 소재로서 추가될 수 있는데, 이후에 외부 중량 선택기 또는 외부 스크린 선택기에 의해 분리되거나 또는 병합될 수도 있다. 추가적으로, 유기체는 생물학적 포스포러스 제거, 탈질소화 메탄 산화제, 생물학적 황 또는 황화물 산화, 및 메탄생성을 위해 선택될 수도 있다.

(52) CPC특허분류

C02F 3/1268 (2013.01)

C02F 3/223 (2013.01)

C02F 3/28 (2013.01)

C02F 3/2866 (2013.01)

C02F 2209/001 (2013.01)

C02F 2209/14 (2013.01)

C02F 2209/15 (2013.01)

C02F 2209/22 (2013.01)

C02F 2303/16 (2013.01)

(72) 발명자

머시, 수디르

미국 버지니아 23471, 버지니아 비치, 에어 레일
애비뉴 1434

드 크리페레, 하이데

미국 버지니아 23471, 버지니아 비치, 에어 레일
애비뉴 1434

명세서

청구범위

청구항 1

플록(floc) 및 필라멘트(filament) 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배(gradient)를 제공하도록 폐수 및 재활용 바이오매스가 혼합되는 내부 생물학적 반응기; 및

조밀한 과립 선택을 포함하는 조밀화된 바이오매스 응집체를 수집하고 유지하며, 더 가벼운 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기물 스트림 상에서 작동되는 외부 중량 선택기를 포함하는,

생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 포함하는 생물학적 폐수 처리 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 중량 선택기는 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 또는 외부 중력 침강 장치를 포함하는, 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

외부 물리적 선택이 폴리포스페이트(polyphosphate) 축적 유기체의 경우와 같이 침전된 포스포러스(phosphorus) 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 및 제거를 증진시키는, 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 중량 선택기가 특정 유기체의 성장을 위한 니체 환경(niche environment)을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어(core)를 생성하기 위해 조밀화된 바이오매스 내 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는, 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

환경은 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코젠 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황(sulfur) 또는 황화물(sulfide) 산화 및 메탄생성을 포함하는 생물학적 포스포러스 제거를 위한 유기체를 선택하는 환경인, 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

조밀화된 응집체에 의해 제공되는 생물학적 선택으로 인해 포스포러스를 제거하는데 포말(formal) 혐기성 선택기가 불필요하며, 포스포러스 제거 성능 및 신뢰도를 향상시키기 위한 혐기성 선택기를 추가적으로 포함하는, 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

포스포러스 제거 및 바이오매스의 조밀화된 응집체 구조를 달성하여 코어의 질산염(nitrate) 침투에 대한 물질 전달 저항을 제공하기 위해 전-무산소성 선택기 또는 존(zone)을 추가적으로 포함하는, 장치.

청구항 8

마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고, 중량 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된(digested) 고체 또는 분해되는(digesting) 고체로부터 스트러바이트(struvite) 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포르스의 분리를 위한 장치로서, 중량 선택기를 포함하는 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 중량 선택기는 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 외부 중력 침강 장치 또는 임의의 중량 접근법을 포함하는, 장치.

청구항 10

제 1항 또는 제 8항에 있어서,

상기 외부 중량 선택기는 폴리하이드록시알카노에이트(polyhydroxyalkanoates), 폴리포스페이트, 무기 포스포르스-함유 미네랄 또는 알긴산염(alginate)을 우선적으로 회수하는, 장치.

청구항 11

제 1항에 있어서,

침강기(settler) 및 통기 탱크(aeration tank)를 추가적으로 포함하며,

내부 생물학적 선택기가 침강기 및 통기 탱크 사이에 위치하는 구획에 구성되며, 상기 선택기에서 침강된 슬러지가 탱크 바닥의 배수관에 의해 침강기로부터 폐수가 유입되고 이러한 접촉 존으로부터 혼합액이 탱크 바닥의 배수관에 의해 활성화된 슬러지 탱크로 분배되는 선택기 구획으로 재활용되는, 장치.

청구항 12

플록 및 필라멘트 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 내부 생물학적 반응기 내에서 폐수 및 재활용 바이오매스를 혼합시키는 단계; 및

조밀한 과립 선택을 포함하는 조밀화된 바이오매스 응집체를 수집하고 유지하며, 더 가벼운 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기물 스트림 상에서 외부 중량 선택기를 작동시키는 단계를 포함하는,

생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 조합하는 생물학적 폐수 처리 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 중량 선택기는 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 외부 중력 침강 장치 또는 임의의 중량 접근법을 포함하는, 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

외부 중량 선택기가 폴리포스페이트 축적 유기체의 경우에 침전된 포스포르스 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 및 제거를 증진시키는, 방법.

청구항 15

제 12항에 있어서,

특정 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 조밀화된 바이오매스 내 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는 중량 선택 공정을 수행하는 단계를 추가적으로 포함하는, 방법.

청구항 16

제 12항에 있어서,

상기 유기체는 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코겐 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황 또는 황화물 산화 및 메탄생성(methanogenesis)을 포함하는 생물학적 포스포러스 제거를 위해 선택되는, 방법.

청구항 17

제 12항에 있어서,

포스포러스 제거 성능 및 신뢰도를 향상시키기 위한 포말 혐기성 선택기를 작동시키는 단계를 추가적으로 포함하고, 상기 포말 혐기성 선택기가 조밀화된 응집체에 의해 제공되는 생물학적 선택으로 인한 포스포러스 제거를 달성하는데 선택적인, 방법.

청구항 18

제 12항에 있어서,

포스포러스 제거 및 바이오매스의 조밀화된 응집체 구조를 달성하는 전-무산소성 선택기 또는 존을 이용하여 코어로의 질산염 침투에 대한 물질 전달 저항을 제공하는 단계를 추가적으로 포함하는, 방법.

청구항 19

마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고, 중량 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포러스의 분리를 위한 방법.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 중량 선택 공정은 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 외부 중력 침강 장치 또는 임의의 중량 접근법을 포함하는, 방법.

청구항 21

제 12항 또는 제 19항에 있어서,

외부 중량 선택 공정은 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리포스페이트, 무기 포스포러스-함유 미네랄 또는 알긴산염을 회수하는, 방법.

청구항 22

플록 및 필라멘트 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 폐수 및 재활용 바이오매스가 혼합되는 내부 생물학적 반응기; 및

비-압축성 과립 선택이 우세한 폐기물 스트림으로부터 더 큰 사이즈의 슬러지 응집체를 수집하고 유지하며, 압축성 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기물 스트림 상에서 작동되는 외부 스크린 선택기를 포함하는,

생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 포함하는 생물학적 폐수 처리 장치.

청구항 23

제 22항에 있어서,

형태(morphology)는 특정 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는, 장치.

청구항 24

제 22항에 있어서,

형태는 니체 환경을 통해 근접한 기질 또는 대사산물의 전달을 허용하도록 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는, 장치.

청구항 25

제 22항에 있어서,

상기 선택은 침전된 포스포러스의 수집 및 제거를 증진시키는, 장치.

청구항 26

마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고, 외부 스크린 선택기를 경유하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포러스의 분리를 위한 장치로써, 상기 장치는 비-압축성 과립 선택이 우세한 폐기물 스트림으로부터 더 큰 사이즈의 슬러지 응집체를 수집하고 유지하며, 압축성 필라멘트 및 플록을 폐기하는 외부 스크린 선택기를 포함하는, 장치.

청구항 27

제 24항에 있어서,

유기체는 생물학적 포스포러스 제거, 탈질소화 메탄 산화제, 생물학적 황 또는 황화물 산화, 메탄생성을 위해 선택되는, 장치.

청구항 28

플록 및 필라멘트 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하기 위해 폐수 및 재활용 바이오매스가 혼합되는 내부 생물학적 반응기; 및

외부 스크린 또는 외부 중량 선택기를 포함하는 장치로써,

상기 내부 생물학적 반응기는 접종된(seeded) 입자들을 캡슐화하는 바이오매스를 함유한 과립의 형성을 접종 또는 증진시키기 위해 분체(particulate material)를 수용하도록 구성되는, 장치.

청구항 29

제 28항에 있어서,

상기 분체는 회분(ash), 조류(algae), 식물 종자, 알긴산염, 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체를 포함하는, 장치.

청구항 30

제 22항에 있어서,

외부 물리적 선택은 폴리포스페이트 축적 유기체의 경우에 침전된 포스포러스 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 및 제거를 증진시키는, 장치.

청구항 31

제 22항에 있어서,

상기 외부 스크린 선택기가 특정 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 조밀화된 바이오매스 내 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는, 장치.

청구항 32

제 22항에 있어서,

환경은 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코겐 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황 또는 황화물 산화 및 메탄생성을 포함하는 생물학적 포스포러스 제거를 위한 유기체를 선택하는 환경인, 장치.

청구항 33

제 22항에 있어서,

조밀화된 응집체에 의해 제공되는 생물학적 선택으로 인해 포스포러스를 제거하는데 포멀 험기성 선택기가 불필요하며, 포스포러스 제거 성능 및 신뢰도를 향상시키기 위한 포멀 험기성 선택기를 추가적으로 포함하는, 장치.

청구항 34

제 1항에 있어서,

포스포러스 제거 및 바이오매스의 조밀화된 응집체 구조를 달성하기 위하여 코어로의 질산염 침투에 대한 물질 전달 저항을 제공하는, 전-무산소성 선택기 또는 존을 추가적으로 포함하는, 장치.

청구항 35

마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고 스크린 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포러스의 분리를 위한 장치로서, 스크린 선택기를 포함하는 장치.

청구항 36

제 22항에 있어서,

상기 외부 스크린 선택기는 우선적으로 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리포스페이트, 무기 포스포러스-함유 미네랄 또는 알긴산염을 회수하도록 구성되는, 장치.

청구항 37

제 22항에 있어서,

침강기 및 통기 탱크를 추가적으로 포함하며,

내부 생물학적 선택기가 침강기 및 통기 탱크 사이에 위치하는 구획에 구성되며, 상기 선택기에서 침강된 슬러지가 탱크 바닥의 배수관에 의해 침강기로부터 폐수가 유입되고 이러한 집축 존으로부터 혼합액이 탱크의 바닥의 배수관에 의해 활성화된 슬러지 탱크로 분배되는 선택기 구획으로 재순환되는, 장치.

청구항 38

플록 및 필라멘트 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 내부 생물학적 반응기 내에서 폐수 및 재활용 바이오매스를 혼합시키는 단계; 및

비-압축성 과립 선택이 우세한 폐기물 스트림으로부터 더 큰 사이즈의 슬러지 응집체를 수집하고 유지하며, 압축성 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기물 스트림 상에서 외부 스크린 선택기를 작동시키는 단계를 포함하는,

생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 조합한 생물학적 폐수 처리 방법.

청구항 39

제 38항에 있어서,

외부 스크린 선택기의 작동이 폴리포스페이트 축적 유기체의 경우에 침전된 포스포러스 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 및 제거를 증진시키는, 방법.

청구항 40

제 38항에 있어서,

외부 스크린 선택기의 작동이 특정 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 조밀화된 바이오매스 내 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시키는, 방법.

청구항 41

제 38항에 있어서,

환경은 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코겐 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황 또는 황화물 산화 및 메탄생성을 포함하는 생물학적 포스포러스 제거를 위한 유기체를 선택하는 환경인, 방법.

청구항 42

제 38항에 있어서,

조밀화된 응집체에 의해 제공되는 생물학적 선택으로 인한 포스포러스 제거에서 포말 혐기성 선택기가 선택적이고, 포스포러스 제거 성능 및 신뢰도를 향상시키기 위한 포말 혐기성 선택기를 작동시키는 단계를 추가적으로 포함하는, 방법.

청구항 43

제 38항에 있어서,

전-무산소성 선택기 또는 존이 포스포러스 제거 및 바이오매스의 조밀화된 응집체 구조를 달성하고, 코어로의 질산염 침투에 대한 물질 전달 저항을 제공하는 단계를 추가적으로 포함하는, 방법.

청구항 44

마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고, 스크린 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포러스의 분리 방법.

청구항 45

제 38항 또는 제 44항에 있어서,

외부 스크린 선택이 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리포스페이트, 무기 포스포러스-함유 미네랄 또는 알긴산염을 회수하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원 발명은 참고문헌으로서 본 발명에 온전한 형태로 병합되어 있고 본문에 완전하게 기재되어 있는 "외부 중량 선택을 이용한 폐수 처리 방법 및 장치"라는 명칭으로 2014년 6월 30일에 출원된 미국 임시 특허 출원 번호 62/019,210에 대한 우선권 및 이로부터의 권리를 주장하고 있다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 폐수 처리 방법 및 장치에 관한 것이고, 보다 상세하게는 사이즈 또는 중량 선택을 이용한 폐수 처리 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] **호기성 과립 슬러지 공정**

[0004] 폐수 처리를 위한 과립 바이오매스 공정은 본래 상향유동 혐기성 슬러지 블랭킷 공정(UASB, Upflow Anaerobic Sludge Blanket process) 같은 혐기성 처리에 한정되어 있는데, 이는 발효성 미생물, 산생성 미생물, 초산생성 미생물 및 메소제너 미생물을 포함하는 여러 가지 다른 종류의 미생물의 공생 성장을 허용하는 특별-제작된 상향유동 반응기를 탑재한 과립 바이오매스에 의존한다. 추가적인 개발에 의해 1997년 초에 문헌(Morgenroth E, Sherden T, van Loosdrecht MCM, Heijnen JJ, Wilderer PA. Aerobic granular sludge in a sequencing batch reactor. Water Res 1997; 31:3191-4)에 보고된 호기성 과립 슬러지 공정에 이르렀다. 이러한 공정은 응집성 바이오매스보다 높은 밀도 및 입자 사이즈를 갖는 바이오매스의 특성을 가지며, 지금까지 주로 순차식 배치 반응기 및 상향유동 킨립 반응기 또는 높은 전단(shear) 조건을 제공하는 반응기와 관련되어 특별히 제작된 반응기 내에서 수행되어져 왔다. 과립 바이오매스는 약 0.1~5mm 범위의 입자 사이즈, 35~50mL/g 미만의 슬러지 부피

지수(SVI_{30분}) 및 SVI_{30분}와 유사한 SVI_{5분}을 가진다. 유사하게, 호기성 과립은 10m/h이 넘는 침강 속도를 가지며, 1m/h인 응집성 바이오매스와는 대조적이다. 응집성 바이오매스에 대한 과립 슬러지의 향상된 침강성은 본 발명에 따른 방법 및 장치의 중요한 장점들 중의 하나이다.

[0005] 호기성 과립 슬러지의 한 가지 중요한 장점은 분리된 물리적 탱크 용적(tank volume) 내 필요할 수 있는 어떠한 조건에 대해서도 과립 내 니체(niche) 조건을 생성할 수 있다는 것이다. 플록(floc) 및 통상적으로 활성화된 슬러지는 확산 저항성이 되기 쉽고(Shaw et al.), 호기성 과립 슬러지는 물리적 탱크 구조 내 상기 조건을 증진시키기보다 다른 과립군을 동시에 개발 및 성장시키기 위해 과립의 내부 및 외부에서 상대적인 분산 저항성을 이용할 수도 있다. 호기성 과립 슬러지의 청구된 권리는 과립의 사이즈가 폴리포스포러스 축적 유기체(PAO, Polyphosphorous accumulating organi), 글리코겐 축적 유기체(glycogen accumulating organisms, GAO), 혐기성 암모니아 산화 박테리아(anammox), 및 과립 중심부 인근의 탈질소화 중속영양 박테리아의 축적을 허용하는 과립 내 기질 및 전자 수용체 구배를 이루게 하는 것이며, 반면 호기성 유기체는 과립 외부 인근에 축적되는데 상기 호기성 유기체는 질소화(nitrifying) 박테리아 및 호기성 중속영양체(heterotroph)를 포함한다.

[0006] 상기 접근법의 실시예는 포스포러스(phosphorous) 제거에 대하여 하기에 상세하게 설명된다.

[0007] **포스포러스 제거**

[0008] 폐수로부터의 포스포러스 제거는 철 또는 알루미늄 염을 이용한 화학적 침전을 통해서, 또는 생물학적으로 포스포러스를 제거하는 폴리포스페이트 축적 유기체의 축적을 허용하는 혐기성 선택기를 이용해서 전형적으로 달성될 수 있다. 이러한 두 가지 접근법은 본문에 기재된 공정 및 시스템에 비해 단점을 가지며, 본문에 기재된 공정 및 시스템에서 포멀(formal) 혐기성 선택기를 필요로 하지 않으며 화학적 침전없이 안전하고 신뢰할 수 있는 포스포러스 및 질소 제거가 달성될 수 있다.

[0009] **화학적 포스포러스 제거**

[0010] 침전물 형성을 통한 포스포러스 제거에 이용되는 화합물은 전형적으로 알루미늄, 3가철(ferric iron), 및 2가철(ferrous iron)의 황산염 또는 염산염을 포함한다. 이러한 화합물들은 1차 정화 이전에 생물학적 공정 자체(전형적으로 활성화된 슬러지)에 추가될 수 있고, 또는 3차 정화 또는 여과 공정 이전에 1차 정화 공정에 추가될 수 있다. 이후에 침전된 포스포러스는 1차 정화기를 떠나는 고체 스트림(stream), 폐기 바이오매스, 3차 정화기 고체, 또는 필터 역세척(backwash) 폐기물 각각과 함께 폐수 유체(flow)로부터 제거된다. 이러한 접근법이 가진 문제점은 화합물의 구매의 필요성, 잠재적으로 알칼리성의 첨가 및 더 많은 화합물의 구매를 필요로 하는 이들 화합물의 첨가 시 결과로서의 알칼리성의 소비, 추가적인 처리 및 처분을 필요로 하는 부가적인 슬러지의 생산을 포함한다.

[0011] **생물학적 포스포러스 제거**

[0012] 생물학적 포스포러스(bioP) 제거는 폐수 처리 분야에 잘 알려져 있고, 화학적 포스포러스 제거에 비해 화합물 비용, 알칼리성 요구도, 및 슬러지 생산이 감소되는 장점을 가지고 있지만, 용존 산소 또는 질소 산화물 형태(아질산염 및 질산염)의 오염, 휘발성 지방산(VFA, volatile fatty acid) 농도 측면에서 적절한 폐수 특징 및 빈번한 부실 공정 신뢰도와 업셋(upset)이 없이 한정된 포멀 혐기성 존(zone) 또는 기간이 요구된다는 문제가 생긴다. BioP는 일반적으로 포스페이트 축적 유기체(PAO)의 축적에 의해 달성되고, 상기 PAO는 에너지원으로서 포스포러스를 폴리포스페이트(poly-P)로 저장한다. 혐기성 조건에서, PAO는 poly-P로부터 포스페이트기(phosphate group)를 절단하여 포스페이트를 벌크 액체로 방출하며, 이로부터 VFA 흡수에 필요한 에너지를 획득한다. VFA는 폴리히드록시부티레이트(PHB)와 같은 세포 내 거대분자(macromolecule)로서 저장된다. 환원되는 등량체(equivalents)는 또한 혐기성 조건에서 글리코겐의 분해로부터 PAO에 의해 획득된다. 호기성 조건에서, PAO는 세포 내 poly-P 풀을 재형성하고 정상적인 이화 경로 및 동화 경로를 통해 성장 및 에너지에 필요한 저장된 PHB를 분해하기 위해 포스페이트를 흡수한다. 글리코겐은 또한 호기성 조건 하에서 재형성된다. 따라서, bioP 공정은 전형적으로 도 1에 도시된 도식에 따른 대안적인 혐기성 조건 및 호기성 조건에서 응집성 바이오매스를 처리하여 달성되고, 도 1은 통상적으로 A2/O 또는 포레독스(Phoredox)로 알려진 공정을 나타내며 bioP, 질소화 및 탈질소화 모두가 가능하다. 이러한 공정에 필요한 것은 아세트산염 형태 또는 보다 일반적으로는 VFA 형태로 적절하게 분해가능한 유기 물질을 갖는 포멀 혐기성 선택기 존이다.

[0013] 포스포러스에 대한 VFA의 적절한 비율로, PAO는 혐기성 존 내에서 방출된 포스페이트 및 폐수 내 존재하는 부가적인 포스페이트 모두를 흡수할 수 있고, 바이오매스 폐기를 통해 포스페이트의 전체(net)를 제거할 수 있다. 도 1에 도시된 A2/O 공정에 관련된 하나의 시도는 회귀 활성화된 슬러지(RAS) 스트림 내 존재하는 질산염이 혐

기성 존으로 진입할 수 있다는 것이고, 이는 bioP 공정을 방해하는 것으로 알려져 있다. 본 발명에 관련된 다른 양태는 탈질소화하는 일부 PAO(dPAO)의 능력이고, 여기서 질산염은 산소 대신 전자 수용체 역할을 함으로써, 무산소 존 내 포스포르스의 흡수를 허용한다. dPAO에 의한 포스페이트 흡수는 호기성 조건에 비해 상당히 더 느린 것으로 알려져 있지만, 이러한 대사작용을 극대화함으로써 얻는 중요한 장점은 bioP 및 질소 모두를 제거하기 위한, 유입되는 폐수 내 동일한 풀에서 유기 탄소 이용의 효율성이다. bioP 공정의 한계점은 전체 포스포르스의 낮은 배출물(effluent) 제한량에 대한 일관된 준수 측면에서의 낮은 신뢰도 및 유입되는 폐수 내 적절량의 VFA의 이용가능성에 대한 엄격한 의존도를 포함한다.

- [0014] **호기성 과립 바이오매스에 대한 반응기 형태**
- [0015] 이러한 하나의 반응기는 미국 특허 번호 US 5,985,150에 개시되어 있고, 상기 특허는 Biothane Systems International B.V.에 권리가 양도되었다. 상기 특허에서, 향상된 전단을 제공하는 에어리프트 반응기 내에 과립 슬러지를 이용하여 폐수를 처리하는 것이 개시되어 있다. 과립 슬러지는 상향적으로 유동하는 가스에 의해 과립 바이오매스 선택 공정을 돕기 위한 상대적인 과류(overflow) 속도로서 침강 영역으로 운반되고, 저류(underflow)로 반응기의 통기 구역으로 회수된다.
- [0016] 미국 특허 번호 US 6,566,119 B1은 우수한 침강 특성을 갖는 과립 바이오매스를 선택하기 위해 매우 짧은 침강 시간 및 옴김 기간으로 작동하는 순차식 배치 반응기에서 실행되는 호기성 과립 슬러지 공정을 기술하고 있다.
- [0017] 미국 특허 번호 US 6,793,822 B2는 과립들이 예컨대 US 6,566,119 B1의 방법에 의해 순차식 배치 반응기 내에서 생성될 수 있고, 확산된 거품 통기 시스템의 높은 표면상 기체 속도에 의해 제공되는 전단에 의해 향상될 수 있는 호기성 과립 슬러지 공정을 기술하고 있다.
- [0018] 미국 특허 출원 공개 번호 US 2006/0032815 A1은 로얄 하스코닝(Royal Haskoning) DHV에 의한 풀-스케일 Nereda® 공정처럼 상용화된 것으로 보이는 호기성 과립 슬러지 공정을 기술하고 있다. 이러한 순차식 배치 반응기 호기성 과립 슬러지 공정의 특징은 침강된 과립의 고여있는 층 및 혐기성 층을 통해 상향유동(upflow) 방식으로 공정 자체 및 공급되는 폐수로부터 천천히 침강하는 바이오매스 분획의 폐기를 포함한다. 이는 PAO 및 GAO이 구축되는 과립 내 VFA가 확산되는 것을 허용한다. 공정은 이후에 dPAO에 의한 동시의 질소화-탈질소화 및 탈질소화를 달성하도록 통기된다.
- [0019] PCT 출원 공개번호 W02013/151434 A1은 로얄 하스코닝(Royal Haskoning) DHV에 권리가 양도된 것으로 보이며, 활성화된 슬러지 공정 내 침강능, 질소 및 포스포르스 제거 측면에서의 장점을 획득하기 위해 통상적으로 활성화된 슬러지 공정 같은 과립 슬러지 공정으로부터 예컨대 US 2006/0032815 A1에 개시된 바와 같은 응집성 바이오매스 공정으로 폐기 바이오매스의 운반을 개시하고 있다.
- [0020] US 2006/0032815 A1과 유사하지만, PCT 출원 W02012/175489 A1은 혐기성 조건 하에서 과립 층을 유체화시킴으로써 상기 공정을 향상시킨 것으로 보이고 통기 이전의 혐기성 기간 중에 혼합화를 추가적으로 제공한다.
- [0021] PCT 출원 공개번호 W0 2008/141413 A1은 혐기성 포스포르스 방출 기간에 뒤이어, 반응기 내용물의 일부가 포스페이트의 화학적 침전을 실행하는 반응기로부터 방출될 수 있는 추가 특징을 갖추어 과립화, 포스포르스 및 질소 제거를 증진하도록 작동되는 순차적 배치 반응기를 개시하고 있다.
- [0022] **아나모кс(Anammox) 과립 형성 및 축적을 위한 외부 중량 선택**
- [0023] 미국 특허 출원 공개번호 US 2011/0198284 A1은 공정 내 과립을 함유하는 혐기성 암모니아 산화 박테리아(아나모кс)의 형성 및 축적을 위한 외부 중량 선택기의 적용을 기술하고 있다. 상기 미국 특허에서, 선택 장치는 하이드로사이클론, 원심분리기, 또는 높은 과류(overflow) 속도 중력 침강 장치일 수 있다. 상기 개시는 주류(mainstream) 공정에서든 또는 측류(sidestream) 공정에서든 아나모кс 바이오매스를 선택하는 외부 중량 침강 장치의 이용에 대한 유효성을 기술한다.
- [0024] **침강능 향상을 위한 외부 중량 선택**
- [0025] 미국 특허 출원 공개번호 US 2014/0144836 A1은 향상된 바이오매스 침강능의 장점에 관한 부유된 성장 생물학적 폐수 처리 공정 내 과립 바이오매스의 선택을 위한 외부 중량 선택기의 용도를 기술하고 있다. 상기 특허 출원에서, 선택 장치는 하이드로사이클론, 원심분리기, 또는 높은 과류 속도 중력 침강 장치일 수 있다. 이러한 기술은 더 우수한 침강 특성을 갖는 바이오매스를 선택하기 위한 외부 중량 침강 장치 이용의 유효성을 기술한다.
- [0026] **스트러바이트(Struvite) 침전에 의한 질소 및 포스포르스 제거**

[0027] 스트러바이트는 포스페이트 및 암모니아의 높은 수준 및 제한적이지만 충분한 마그네슘 수준에 의한 혐기성 분해 과정 중에, 슬러지 배관 내, 탈수 장치, 및 슬러지 탈수 액체 배관 내에서 주로 형성된다. 종종 낮은 pH는 또한 스트러바이트 침전을 제한할 수도 있다. 스트러바이트 침전 및 회수는 질소 및 포스포러스 제거의 수행에 이용될 수 있고, 이러한 과정은 예컨대 미국 특허 번호 US 7622047 B2에 기재된 바와 같이 마그네슘 및 알칼리성 추가를 갖는 상향유동 유체화된 반응기를 이용하여 실시되어 왔다. 추가적으로, 알칼리성의 추가 또는 과량의 이산화탄소를 벗겨내고 pH를 증가시키는 통기를 통해 혐기적으로 분해된(digested) 슬러지로부터의 초과 마그네슘 및 포스포러스 제거, 및 침전된 스트러바이트의 차후의 회수는 의도되지 않은 저류 스트러바이트 규모 및 연관된 유지 조건의 위험도 및 범위를 감소시킬 수 있다.

[0028] 선택 장치 또는 방법은 또한 중량 선택 대신 사이즈에 기반하여 선택하는 필터 또는 스크린이 될 수도 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0029] 본 발명의 양태에 따르면, 과립 슬러지 공정은 효과적인 생물학적 포스포러스 제거를 달성하기 위해 특별 목적으로 제작된 반응기 내에서 실시될 수도 있고, 외부 중량 선택기는 바이오매스 조밀화 및/또는 과립화를 달성하기 위해 부유된 성장 활성화 슬러지 공정에 적용될 수도 있으며, 그리하여 외부 중량 선택기의 적용은 활성화된 슬러지 공정 내 조밀화 또는 과립화를 통해 생물학적 포스포러스 제거를 달성하거나 향상시킬 수 있다고 알려져 있다. 중량 선택기는 밀도에 기반하여 선택할 수 있는 하이드로사이클론, 원심분리기, 중력 침강 장치 또는 임의의 중량 장치일 수 있다. 사이즈 선택기는 스크린, 필터 또는 막이 될 수 있다. 추가적으로, 외부 선택기는 과립의 중심부 인근에서 PAO 및 dPAO 같은 유기체를 위한 혐기성 공간의 축적을 허용하는 기질 및 전자 수용체의 농도 구배를 달성하는 조밀화된 바이오매스 응집체 및 과립 슬러지의 축적을 제공할 수 있고, 그리하여 혐기성 및 호기성 선택기 존 또는 시간 순서를 갖추고 의도적으로 제작된 탱크 없이 생물학적 포스포러스 제거 같은 공정이 효과적으로 달성되도록 허용하였다. 포말 혐기성 존의 의미는 최소량의 용존 산소 및 산화 형태의 질소가 존재하지만 고농도의 VFA가 존재한다는 것이다. 하지만, 혐기성 환경을 요구하는 향상된 공정은 회귀 활성화된 슬러지(RAS) 또는 내부 혼합액 재활용(MLR) 스트림에 의해 포말 혐기성 존으로 도입되는 산소 또는 질산염에 대하여 덜 취약해지기 때문에, 과립 및 조밀화된 바이오매스 응집체의 형성은 혐기성 반응기 구획들의 적용과 잘 결합된다.

[0030] 본 발명의 일 양태에 따라, 생물학적 폐수 처리 장치가 개시되어 있다. 상기 장치는 생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 포함한다. 상기 장치는 하기를 포함한다: 플록에 대한 과립 형성 및 필라멘트(filament) 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 폐수 및 재활용 바이오매스를 혼합되는 내부 생물학적 반응기; 및 조밀화 또는 더 큰 과립 선택을 포함하는 조밀화된 또는 더 큰 바이오매스 응집체를 수집하고 보유하며, 더 작거나 또는 더 가벼운 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기 스트림에서 작동하는 외부 중량 또는 사이즈 선택기.

[0031] 중량 선택기는 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 외부 중력 침강 장치, 또는 임의의 중량 접근법을 포함할 수도 있다.

[0032] 사이즈 선택기는 큰 슬러지 응집체를 분리하기 위한 스크린, 필터 또는 막 장치를 포함할 수도 있다.

[0033] 외부 물리적 선택은 폴리포스페이트 축적 유기체의 경우에 침전된 포스포러스 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 또는 제거를 증진시킨다.

[0034] 중량 선택기는 특별한 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 조밀화된 바이오매스 내 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시킬 수도 있다.

[0035] 환경은 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코겐 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황 또는 황화물 산화, 및 메탄생성을 위한 유기체를 선택할 수도 있다.

[0036] 포말 혐기성 선택기는 조밀화된 응집체에 의해 제공되는 생물학적 선택으로 인해 포스포러스 제거의 달성에는 불필요하지만, 포말 혐기성 선택기를 포함하는 것은 포스포러스 제거 성능 및 신뢰도를 더욱 향상시킬 것이다.

[0037] 전-무산소성 선택기 또는 존은 포스포러스 제거의 달성에 충분하고 바이오매스의 조밀화된 응집체 구조는 코어의 질산염 투과를 위한 물질 전달 저항을 제공한다.

- [0038] 본 발명의 추가적인 일 양태에 따르면, 마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고, 중량 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체 형태 내 침전된 포스포러스의 분리 장치가 개시되어 있는데, 상기 장치는 중량 선택기를 포함하고 있다. 중량 선택기는 조밀한 슬러지 응집체를 분리하기 위한 하이드로사이클론, 원심분리기, 외부 중력 침강 장치, 또는 임의의 중량 접근법을 포함할 수도 있다. 사이즈 선택기는 큰 응집체를 분리하기 위한 스크린, 필터, 또는 막 장치, 또는 임의의 다른 사이즈 선택 접근법을 포함할 수도 있다.
- [0039] 외부 중량 선택기는 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리포스페이트, 무기 포스포러스-함유 미네랄, 또는 알긴산염(alginate)을 우선적으로 회수하기 위해 이용될 수도 있다.
- [0040] 외부 사이즈 선택기는 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리포스페이트, 무기 포스포러스-함유 미네랄, 또는 알긴산염을 우선적으로 회수하기 위해 이용될 수도 있다.
- [0041] 장치는 침강기 및 통기 탱크를 추가적으로 포함할 수 있는데, 상기 장치에서 내부 생물학적 선택기는 침강기 및 통기 탱크 사이에 위치한 구획에 구성되며, 침강된 슬러지는 예컨대 탱크의 바닥에 있는 배수-관에 의해 침강기로부터 폐수가 도입되는 선택기 구획으로 재활용되었고, 이러한 접촉 존으로부터의 혼합액은 예컨대 탱크 바닥에 있는 분배관에 의해 활성화된 슬러지 탱크로 분배되었다.
- [0042] 본 발명의 추가적인 일 양태에 따라, 생물학적 폐수 처리 방법은 생물학적 및 물리적 선택기를 조합하는 것으로 개시되어 있고, 상기 방법은 하기를 포함한다: 플록 및 필라멘트 형성에 대한 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 내부 생물학적 반응기 내 폐수 및 재활용 바이오매스를 혼합하는 방법; 및 조밀한 과립 선택을 포함하는 조밀화된 또는 큰 바이오매스 응집체를 수집하고 유지하며 더 가벼운 필라멘트 및 플록을 폐기하기 위한 바이오매스 폐기물 스트림 상의 외부 중량 선택기 또는 사이즈 선택기를 작동시키는 방법.
- [0043] 방법은 폴리포스페이트 축적 유기체의 경우에 침전된 포스포러스 또는 세포내 폴리포스페이트의 수집 및 제거를 증진하기 위한 외부의 물리적 선택을 실시하는 것을 추가적으로 포함할 수도 있다.
- [0044] 방법은 특별한 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 조밀화된 또는 큰 바이오매스 내 전자 수용체 구배 및 기질 구배를 증진하기 위해 중량 선택 공정 또는 사이즈 선택 공정을 실시하는 것을 추가적으로 포함할 수도 있다.
- [0045] 환경은 호기성 및 탈질소화 폴리포스페이트 축적 유기체, 글리코겐 축적, 탈질소화 무산소성 메탄 산화제, 탈질소화 생물학적 황 또는 황화물 산화, 및 메탄생성을 포함하는 생물학적 포스포러스 제거를 위한 유기체를 선택할 수도 있다.
- [0046] 추가적인 다른 일 양태에 따라, 마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고 중량 선택을 이용하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체 형태 내 침전된 포스포러스의 분리 방법이 개시되어 있다.
- [0047] 추가적인 또 다른 일 양태에 따라, 생물학적 선택기 및 물리적 선택기를 포함하는 생물학적 폐수 처리 장치가 개시되어 있는데, 상기 장치는 하기를 포함한다: 플록 및 필라멘트 형성보다 과립 형성이 우세한 형태학적 바이오매스 특성을 생성하기 위한 높은 기질 및 높은 전자 수용체 구배를 제공하도록 폐수 및 재활용 바이오매스가 혼합되는 내부 생물학적 반응기; 및 비-압축성 과립 선택이 우세한 폐기물 스트림으로부터 더 큰 사이즈의 슬러지 응집체를 수집하고 유지하며 압축성 필라멘트 및 플록을 폐기하도록 바이오매스 폐기물 스트림에서 작동하는 외부 스크린 선택기.
- [0048] 형태는 특별한 유기체의 성장을 위한 니체 환경을 발생시키도록 혐기성 또는 무산소성 코어를 생성하기 위해 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시킨다.
- [0049] 형태는 니체 환경을 통해 근접한 기질 또는 대사산물 운반을 허용하기 위한 전자 수용체 및 기질 구배를 증진시킨다.
- [0050] 선택은 침전된 포스포러스의 수집 및 제거를 증진시킨다.
- [0051] 본 발명의 추가적인 또 다른 양태에 따라, 마그네슘 또는 칼슘 또는 알칼리성을 보충적으로 첨가하거나 또는 첨가하지 않고 외부 스크린 선택기를 경유하여 혐기적으로 분해된 고체 또는 분해되는 고체로부터 스트러바이트 또는 칼슘-포스페이트 고체의 형태로 침전된 포스포러스의 분리 장치가 개시되어 있고, 상기 장치는 하기를 포

함한다: 비-압축성 과립 선택이 우수하고 압축성 필라멘트 및 플록를 폐기하는 폐기물 스트림으로부터 더 큰 사이즈의 슬러지 응집체를 수집 및 보유하는 외부 스크린 선택기.

[0052] 환경은 생물학적 포스포러스 제거, 탈질소화 메탄 산화제, 생물학적 황 또는 황화물 산화, 메탄생성을 위한 유기체를 선택한다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 알려진 A2/O 시스템에 대한 공정 흐름도(flow diagram)의 예시를 도시한다.

도 2는 본 발명의 일 양태에 따른 하이드로사이클론 형태인 외부 중량 선택기를 갖춘 A2/O 시스템의 예시를 도시한다.

도 3은 본 발명의 추가적인 일 양태에 따른 하이드로사이클론 형태인 외부 중량 선택기를 갖춘 MLE 시스템의 예시를 도시한다.

도 4는 본 발명의 또 다른 추가적인 일 양태에 따른 하이드로사이클론 형태인 대안의 외부 중량 선택기를 갖춘 MLE 시스템의 예시를 도시한다.

도 5는 혐기성 선택기 및 하이드로사이클론 형태인 외부 중량 선택기를 갖추어 조합된 필수 정화기-생물학적 활성화된 슬러지 시스템의 예시를 도시한다.

도 6은 본 발명의 원리에 따른 bioP에 대한 하이드로사이클론 작동 효과 및 우수한 화학적 P 침전으로부터 생물학적 P 제거로의 전이 효과의 예시를 도시한다.

도 7은 본 발명의 원리에 따른 bioP에 대한 하이드로사이클론 작동 효과 및 제로-투여 속도까지 낮아지는 화학적 P 제거에 대한 금속 추가의 단계적 감소 효과의 예시를 도시한다.

도 8은 본 발명의 원리에 따른 bioP에 대한 하이드로사이클론 작동 효과의 예시를 도시하고 있는데, 상기에서 활성화된 슬러지 바이오매스 내 P 함량은 주류(mainstream) 공정에서 혼합액 휘발성 부유 고체(MLVSS) 내 2.8 내지 4.5% 범위에 있고 측류(sidestream) 공정에서 1.3 내지 2.3% 범위에 있다.

도 9A 내지 9C는 본 발명의 외부 중량 선택기 대신 사이즈 선택을 위해 포함될 수 있는 스크리닝 장치에 대한 하나의 예시적인 구현예의 3가지 투시도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0054] 본 발명 및 이의 다양한 특성 및 유익한 세부사항은 첨부된 도면에서 설명 및/또는 예시되고 하기 상세한 설명 및 첨부물에서 상세히 설명되는 비제한적인 구현예 및 실시예를 참조하여 보다 완전하게 설명된다. 본문에 명확하게 기술되어 있지 않을 지라도, 도면 및 첨부물 내 설명된 특성은 규모에 대하여 반드시 묘사되지는 않고 일 구현예의 특성은 숙련된 기술자들이 인식하는 바와 같이 다른 구현예에 의해 이용될 수도 있다는 점은 특히 주의해야 한다. 잘 알려진 구성요소 및 공정 기술의 상세한 설명은 본 발명의 구현예를 불필요하게 방해하지 않기 위해서 생략될 수도 있다. 본문에 이용된 실시예는 단지 본 발명이 실시될 수 있고 추가적으로 당 업계의 숙련된 이들이 본 발명의 구현예를 실시할 수 있는 방법의 이해를 증진시키기 위한 의도이다. 따라서, 본문 내 실시예 및 구현예는 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 한다. 더욱이, 동일한 참조 번호는 도면의 여러 관점을 통해 유사한 부분을 나타낸다는 점에 주의해야 한다.

[0055] 용어 "포함하는(including)", "포함하는(comprising)" 및 이의 변형체들은 본 발명에 이용된 바와 같이 다르게 명시적으로 특정되지 않으면 "포함하지만, 이에 제한되지 않는다"를 의미한다.

[0056] 용어 "일(a)", "하나(an)" 및 "상기(the)"는 본 발명에 이용된 바와 같이 다르게 명시적으로 특정되지 않으면 "하나 또는 그 이상"을 의미한다.

[0057] 서로 연결되는 장치들은 다르게 명시적으로 특정되지 않으면 서로 간에 순차식으로 연결되어 있을 필요가 없다. 부가적으로, 서로 연결된 장치들은 하나 또는 그 이상의 매개체를 통해 직접적으로 또는 간접적으로 연결될 수도 있다.

[0058] 공정 단계, 방법 단계, 알고리즘, 또는 유사한 것들이 순차식 순서로서 상세히 기술되어 있을 지라도, 이러한 공정, 방법 및 알고리즘은 교차식 순서로서 작동하도록 구성될 수도 있다. 달리 표현하면, 기재될 수 있는 임의의 순서 또는 단계의 순서는 단계들이 기재된 순서에 따라 실시될 필요가 있다는 것을 반드시 의미하지는 않는

다. 본문에 기재된 공정, 방법 또는 알고리즘의 단계들은 임의의 실질적인 순서에서 실시될 수도 있다. 추가적으로, 일부 단계들은 동시에 실시될 수도 있다.

- [0059] 단일 장치 또는 단일 문헌이 본문에 기재되면, 하나 이상의 장치 또는 문헌이 단일 장치 또는 문헌을 대신하여 이용될 수 있다는 것이 매우 명백할 것이다. 유사하게, 본문 내 하나 이상의 장치 또는 문헌이 기술되는 부분에서, 단일 장치 또는 문헌이 하나 이상의 장치 또는 문헌을 대신해서 이용될 수도 있다는 것이 매우 명백할 것이다. 한 가지 장치의 기능성 또는 특성은 그러한 기능성 또는 특성을 갖는 것으로 명확하게 기술되지 않은 하나 또는 그 이상의 다른 장치에 의해 대안적으로 구현될 수도 있다.
- [0060] 도 1은 알려진 A2/O 활성화된 슬러지 공정 시스템(100)(및 공정)의 예시를 도시한다. 시스템(100)은 1차 정화기(110), 혐기성 존(120), 무산소 존(130), 호기성 존(140), 분리기 또는 2차 정화기(150), 및 다수의 펌프(160), (170), 및 (180)를 포함한다.
- [0061] 시스템(100)은 전처리를 포함할 수도 있는데(도시되지 않음), 상기 시스템(100)은 바 스크린(도시되지 않음), 침사 제거기(grit remover, 도시되지 않음), 전-처리 챔버(도시되지 않음), 및 유입 펌프(도시되지 않음)를 포함할 수도 있다. 시스템(100)은 예컨대, 하수 시스템 같은 외부 소스(도시되지 않음)로부터 폐수(105)를 수용할 수도 있고, 캔, 래그(rag), 스틱, 플라스틱 패킷 등과 같은 더 큰 물체를 폐수(105)로부터 제거하기 위해 전처리 단계에서 폐수(105)를 가공할 수도 있다. 또한 전처리 단계는 전-처리 챔버(도시되지 않음)를 포함할 수 있는데, 상기 전-처리 챔버는 유입되는 폐수(105)의 속도를 조정하고 그렇게 함으로써 예컨대 모래, 침사, 돌, 깨진 유리, 및 기타 유사한 물체의 침강을 허용하는 예컨대 모래 또는 침사 제거기를 포함할 수 있다. 전처리 단계는 예컨대 지방, 윤활유 및 이와 유사한 물질의 제거를 위해 탱크(도시되지 않음)를 추가적으로 포함할 수도 있다.
- [0062] 전처리 단계 이후에(도시되지 않음), 남아있는 고체-액체 혼합물(105)은 축적된 고체를 함유하는 초과 폐수를 포함하는데, 중력 침강을 위해 1차 정화기(110)으로 보내질 수 있다. 1차 정화기(110)는 탱크(예컨대, 정화기 탱크, 침강기 등)를 포함할 수 있는데, 상기 탱크는 예컨대, 직사각형, 콘 형태, 원형, 타원형, 및 기타의 형태 같은 다양한 형태 중의 하나를 가질 수 있다. 1차 정화기(110)는 고체 제거를 향상시키기 위해 첨가되는 화학적 재료 또는 밸러스트(ballast) 재료를 포함할 수도 있다. 1차 정화기(110)는 고체-액체 혼합물(105)로부터의 더 무거운 고체를 침강시킨다. 결과적인 저류(underflow, 도시되지 않음)는 1차 정화기(110)로부터 산출될 수 있고 추가 처리, 예컨대 당 업계의 통상적인 기술을 가진 이들에게 알려진 바와 같은 농후화(thickening), 안정화, 조절(conditioning), 탈수, 슬러지 가공, 및 기타 추가 처리를 위해서 고체 처리기(handling)로 보내질 수도 있다. 1차 정화기로부터의 결과적인 산출량(115)은 분리기(150)에 대한 스트림(145)으로서 공급되기 전에 추가 가공을 위해서 혐기성 존(120), 무산소 존(130) 및 호기성 존(140)으로 공급될 수도 있다. 호기성 존으로부터의 산출량(145)은 MLR 펌프 산출량(165)을 경유하여 MLR 펌프(160)에 의해 무산소성 존(130)으로 보내질 수도 있다. 분리기(150)로부터의 저류(underflow)는 RAS 펌프 산출량 라인(175)을 경유하여 RAS 펌프(170)에 의해 혐기성 존의 주입구로 피드백(feed back)될 수도 있다. 저류는 또한 분리기(150)로부터 공급된 산출량일 수도 있고, 당 업계의 통상적인 기술을 가진 이들에게 알려진 바와 같은 예컨대 농후화, 안정화, 조절, 탈수, 슬러지 가공, 및 기타 처리 같은 추가 처리를 위해 예컨대, 고체 처리기로 WAS 펌프(180)에 의해 보내질 수도 있다.
- [0063] 시스템(100)은 생물학적 포스포러스 제거, 질소화 및 탈질소화를 시행할 수 있다. 상기 시스템(및 공정) 내 BioP 의존도는 혐기성 존(120)에 대한 회수 활성화된 슬러지 스트림(175, RAS, Return activated sludge stream) 내 존재하는 질산염의 운반에 의해 문제가 될 수도 있다.
- [0064] 도 2는 본 발명의 원리에 따른, A2O 활성화된 슬러지 가공 시스템(200)(및 가공)의 예시를 설명한다. 도 1에 도시된 시스템(100)에 관련하여, 시스템(200)은 펌프(250) 및 라인(245), (265)을 경유하여 호기성 존(140)과 유체 연결된 중량 선택기(260)를 포함한다. 중량 선택기의 산출량(285)은 예컨대 농후화, 안정화, 조절, 탈수, 슬러지 가공, 및 기타 처리를 포함하는 예컨대 고체 처리기 같은 추가 처리를 위해 추가적인 공정 구성 요소(도시되지 않음)에 결합될 수도 있다.
- [0065] 도 2에 도시된 바와 같이, 폐기물 스트림(245)은 호기성 존(140)으로부터 직접적으로 받을 수도 있고(예컨대, 반응 탱크로부터 직접적으로(도시되지 않음)) 과립성의 조밀화된 바이오매스 생산을 위해서 펌프(250)를 경유하여 외부 중량 선택기(260)에 적용될 수도 있다. 중량 선택기(260)는 예컨대 하이드로사이클론 또는 이와 유사한 것을 포함할 수도 있다. 보다 조밀하고 더 큰 입자(265)는 중량 선택기(285)로부터 호기성 존(예컨대, 반응기(도시되지 않음))으로 되돌아갈 수도 있고, 더 가벼운 분획(285)은 폐기된 고체를 나타내며 시스템(200)으로부터 받을 수도 있다. 중량 선택기(260)의 포함 및 실행은 bioP 성능을 향상시키고 시스템(100)의 의존도를 개선

한다(도 1에 도시됨).

- [0066] 도 9A 내지 9C는 외부 사이즈 선택기이고 본 발명의 외부 중량 선택기(260) 내에 포함될 수도 있는 스크리닝, 필터링 및 막 장치(10)의 하나의 예시적인 구현예의 3가지 투시도를 도시한다.
- [0067] 도 9A 내지 9C에 관련하여, 중량 선택기(260)는 폐기물 스트림(1)(또는 도 2의 폐수 스트림(245))을 수용하고, 내부 입자/고체 분리기(2)를 통해 스트림을 폐기물 구성성분으로 분리하여 폐기물 스트림(3)(또는 도 2 내 WAS(285)) 및 보유되는 폐기물 구성성분(4)(또는 도 2 내 (265))으로 배출하도록 구성되는 예컨대, 스크리닝, 필터링 또는 막 장치(10)를 포함할 수도 있다. 스크리닝, 필터링 또는 막 장치(10)는 조밀화 대비 사이즈 및 압축성에 기반하여 스트림을 분리할 수도 있다.
- [0068] 기체, 액체 또는 물질의 일부 조합을 이용한 선택적인 스크린 세척(5)은 스크리닝 공정을 더 돕기 위해 추가될 수도 있다. 이러한 스크린 세척(5)은 다양한 다른 방법에서 스크린(2)을 향해 지정될 수 있는데, 이는 수직축을 따른(도 9A), 스크린에 대하여 직접적으로 수직 각도인(도 9B), 또는 수평축에 따른(도 9C) 것을 포함하지만 이에 제한되지 않은 고체 보유 시간에 차별적으로 영향을 준다.
- [0069] 시스템(100)(도 1에 도시됨) 또는 시스템(200)(도 2에 도시됨)에서, 점중된 입자들을 캡슐화하는 응집체의 형성을 증진하는 코어를 공급하도록 입자들이 추가될 수도 있다. 입자들은 예를 들어 과립의 형성을 개시하거나 점중하는 반응기 내에 다양한 재료로서 추가될 수도 있고, 이후에 외부 중량 또는 외부 스크린에 의해 분리될 수 있거나 또는 외부 중량 또는 외부 스크린과 병합될 수 있다.
- [0070] 추가적으로, 유기체는 생물학적 포스포러스 제거, 탈질소화 메탄 산화제, 생물학적 황 또는 황화물 산화, 메탄 생성을 위한 시스템(100)(또는 (200)) 내에서 선택될 수도 있다.
- [0071] 미국 특허 출원 공개번호 US 2014/013273은, 온전한 형태의 참조로서 본문에 병합되어 있고, 본 발명의 중량 선택기(260)에서 이용될 수 있는 스크린을 이용한 폐수 처리를 향상시키도록 활성화된 슬러지 공정 내 고체의 선택 및 유지에 대한 방법 및 장치의 예시를 기재하고 있다.
- [0072] 도 3은 본 발명의 원리에 따른, MLE 활성화된 슬러지 가공 시스템(300)(및 공정)의 예시를 도시한다. 도 2에 도시된 시스템(200)에 부가하여, 시스템(300)은 혐기성 존(120)을 포함하지 않는다. 따라서, 1차 정화기(110)로부터의 산출량 스트림(115)은 무산소성 존(130)에 직접적으로 공급되었다. 중량 선택기(260) 없이, 시스템(300)은 단지 질소화 및 탈질소화만이 가능하고, bioP 활성화는 제한될 수 있거나 없을 수도 있다. 시스템(300) 내 중량 선택기(260)를 이용하여(예컨대, 도 3에 도시된 배치에서), 시스템은 보다 조밀하고 더 큰 입자(265)를 호기성 존(140)(예컨대, 반응기(나타내지 않음))로의 복귀를 가지며, 시스템(300)으로부터 받은 폐기 고체를 나타내는 더 가벼운 분획(285)의 복귀를 갖는 과립 바이오매스 생산을 제공한다. 시스템(300)은 예컨대 과립 바이오매스 입자의 중심부 인근에 생태학적 니체를 제공하여 PAO 및 dPAO는 축적될 수 있는 신뢰할 수 있고 연속적인 bioP를 제공한다.
- [0073] 도 4는 모든 동일한 장점을 갖추어 도 3에 도시된 시스템(300)과 유사한 시스템(400)의 예시를 도시하고 있으나, 외부 중량 선택기(260)는 호기성 존(140)(예컨대, 호기성 존(140) 내 통기 탱크 바이오매스(도시되지 않음))에 상반되는 복귀 활성화된 슬러지 스트림(175)에 적용하였다.
- [0074] 도 5는 혐기성 선택기 및 하이드로사이클론 형태인 외부 중량 선택기를 갖추어 조합된 필수 정화기-생물학적 활성화된 슬러지 공정의 예시를 도시하고 있다. 추가된 외부 중량 선택기는 표준 혐기성 선택기의 이용을 통한 생물학적 선택과 외부 중량 선택기의 신규 적용을 통한 물리적 선택을 조합함으로써 bioP 성능을 개선하였다.
- [0075] 도 6은 예컨대 시스템(300)(또는 (200) 또는 (400)) 내 외부 중량 선택기의 효과에 대한 예시를 도시한다. 특히, 도 6은 스트라스(Strass) 폐수 처리 설비(plant) 내 bioP에 대한 하이드로사이클론 중량 선택기의 영향을 도시하는데, 이는 도 3에 도시된 바와 같이 MLE 공정을 이용하였고, 상기 공정은 하이드로사이클론 바이오매스 폐기 시스템을 포함한다. 자료는 생물학적 포스포러스 제거 효율 및 신뢰도의 점진적 증가를 갖는 화학적 포스포러스 제거에 대한 감소된 의존도를 보여주고 있다. 화학적 P 제거를 위한 알루미늄 나트륨(sodium aluminate)의 추가는 완전히 제거되었다.
- [0076] 도 7은 바이오매스 폐기를 위한 시스템(200)(또는 (300) 또는 (400))을 이용한 스트라스 폐수 처리 설비에 투입하는 알루미늄 나트륨 감소의 예시를 도시한다.
- [0077] 도 8은 예컨대 시스템(200)(또는 (300) 또는 (400))을 이용한 bioP에 대한 스트라스 폐수 처리 설비에서 하이드로사이클론 작동의 효과에 대한 예시를 도시한다. 실험 중에, 수집된 바이오매스 샘플의 P 함량은 통상적인

bioP 설비의 전형적인 수치까지 증가하였다. 이러한 결과는 스트라스 설비가 제 위치에 혐기성 선택기를 갖고 있지 않다는 점에서 중요하다. 통상적인 비-bioP 바이오매스는 대략 1.5 내지 2.0% P/MLVSS를 함유하는 것으로 예측된다. 도 8의 결과는 측류 공정의 주류 내 2.8 내지 4.5% P/MLVSS 범위 내에서 활성화된 슬러지 바이오매스의 P 함량을 도시한다.

- [0078] 이와 같이, 혐기성 선택기가 없는 설비에 대하여 상기 기재된 증거로서, 외부 중량 선택기는 bioP를 야기할 수 있다. 하지만, 이미 혐기성 선택기를 갖추고 bioP(생물학적 선택을 갖는)에 대하여 디자인된 설비에 대하여, 외부 중량 선택기의 추가는 bioP의 신뢰도 및 효율을 개선할 수 있다.
- [0079] 본 발명은 생물학적 선택(혐기성 선택기를 갖는) 및 물리적 선택(외부 선택기를 갖는)을 조합할 수 있는 시스템을 제공한다.
- [0080] 본 발명의 원리에 따라, 외부 중량 선택기의 결과로서 보다 조밀한 과립의 선택은 dPAO 및 PAO에 대한 좋은 생태학적 니체(niche)를 제공하는데, 이는 자체적으로 폴리포스페이트 과립에 의해 보다 조밀하고, 그리하여 외부 중량 선택기를 통한 과립 형성은 PAO 및 dPAO를 축적하고 물리적으로 선택하는 또 다른 능력을 제공하고, PAO 및 dPAO는 폴리포스페이트 과립에 의해 더 높은 밀도를 갖고 있으며 이에 따라 중량 선택기(예컨대, 하이드로사이클론)는 이러한 유기체들을 보다 효과적으로 선택할 수 있다.
- [0081] 예컨대 도 1에 도시된 시스템(100)과 비교하면, 통기되는 기간 중에 또는 통기되는 존에서 과립의 내부는 높은 벌크 DO로부터 보호되어 있기 때문에 외부 중량 선택기는 PAO 보다는 dPAO에 대한 더 나은 선택을 제공하지만, 질산염은 과립 내부로의 질소화 및 확산에 의한 생산 결과로서 제시될 수 있다. 이러한 결과는 질산염이 dPAO에 대하여 이용 가능하도록 하는데, VFA가 N 및 P 제거에 모두 이용되었고 dPAO 활성이 일반적으로 PAO 활성의 작은 일부분인 통상적인 공정보다 N 및 P 제거에 대한 폐수 탄소의 더 효율적인 이용이란 결과가 된다는 점에서 장점을 제공하였다.
- [0082] 본 발명의 원리에 따른 WWTP 스트라스 설비에서 실시되는 실험에서, 주요 생물학적 처리는 낮은 슬러지 보유 시간(SRT, sludge retention time)에서 상향-스트림 A-단계(도시되지 않음)에서의 고-효율(high-rate) 탄소 제거 및 저류의 낮은 SRT 시스템(B-단계, 도시되지 않음)에서 주로 고-효율의 질소 제거를 제공한다. B-단계는 확산기를 모두 갖고 순차식의 2가지 카루젤-형태(carousel-type) 탱크를 각각 갖는 2가지 처리 라인으로 구성된다. 활성화된 슬러지 탱크의 배출물에서 온-라인 측정된 암모니아 및 질산염 농도에 따라, 통기는 특정한 DO-세트-포인트 및 질소화 효율을 달성하도록 조절되었다. 순차식 2차 탱크(도시되지 않음)는 질소화 바이오매스에 대한 산소 공급을 위해 우선적으로 통기되었고, 순차식 1차 탱크(도시되지 않음)는 재활용 질산염을 탈질소화하는 종속영양성 바이오매스에 무산소 환경(MLE-모드)을 제공하기 위해 대부분 통기되지 않았다. 암모니아 농도가 한계 수치에 근접하여 증가하면, 1차 탱크는 통기가 될 수도 있고 추가적인 질소화 역량을 갖는 스윙(swing)-존으로서 작동할 수도 있다.
- [0083] 어떠한 혐기성 존도 도입되지 않았고 대부분의 유기 산은 이미 A-단계에서 제거되어서 임의의 바이오-P 활성이 부족하기 때문에, WWTP 스트라스 설비에서의 초기 디자인은 금속 투입에 의한 화학적 P-제거에 의존하고 생물학적 포스포러스 제거를 목표로 하지 않는다. 최근에는 질소 제거 공정의 효율성 향상을 위해서, 아나모кс 과립은 슬러지 액체에 대한 측류 처리 시스템(DEMON®-process)으로부터 증가되었고 미국 특허 출원 번호 US 2011/0198284 A1의 기재에 따른 하이드로사이클론의 이용에 의해 메인스트림 시스템 내에 유지되었는데, 상기 문헌은 참조로서 온전한 형태로 본문에 병합되어 있다. 공개된 특허 출원에 기재된 바와 같이, 사이클론은 환경적 니체에 PAO 및 DPAO를 제공하고 bio-P 활성을 향상시키기 위한 아나모кс 과립의 보유뿐만 아니라 보다 조밀하고 활성화된 슬러지 플록을 생성 및 선택하도록 이용될 수도 있다. 이때 낮은 배출물 암모니아 농도가 예컨대 1mg P/L인 한계 수치 이하로 유지되면서 금속 투입 속도는 단계별로 감소될 수 있다(예컨대, 도 6에 도시된 바와 같음). 적어도 하나의 실험에서, 투입 속도는 제로까지 설정되었고 농도 감소는 중량 선택기의 지속적인 작동에 의한 생물학적 공정에 의해 대략 5mg P/L부터 1mg P/L까지 배타적으로 감소하는 결과가 되었다. 바이오매스의 VSS 내 3% 내지 4.5% P-함량(예컨대, 도 8에 도시된 바와 같음)을 나타내는 측정은 높은 포스포러스 축적 능력을 명확하게 검증하였다.
- [0084] 본 발명의 원리에 따라, 중량 선택기(예컨대, 하이드로사이클론)에 의해 선택되는 보다 조밀한 슬러지 응집체의 bio-P 활성은 임의의 전용 혐기성 반응기 존 없이도 유의하게 향상될 수 있다. 추가적으로, 혐기성 존을 갖춘 중량 선택기의 조합은 생물학적 선택기의 역할을 하며, 예컨대 보다 조밀한 바이오매스 응집체가 하수관 또는 전-처리 공정으로부터의 농축된 폐수와 직접적으로 접촉할 수 있는 bio-P 활성을 더욱 향상시킨다. 혐기성 VFA 흡수 및 저장은 폐기물 스트림으로부터 물리적 선택 공정에 의한 이러한 응집체의 축적을 다시 허용하는 보다

조밀한 바이오매스의 생성을 증진시킨다. 그러한 혐기성 존은 예컨대 폐수가 활성화된 슬러지 시스템으로 공급되는 생물학적 공정의 업-프론트(up-front) 말단 내 상류에서 수행될 수 있다(예컨대, 도 2에 도시된 바와 같음).

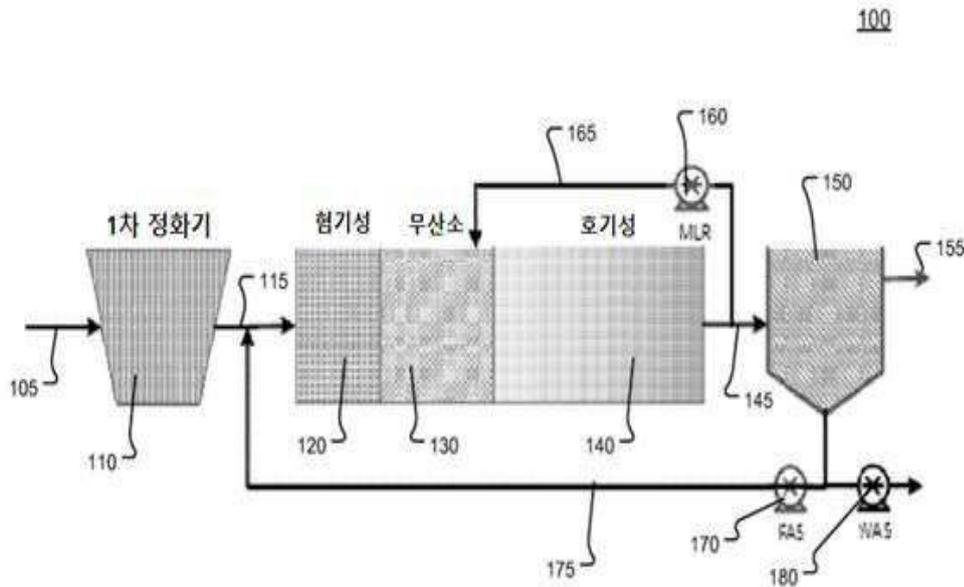
[0085] 대안으로서 혐기성 존은 예컨대 도 5에 도시된 바와 같이, 예컨대 침강기 및 하나 또는 그 이상의 통기 탱크 사이에 위치하는 구획에서 구성될 수도 있다. 침강된 슬러지는 예컨대, 탱크 바닥에 제공된 배수관 이용에 의해 침강기로부터 재활용될 수 있다. 침강된 슬러지는 예컨대, 배수관에 의해 혐기성 구획으로 공급될 수 있고, 상기 구획에 폐수가 도입될 수 있으며, 이러한 접촉 존으로부터의 혼합액은 예컨대 탱크 바닥의 배수관에 의하여 (예컨대, 도 5에 도시된 바와 같음) 최종적으로 활성화된 슬러지 탱크로 분배될 수도 있다. 이러한 실시는 예컨대 PCT/AT00/00322 및/또는 PCT/AT2011/000001에 기재된 BIOCOS 공정에 상응할 수 있고, 상기 두 문헌은 참조로서 본문에 병합되어 있으며, 상기 실시는 침강기 바닥의 슬러지-재활용-파이프 및 이러한 배출 파이프에 흡입 (suction) 압력을 제공하는 에어-리프트(맘모스 펌프, mammoth pump)를 갖추어 구성된 대안의 침강기를 이미 포함하고 있다.

[0086] 부가적으로, 시스템은 예컨대, 혼합액을 통기 탱크의 바닥으로 분배하기 위해 이용될 수 있는 에어-리프트 펌프 (도시되지 않음)의 공급 및 압력 헤드(도시되지 않음)와 농후화된 슬러지가 접촉할 수 있는 구분된 구획을 제공하기 위해 침강기 및 통기 탱크 사이에 다수의 벽(예컨대, 이중-벽)을 포함할 수도 있다. 에어-리프트 펌프가 작동되지 않는 사이클 단계 중에, 연속된 공급-플로우는 접촉-구획으로 도입될 수 있고 높은-고체 액체에 대하여 기질을 공급한다.

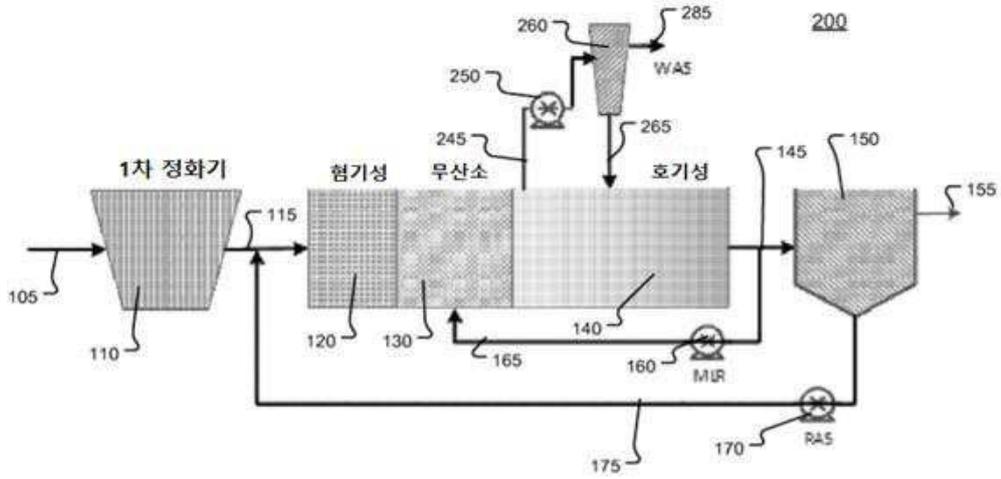
[0087] 본 발명은 예시적인 구현예의 측면에서 상세하게 기술되었으나, 당 업계의 숙련된 이들은 본 발명이 첨부된 청구항의 정의 및 범위 내에서 변형되어 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 실시예들은 단지 예시적이고 본 발명의 모든 가능한 디자인, 구현예, 적용 또는 변형의 포괄적인 목록을 의미하지는 않는다.

도면

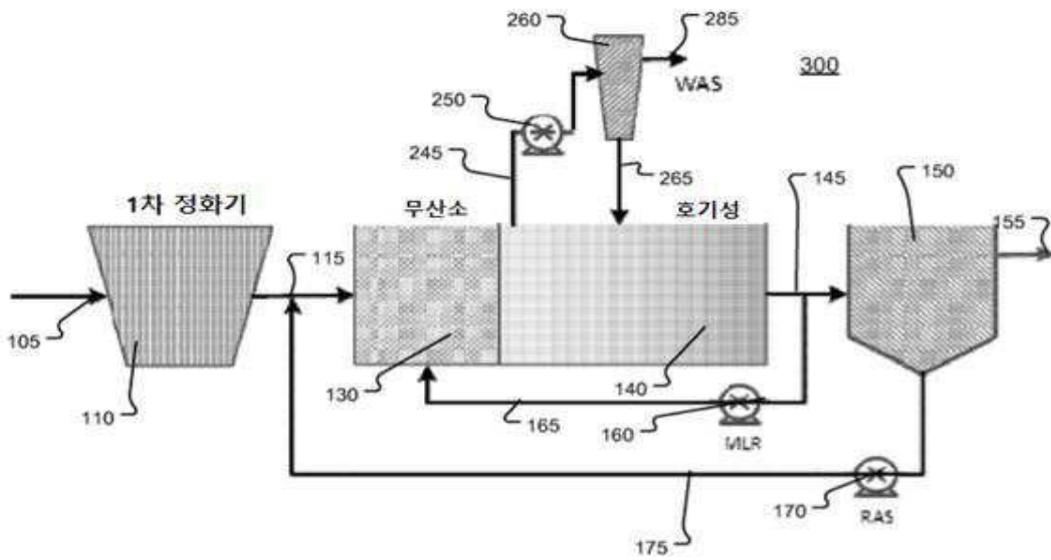
도면1



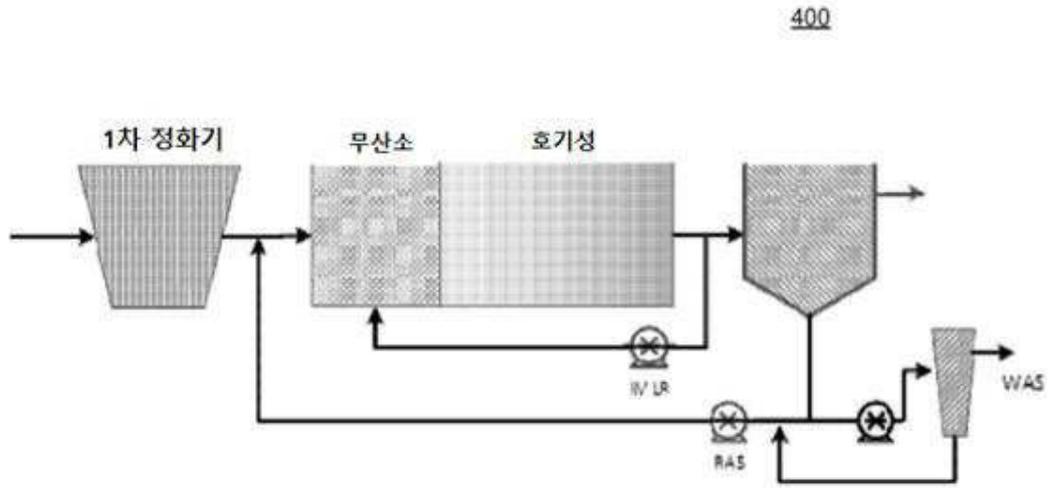
도면2



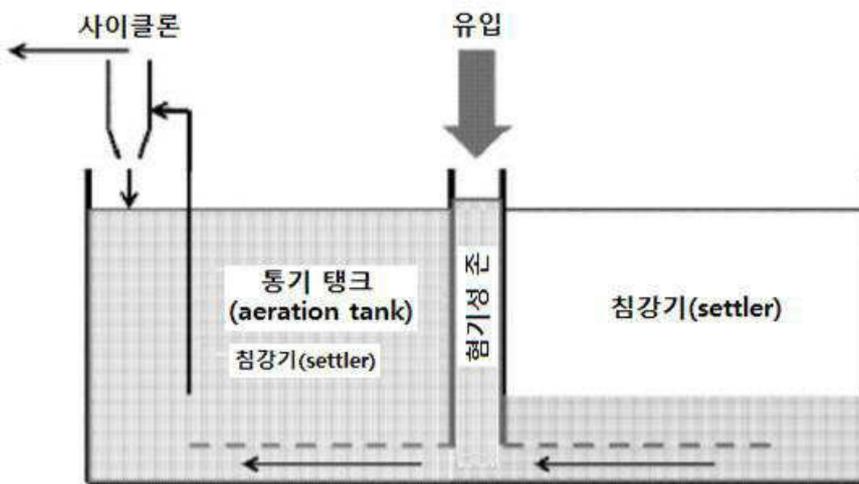
도면3



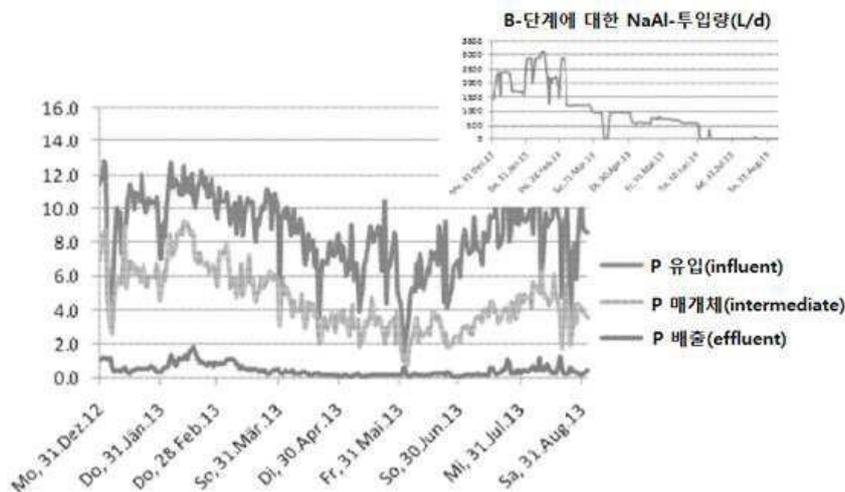
도면4



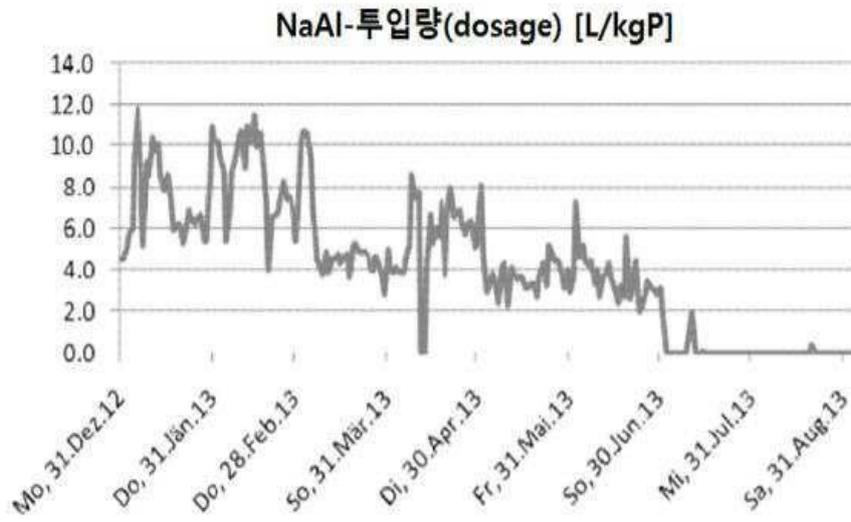
도면5



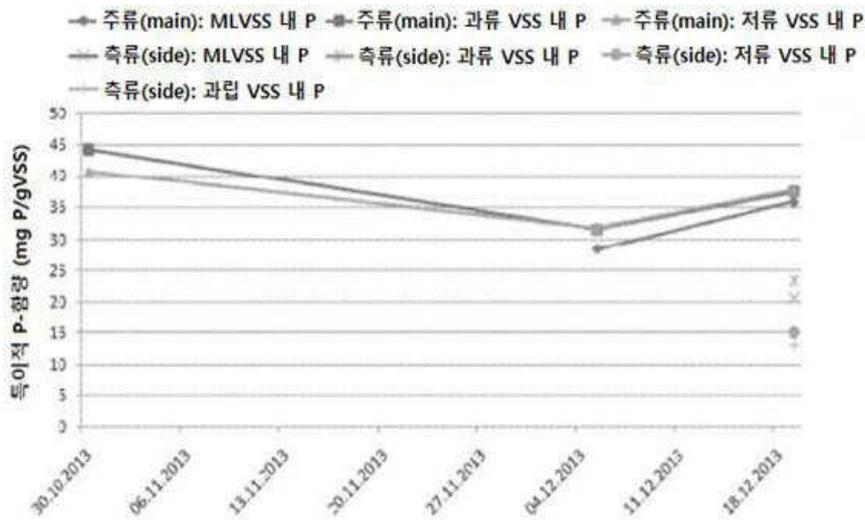
도면6



도면7



도면8



도면9

