



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월06일
(11) 등록번호 10-1895994
(24) 등록일자 2018년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12N 1/20 (2006.01) C12M 1/00 (2006.01)
C12M 1/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12N 1/20 (2013.01)
C12M 27/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0038537
(22) 출원일자 2017년03월27일
심사청구일자 2017년03월27일
(56) 선행기술조사문헌
JP2016086654 A
KR1020160140090 A*
KR1019890002389 A*
KR100136162 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
주식회사 씨디아이
경기도 화성시 양감면 은행나무로 46-17
(72) 발명자
박희등
경기도 성남시 분당구 정자일로 27, 코오롱더프라
우아파트동 1402호(금곡동,
코오롱더프라우아파트)
이승엽
강원도 춘천시 신북읍 용산길 84-11
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 9 항

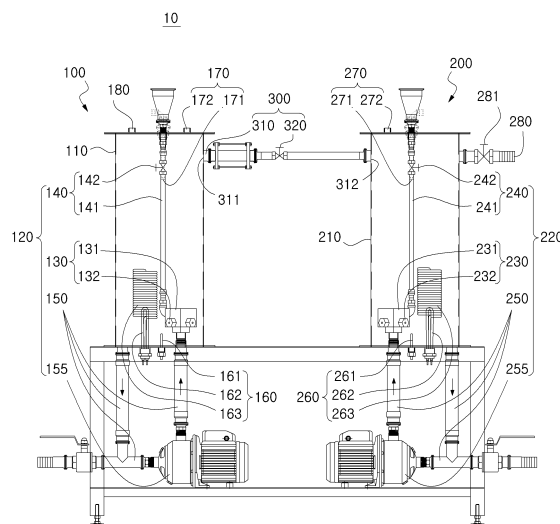
심사관 : 김정희

(54) 발명의 명칭 질산화 미생물 연속 배양방법

(57) 요약

질산화 미생물 연속 배양방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양방법은 (a) 제1 배양조와 제2 배양조에 각각 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 pH농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지하여 질산화 미생물을 배양하는 단계; (b) 제1 배양조에 수용되어 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 제2 배양조에 공급하여 제2 배양조에서 질산화 미생물을 연속적으로 재차 배양하는 단계; 및 (c) 제1 배양조에서 제2 배양조로 질산화 미생물이 함유된 배양액이 설정량 공급된 경우에, 제2 배양조에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 배출하고, 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 제1 배양조에 공급하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C12M 29/06 (2013.01)

C12M 41/12 (2013.01)

C12M 41/26 (2013.01)

C12M 41/34 (2013.01)

C12N 2523/00 (2013.01)

(72) 발명자

최기승

서울특별시 영등포구 여의대방로 25, 104동 1003호(신길동, 보라매 경남아너스빌)

김영진

경기도 이천시 애련정로 180, 204동 1301호 (증포동, 설봉2차 푸르지오)

박정훈

서울특별시 성북구 안암로 145, 자연계 캠퍼스 공학관 232호(안암동5가, 고려대학교안암캠퍼스)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425102411

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 산학연협력기술개발

연구과제명 고농도 질소폐수 처리를 위한 연속식 질산화균 배양장치의 운전조건 최적화

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 제1 배양조와 제2 배양조에 수용된 배양액의 조성은 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2.5g/L와 KH_2PO_4 0.5g/L와 HEPES 11.92g/L와 NaHCO_3 0.5g/L와 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100mg/L와 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 5.0mg/L 및 Fe-EDTA 75mg/L이며, 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 pH농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지하며 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 바닥면에 배치되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조의 내부 측벽을 향해 공기가 함유된 배양액을 분사하는 기액 분사부를 구비한 공기 공급모듈을 이용하여 배양액의 용존산소의 농도를 2 내지 4ppm으로 유지하여 질산화 미생물을 배양하는 단계;

(b) 상기 제1 배양조에 수용되어 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조를 상호 연통되게 연결하며 상기 제1 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액이 유입되는 유입구와 질산화 미생물이 함유된 배양액이 상기 제2 배양조로 배출되는 배출구를 구비한 미생물 공급유로를 통해 상기 제2 배양조에 공급하여 상기 제2 배양조에서 질산화 미생물을 연속적으로 재차 배양하는 단계; 및

(c) 상기 제1 배양조에서 상기 제2 배양조로 질산화 미생물이 함유된 배양액이 설정량 공급된 경우에, 상기 제2 배양조에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 상기 제2 배양조의 배양액 배출부를 통해 상기 설정량에 대응되는 양만큼 배출하고, 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 상기 설정량에 대응되는 양만큼 상기 제1 배양조에 공급하는 단계를 포함하며,

상기 제1 배양조에 마련된 상기 기액 분사부는 상기 제1 배양조의 중심에 대해 상기 유입구 방향으로 편심되게 배치되며, 상기 기액 분사부에 의해 상기 제1 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액은 상승되어 상기 유입구는 상기 제1 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 상승높이보다 낮은 위치에 배치되며,

상기 제2 배양조에 마련된 상기 기액 분사부는 상기 제2 배양조의 중심에 대해 상기 배양액 배출부 방향으로 편심되게 배치되며, 상기 기액 분사부에 의해 상기 제2 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액은 상승되어 상기 배양액 배출부는 상기 제2 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 상승높이보다 낮은 위치에 배치되는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련된 pH농도 조절모듈과 온도 조절모듈을 이용하여 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 수용된 배양액의 pH농도와 온도를 조절하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 pH농도 조절모듈은,

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액의 pH농도를 측정하는 pH농도센서; 및

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 pH농도 조절용액을 공급하는 용액 공급구를 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 온도 조절모듈은,

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액의 온도를 측정하는 온도센서;

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액을 가열하는 가열부; 및

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액을 냉각하는 냉각부를 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공기 공급모듈은,

상기 기액 분사부에 연결되어 상기 기액 분사부에 공기를 공급하는 공기 공급부;

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각과 상기 기액 분사부를 상호 연통되게 연결하며 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에서 상기 기액 분사부로 배양액을 순환시키는 배양액 순환유로; 및

상기 배양액 순환유로에 연결되어 배양액을 상기 기액 분사부에 공급하도록 상기 배양액 순환유로를 따라 배양액을 순환시키는 배양액 순환펌프를 더 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기액 분사부는,

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 바닥면에 결합되며 상기 배양액 순환유로가 하측에 연결되고 상기 공기 공급부가 상측에 연결되는 본체부; 및

상기 본체부의 측벽 둘레를 따라 복수 개 마련되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 내부 측벽을 향해 공기가 함유된 배양액을 분사하는 분사노즐을 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 공기 공급부는,

일단이 상기 본체부의 상측에 연결되고 타단이 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 상측에 연결되는 공기 공급유로; 및

상기 공기 공급유로에 마련되어 상기 배양액 순환펌프의 정지 시 배양액이 상기 본체부에서 상기 공기 공급유로를 따라 역류하는 것을 방지하기 위해 상기 공기 공급유로를 개폐하는 체크밸브를 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 미생물 공급유로에 마련되어 배양액이 상기 제2 배양조에서 상기 제1 배양조로 역류하는 것을 방지하는 역류 방지밸브를 더 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에서 배양액의 수리학적 체류시간은 2 내지 4일이며,

상기 설정량은 1일 동안 상기 제1 배양조에 수용된 배양액 총량의 25 ~ 50%인 질산화 미생물 연속 배양방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 질산화 미생물 연속 배양방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 생물학적 폐수처리 시설에 질산화 미생물을 단시간에 고농도로 배양하여 질산화 미생물을 연속적으로 공급할 수 있는 질산화 미생물 연속 배양방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자연계 내에서 질소는 순환한다. 우선, 대기 중의 질소, 토양 및 지표수 내 무기성질소는 미생물과 식물에 의해 영양소로 사용된다. 유기질소화합물은 미생물학적 분해에 의해 암모니아 형태로 전환되고, 호기성 산화 및 탈질소화과정을 통해 다시 무기성질소로 전환된다.

[0003] 하지만, 질소가 과량으로 포함된 하폐수 방류수는 인간 활동 및 자연환경에 피해를 유발한다. 특히 급작스런 조류번식 및 하천수의 용존산소 고갈, 이로 인한 수생 생물의 폐사, 암모니아 및 질산성 질소 독성 등은 널리 알려진 악영향으로 보고되고 있다 (US-EPA, 1993).

[0004] 이에, 환경부에서는 하폐수 처리수의 질소농도를 엄격히 규제하고 있으며(이정수, 2005), 국내 하폐수 처리장은 질소방류수 기준 준수를 위해 질소 고도처리공정을 운영하고 있다.

[0005] 폐수 내 질소를 제거하는 방법은 크게 암모니아 탈기, 파괴점 염소주입, 이온 교환 등의 물리, 화학적 방법과 질산화 및 탈질 미생물을 통한 생물학적 방법이 있다. 60년대 말에서 70년대 초까지는 미국과 유럽, 남아프리카 공화국 등에서 근대적인 모습을 갖춘 처리장들이 대부분 생물학적 질소처리 공정으로 설계되어 있다.

[0006] 생물학적 질소처리 공정은 호기 조건에서 질산화(Nitrification)와 무산소 조건에서 탈질화(Denitrification) 과정을 통해 이루어지며, 특히, 독립영양 미생물을 이용하는 질산화는 상대적으로 낮은 성장속도로 인해 방류수 내 질소 농도 기준을 만족시키는데 매우 중요하다.

[0007] 현재 하수처리시설에서는 동절기 질산화 처리율 저하를 포함한 다양한 원인으로 발생하는 불안정한 질산화율 개선에 초점을 둔 공정 개선을 수행하고 있다.

[0008] 특히, 겨울철의 경우 폭기시간을 여름철보다 몇 시간 더 길게 해 주어 질산화 세균들의 개체수를 유지시키며, 부유고형물 농도(MLSS)의 상승을 위한 체류시간 증가 및 pH를 유지시키는 방향으로 공정 운전인자를 변화시켜 운전하고 있다. 하지만, 현재와 같은 공정 운전인자의 변형은 계절별 질산화효율 저하에는 대응이 가능하지만, 유입수로부터 발생하는 효율저하 현상에는 적용하기 어렵다는 단점을 보유하고 있다.

[0009] 또한, 담체를 투입하여 질산화 미생물을 더 많이 확보하는 기술도 적용되고 있다. 하지만, 담체 개발 비용 및 낮은 내구성으로 인한 교체 비용, 담체 내부로 산소가 효과적으로 침투하지 못하면서 발생하는 낮은 질산화율 등의 문제가 발생한다.

[0010] 결과적으로 단순 공정 운전인자 변화 운전 또는 담체활용을 통해서만 안정적인 처리수의 수질을 충족하지 못한다는 한계점을 가지고 있다.

[0011] 이처럼 기존 공정 운전인자의 조절(예; 폭기량 증가, 체류시간 증가)의 경우, 공정 효율저하에 능동적으로 대처하기 어렵다.

[0012] 이를 위해, 본 출원인은 기존 단순 공정 운전인자 변화를 통한 개선법이 아닌, 질산화 미생물을 배양 및 공급할 수 있는 연속 배양장치를 개발하고, 이를 실험용 고농도 질소 함유 폐수처리시설의 질산화 반응조에 설치하여 투입된 질산화 미생물에 의한 생물증대(bioaugmentation)를 유도하는 새로운 연구 방법을 적용하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1277841호(2013.06.21. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 질산화 미생물을 단시간에 고농도로 배양하여 매일 또는 설정일에 맞춰 연속적으로 질산화 미생물을 공급할 수 있는 질산화 미생물 연속 배양방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 측면에 따르면, (a) 제1 배양조와 제2 배양조에 각각 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 pH 농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지하여 질산화 미생물을 배양하는 단계; (b) 상기 제1 배양조에 수용되어 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 상기 제2 배양조에 공급하여 상기 제2 배양조에서 질산화 미생물을 연속적으로 재차 배양하는 단계; 및 (c) 상기 제1 배양조에서 상기 제2 배양조로 질산화 미생물이 함유된 배양액이 설정량 공급된 경우에, 상기 제2 배양조에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 상기 설정량에 대응되는 양만큼 배출하고, 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 상기 설정량에 대응되는 양만큼 상기 제1 배양조에 공급하는 단계를 포함하는 질산화 미생물 연속 배양방법이 제공될 수 있다.

[0016] 상기 (a) 단계는 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련된 pH농도 조절모듈과 온도 조절모듈을 이용하여 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 수용된 배양액의 pH농도와 온도를 조절할 수 있다.

[0017] 상기 pH농도 조절모듈은 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액의 pH농도를 측정하는 pH농도센서; 및 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 pH농도 조절용액을 공급하는 용액 공급구를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 온도 조절모듈은 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액의 온도를 측정하는 온도센서; 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액을 가열하는 가열부; 및 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련되어 배양액을 냉각하는 냉각부를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 (a) 단계는 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 각각 마련된 공기 공급모듈을 이용하여 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 내의 용존산소의 농도가 2 내지 4ppm으로 유지되게 함과 동시에 배양액을 교반할 수 있다.

[0020] 상기 공기 공급모듈은 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 바닥면에 배치되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조의 내부 측벽을 향해 공기가 함유된 배양액을 분사하는 기액 분사부; 상기 기액 분사부에 연결되어 상기 기액 분사부에 공기를 공급하는 공기 공급부; 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각과 상기 기액 분사부를 상호 연통되게 연결하며 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에서 상기 기액 분사부로 배양액을 순환시키는 배양액 순환유로; 및 상기 배양액 순환유로에 연결되어 배양액을 상기 기액 분사부에 공급하도록 상기 배양액 순환유로를 따라 배양액을 순환시키는 배양액 순환펌프를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 기액 분사부는 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 바닥면에 결합되며 상기 배양액 순환유로가 하측에 연결되고 상기 공기 공급부가 상측에 연결되는 본체부; 및 상기 본체부의 측벽 둘레를 따라 복수 개 마련되어 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 내부 측벽을 향해 공기가 함유된 배양액을 분사하는 분사노즐을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 공기 공급부는 일단이 상기 본체부의 상측에 연결되고 타단이 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조 각각의 상측에 연결되는 공기 공급유로; 및 상기 공기 공급유로에 마련되어 상기 배양액 순환펌프의 정지 시 배양액이 상기 본체부에서 상기 공기 공급유로를 따라 역류하는 것을 방지하기 위해 상기 공기 공급유로를 개폐하는 체크밸브를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 (b)단계는 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조를 상호 연통되게 연결하는 미생물 공급모듈을 이용하여 상

기 제1 배양조에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 상기 제2 배양조에 공급하며, 상기 미생물 공급모듈은 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조를 상호 연통되게 연결하며, 상기 제1 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액이 유입되는 유입구와 질산화 미생물이 함유된 배양액이 상기 제2 배양조로 배출되는 배출구를 구비한 미생물 공급유로; 및 상기 미생물 공급유로에 마련되어 배양액이 상기 제2 배양조에서 상기 제1 배양조로 역류하는 것을 방지하는 역류 방지밸브를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 제1 배양조에 마련된 상기 기액 분사부는 상기 제1 배양조의 중심에 대해 상기 미생물 공급유로의 유입구 방향으로 편심되게 배치되고, 상기 미생물 공급유로는 상기 제1 배양조에 마련된 상기 기액 분사부에 의해 상기 제1 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 상승높이보다 낮은 위치에 배치되며, 상기 제2 배양조에 마련된 상기 기액 분사부는 상기 제2 배양조의 중심에 대해 상기 배양액 배출부 방향으로 편심되게 배치되고, 상기 제2 배양조에 마련된 배양액 배출부는 상기 제2 배양조에 마련된 상기 기액 분사부에 의해 상기 제2 배양조에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 상승높이보다 낮은 위치에 배치될 수 있다.

[0025] 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에서 배양액의 수리학적 체류시간은 2 내지 4일이며, 상기 설정량은 1일 동안 상기 제1 배양조에 수용된 배양액 총량의 25 ~ 50%일 수 있다.

[0026] 상기 제1 배양조와 상기 제2 배양조에 수용된 배양액의 조성은 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2.5g/L와 KH_2PO_4 0.5g/L와 HEPES 11.92g/L와 NaHCO_3 0.5g/L와 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100mg/L와 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 5.0mg/L 및 Fe-EDTA 75mg/L를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예는 생물학적 폐수처리 시설에 질산화 미생물을 단시간에 고농도로 배양하고 이를 매일 또는 설정일에 맞춰 질산화 미생물을 연속적으로 공급할 수 있어 생물학적 폐수처리 시설에서 발생할 수 있는 질산화 미생물의 활성저하를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양장치를 나타내는 구조도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기액 분사부를 나타내는 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 배양조에서 제2 배양조로 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급하는 동작을 나타내는 동작상태도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 배양조에서 제2 배양조로 설정량의 배양액을 공급함과 동시에 제2 배양조에서 생물학적 폐수처리 시설로 설정량의 배양액을 배출하는 동작을 나타내는 동작상태도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양장치를 나타내는 구조도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기액 분사부를 나타내는 단면도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 배양조에서 제2 배양조로 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급하는 동작을 나타내는 동작상태도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 배양조에서 제2 배양조로 설정량의 배양액을 공급함과 동시에 제2 배양조에서 생물학적 폐수처리 시설로 설정량의 배양액을 배출하는 동작을 나타내는 동작상태도이다.

[0032] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 질산화 미생물 연속 배양방법은 (a) 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 각각 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 pH농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지하여 질산화 미생물을 배양하는 단계와, (b) 제1 배양조(110)에 수용되어 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 제2 배양조(210)에 공급하여 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 연속적으로 재차 배양하는 단계와, (c) 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 질산화 미생물이 함유된 배양액이 설정량 공급된 경우에, 제2 배양조(210)에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 배출하고, 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 제1 배양조(110)에 공급하는

단계를 포함한다.

- [0033] 초기에 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 질산화 미생물이 소정농도 함유된 배양액을 공급하여 수용하고 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에서 배양한다. 이때 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내의 pH농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지한다. 여기서 초기에 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 공급되는 질산화 미생물의 농도는 10^4 CFU/ml 이상이며, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내에서 배양액의 수리학적 체류시간(hydraulic retention time; HRT)은 2 내지 4일이다.
- [0034] 또한 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내의 pH농도 조절과 온도조절은 후술할 제1 및 제2 pH농도 조절모듈(170,270)과 제1 및 제2 온도 조절모듈(160,260)에 의한다.
- [0035] 그리고, 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물은 후술할 미생물 공급모듈(300)을 통해 설정량만큼 제2 배양조(210)에 공급되며, 제2 배양조(210)에서 제1 배양조(110)에서 공급된 질산화 미생물이 함유된 배양액은 재차 배양된다. 여기서 제1 배양조(110)에서 제2 배양조로 공급되는 배양된 질산화 미생물의 농도는 10^5 CFU/ml 이상이고, 본 실시예에 따른 배양액의 수리학적 체류시간(HRT)이 2 내지 4일인 경우에 설정량은 1일 동안 제1 배양조(110)에 수용된 배양액 총량의 25 ~ 50%이다. 배양액의 수리학적 체류시간(HRT)이 2일 미만이거나 4일을 초과하는 경우에는 질산화 미생물 발육에 지장을 초래하여 질산화 미생물의 배양속도가 반감되고 질산화 미생물 농도가 급격히 감소될 수 있다.
- [0036] 그리고, 제1 배양조(110)에서 미생물 공급모듈(300)을 통해 제2 배양조(210)로 공급되는 배양액의 설정량만큼 제1 배양조(110)에는 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액이 공급된다. 그리고 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 설정량만큼 배양액이 공급되면 제2 배양조(210)에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량만큼 생물학적 폐수처리 시설로 배출한다. 여기서, 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 공급되는 새로운 질산화 미생물의 농도는 10^4 CFU/ml 이상이다. 그리고 제2 배양조(210)에서 생물학적 폐수처리 시설로 배출되는 질산화 미생물의 농도는 10^6 CFU/ml 이상이다.
- [0037] 본 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양방법은 질산화 미생물의 배양에 따른 지체기(lag phase time)를 현저하게 감소시켜 생물학적 폐수처리 시설로 배양된 질산화 미생물을 연속적으로 공급할 수 있다.
- [0038] 상기와 같이 질산화 미생물을 연속 배양방법은 질산화 미생물 연속 배양장치(10)를 이용한다. 이하에서는 질산화 미생물 연속 배양장치(10)를 설명하면서 질산화 미생물 연속 배양방법을 설명하기로 한다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양장치(10)는 질산화 미생물을 배양하는 제1 배양유닛(100)과, 제1 배양유닛(100)에 인접하게 마련되고 제1 배양유닛(100)으로부터 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량 공급받음과 동시에 제1 배양유닛(100)으로부터 공급받은 설정량에 대응하는 배양액을 배출함과 동시에 질산화 미생물을 재차 배양하는 제2 배양유닛(200)과, 제1 배양유닛(100)과 제2 배양유닛(200)을 상호 연통되게 연결하여 제1 배양유닛(100)에서 제2 배양유닛(200)으로 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급하는 미생물 공급모듈(300)을 포함한다.
- [0040] 질산화 미생물은 배양조건이 까다롭고 특히 증식속도가 매우 느려 더블링 타임(doubling time)이 대략 5일 정도 소요되나, 반복하여 배양함에 있어서 지체기(lag phase time)가 대략 11일 정도 소요되어 1회 배양에 소요되는 시간이 상당히 긴 단점이 있다.
- [0041] 따라서, 본 실시예에 따른 질산화 미생물 연속 배양장치(10)는 제1 배양유닛(100)에서 일차로 질산화 미생물을 배양하고, 제1 배양유닛(100)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액의 설정량을 제2 배양유닛(200)에 공급하고 제2 배양유닛(200)에서 질산화 미생물을 재차 배양하는 동작을 반복함으로써, 질산화 미생물 연속 배양시 지체기(lag phase time)를 단축할 수 있으며 이에 따라 생물학적 폐수처리 시설에 질산화 미생물을 연속적으로 공급할 수 있다.
- [0042] 본 실시예에 따른 제1 배양유닛(100)은 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용되며 질산화 미생물을 일차로 배양하는 역할을 한다.
- [0043] 제1 배양유닛(100)은 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용된 제1 배양조(110)와, 제1 배양조(110)에 마련되어 제1 배양조(110)에 배양액을 공급하는 배양액 공급부(180)와, 제1 배양조(110)에 마련되어 제1 배양조(110)에 수용된 배양액에 공기를 주입하며 배양액을 교반하는 제1 공기 공급모듈(120)과, 제1 배양조(110)에 마련되어 제1 배양조(110)에 수용된 배양액의 온도를 조절하는 제1 온도 조절모듈(160)과, 제1 배양조(110)에 마련되어

제1 배양조(110)에 수용된 배양액에 pH 농도 조절용액을 공급하는 제1 pH농도 조절모듈(170)을 포함한다.

- [0044] 제1 배양조(110)는 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용되며, 질산화 미생물을 배양하는 공간을 제공하는 역할을 한다.
- [0045] 본 실시예에서 제1 배양조(110)와 후술할 제2 배양조(210)에는 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용될 수 있다. 또한, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 수용되는 질산화 미생물의 초기농도는 10^4 CFU/ml 이상이다. 그리고, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 투입되는 배양액의 조성은 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2.5g/L와 KH_2PO_4 0.5g/L와 HEPES 11.92g/L와 NaHCO_3 0.5g/L와 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100mg/L와 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 5.0mg/L 및 Fe-EDTA 75mg/L를 포함한다.
- [0046] 또한, 본 실시예에서 질산화 미생물은 *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* 등이 사용될 수 있으나 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 않는다.
- [0047] 본 실시예에서 배양액 공급부(180)는 제1 배양조(110)의 상측에 마련되어 제1 배양조(110)에 배양액을 공급하는 역할을 한다.
- [0048] 배양액 공급부(180)를 통해 제1 배양조(110)에 새로운 질산화 미생물을 함유한 배양액이 설정량 공급되며, 제1 배양조(110)에 공급되는 새로운 배양액에 대응하는 설정량만큼 제1 배양조(110)에서 후술할 제2 배양조(210)로 질산화 미생물을 함유한 배양액을 공급하고 연속하여 제2 배양조(210)에서 배양된 질산화 미생물이 제2 배양조(210)의 배양액 배출부(280)를 통해 배출된다.
- [0049] 본 실시예에서 제1 공기 공급모듈(120)은 제1 배양조(110) 내에 수용된 질산화 미생물을 배양하기 위하여 제1 배양조(110)내의 용존 산소량(DO)이 2 내지 4ppm로 유지될 수 있도록 산소를 공급하며, 또한 질산화 미생물 배양 시 탄소원으로 질산화 미생물에 이산화탄소를 공급하는 역할을 한다. 본 실시예에서 제1 배양조 내의 배양액의 용존 산소량이 2ppm 미만이거나 4ppm을 초과하는 경우에는 질산화 미생물 발육에 지장을 초래하여 질산화 미생물의 배양속도가 반감되고 질산화 미생물 농도가 급격히 감소될 수 있다.
- [0050] 제1 공기 공급모듈(120)은 제1 배양조(110)의 바닥면에 배치되어 제1 배양조(110)의 내부 측벽을 향해 공기를 함유한 배양액을 분사하는 제1 기액 분사부(130)와, 제1 기액 분사부(130)에 연결되어 제1 기액 분사부(130)에 공기를 공급하는 제1 공기 공급부(140)와, 제1 배양조(110)와 제1 기액 분사부(130)를 상호 연통되게 연결하며 제1 배양조(110)에서 제1 기액 분사부(130)로 배양액이 순환되는 제1 배양액 순환유로(150)와, 제1 배양액 순환유로(150)에 연결되어 배양액을 제1 기액 분사부(130)에 공급하도록 제1 배양액 순환유로(150)를 따라 배양액을 순환시키는 제1 배양액 순환펌프(155)를 포함한다.
- [0051] 제1 기액 분사부(130)는 공기가 함유된 배양액을 배양조의 내부 측벽 방향으로 분사하여 배양액에 공기를 공급함과 동시에 제1 배양조(110) 내에서 배양액이 교반되게 하는 역할을 한다.
- [0052] 본 실시예에서 제1 기액 분사부(130)에서 분사되는 분사압력은 $2 \sim 4 \text{ Kgf/Cm}^2$ 이고 분사유량은 $2.5 \sim 4 \text{ m}^3/\text{hr}$ 일 수 있으나, 본 발명의 권리범위가 이에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0053] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 제1 기액 분사부(130)는 제1 배양조(110)의 바닥면에 결합되되 후술할 제1 배양액 순환유로(150)가 하측에 연결되고 제1 공기 공급부(140)가 상측에 연결되는 제1 본체부(131)와, 제1 본체부(131)의 측벽 둘레를 따라 복수 개 마련되어 제1 배양조(110)의 내부 측벽을 향해 공기를 함유한 배양액을 분사하는 제1 분사노즐(132)을 포함한다.
- [0054] 제1 본체부(131)는 하측에 연결된 제1 배양액 순환유로(150)를 통해 제1 배양조(110) 내의 배양액이 유입되고 상측에 연결된 제1 공기 공급부(140)를 통해 공기가 유입된다.
- [0055] 그리고, 제1 본체부(131) 내에 유입된 배양액과 공기는 제1 배양액 순환펌프(155)의 압력에 의해 제1 본체부(131)의 측벽 둘레를 따라 마련된 복수의 제1 분사노즐(132)을 통해 제1 배양조(110)의 측벽을 향하여 분사된다.
- [0056] 본 실시예에서는 제1 분사노즐(132)을 통해 배양액이 분사되는 경우에 제1 본체부(131) 내에 공급된 공기가 베뉴리 효과(venturi effect)에 의해 분사되는 배양액에 혼합되어 배양액과 함께 분사된다.
- [0057] 이를 위해 제1 분사노즐(132)은 제1 본체부(131) 측벽에 결합되는 일면에 형성된 홈부(134)와 일면에서 타면방향으로 홈부(134)를 관통하여 형성되되 홈부(134)의 직경보다 작은 직경을 갖는 제1 관통홀(135)을 구비한 제1 결합체(133)와, 홈부(134)에 삽입 결합되는 일면과 홈부(134)의 바닥면 사이에 공간부(138)를 형성하며 일면에

서 타면방향으로 관통되고 일면에서 타면방향으로 갈수록 직경이 증가되는 제2 관통홀(139)을 구비한 제2 결합체(137)를 포함한다.

[0058] 또한, 제1 결합체(133)는 흡부(134)의 내벽에 일면에서 타면방향으로 연장되고 제1 공기 공급부(140)와 흡부(134) 및 공간부(138)와 연통되도록 형성된 흡입홈(136)을 더 포함한다.

[0059] 상기와 같이 제1 분사노즐(132)은 제1 결합체(133)와 제2 결합체(137)를 구비하며, 배양액이 제1 배양액 순환펌프(155)에 의해 제1 배양액 순환유로(150)를 따라 제1 본체부(131)에 공급된 후 제2 관통홀(139)과 제1 관통홀(135)을 따라 배출되는 경우에 제2 관통홀(139)이 제2 결합체(137)의 타면에서 일면방향으로 갈수록 직경이 작아지므로 제1 배양액 순환펌프(155)에서 가해지는 압력에 대응하여 제2 관통홀(139)의 출구측에서 배출되는 배양액의 유속이 증가되고 압력이 낮아지며 이에 따라 공기가 흡입홈(136)을 통해 공간부(138)로 흡입된다.

[0060] 즉, 벤츄리 효과에 의해 배양액이 제2 관통홀(139)을 통해 배출되는 경우에 제1 공기 공급부(140)에 의해 제1 본체부(131)에 공급된 공기는 흡입홈(136)을 통해 공간부(138)로 흡입되고 배양액에 혼합되어 배양액과 함께 제1 관통홀(135)을 통해 배출된다.

[0061] 또한, 제1 분사노즐(132)은 벤츄리 효과를 이용하여 공기를 배양액에 혼합하여 제1 배양조(110)의 측벽을 향해 분사하므로, 매우 작은 크기의 기포를 발생시킬 수 있어 배양액 내의 산소 및 질산화 미생물의 탄소원인 이산화탄소를 효과적으로 공급할 수 있다.

[0062] 상기한 바와 같은 제1 기액 분사부(130)는 복수의 제1 분사노즐(132)을 통해 미세기포를 포함한 배양액을 제1 배양조(110)의 측벽을 향해 고압 분사하므로, 복수의 제1 분사노즐(132)에서 분사된 배양액은 제1 배양조(110)의 측벽에 부딪힌 후 제1 배양조(110)의 상부로 상승된 후 하강되는 순환경로를 형성하며 제1 배양조(110) 내에서 교반됨과 동시에 공기를 공급받는다.

[0063] 도 1에서 도시한 바와 같이, 제1 공기 공급부(140)는 제1 기액 분사부(130), 구체적으로 제1 본체부(131)에 공기를 공급하는 역할을 한다.

[0064] 제1 공기 공급부(140)는 일단이 제1 본체부(131)의 상측에 연결되고 타단이 제1 배양조(110)의 상측에 연결되는 제1 공기 공급유로(141)와, 제1 공기 공급유로(141)에 마련되어 제1 배양액 순환펌프(155)의 정지 시 배양액이 제1 본체부(131)에서 제1 공기 공급유로(141)를 따라 역류하는 것을 방지하기 위해 제1 공기 공급유로(141)를 개폐하는 제1 체크밸브(142)를 포함한다.

[0065] 이처럼, 공기는 제1 배양조(110)의 외부에서 제1 공기 공급유로(141)를 따라 제1 본체부(131)의 상부에 공급된다. 또한, 전술한 바와 같이 본 실시예에서는 제1 분사노즐(132)에서 분사되는 배양액이 분사되는 동안 압력강하에 의한 벤츄리 효과에 의해 공기가 제1 공기 공급유로(141)를 따라 제1 본체부(131)로 자연스럽게 유입되므로 별도의 컴프레서 등 공기를 강제로 공급하는 수단을 필요로 하지 않는다.

[0066] 그리고, 제1 배양조(110)에 대한 유지 보수 등 제1 배양조(110) 내의 제1 배양액 순환펌프(155)를 정지하는 경우에 배양액이 제1 공기 공급유로(141)를 역류할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 제1 공기 공급유로(141)에는 제1 체크밸브(142)가 마련된다.

[0067] 제1 배양액 순환유로(150)는 제1 배양조(110)와 제1 기액 분사부(130), 구체적으로 제1 본체부(131)를 상호 연통되게 연결하여 배양액을 제1 배양조(110)에서 제1 본체부(131)로 공급한다.

[0068] 그리고, 제1 배양액 순환펌프(155)는 배양액이 제1 배양조(110)에서 제1 본체부(131)로 순환되게 한다. 즉, 제1 배양액 순환펌프(155)는 제1 배양액 순환유로(150)에 연결되어 제1 배양조(110) 내의 배양액이 제1 배양액 순환유로(150)를 따라 제1 본체부(131)로 공급되도록 하며, 또한 제1 배양액 순환펌프(155)는 제1 분사노즐(132)에서 분사되는 배양액의 분사압력을 제공한다.

[0069] 본 실시예에서 제1 온도 조절모듈(160)은 질산화 미생물의 배양을 위한 최적온도를 유지하기 위해 제1 배양조(110)에 수용된 배양액의 온도를 조절하는 역할을 한다.

[0070] 이를 위해 제1 온도 조절모듈(160)은 제1 배양조(110)에 마련되어 배양액의 온도를 측정하는 제1 온도센서(161)와, 제1 배양조(110)에 마련되어 배양액을 가열하는 제1 가열부(162)와, 제1 배양조(110)에 마련되어 배양액을 냉각하는 제1 냉각부(163)를 포함한다.

[0071] 본 실시예에서 제1 배양조(110)에 수용된 배양액의 온도는 질산화 미생물의 배양에 있어 최적온도인 30 ~ 37℃로 유지되도록 제1 온도센서(161)에 의해 제1 배양조(110) 내의 배양액의 온도를 실시간 측정하고 이에 따라 제

1 가열부(162) 또는 제1 냉각부(163)를 통해 배양액의 온도를 최적온도로 유지하도록 한다.

- [0072] 제1 배양조(110) 내의 배양액의 온도가 30℃ 미만이거나 37℃를 초과하는 경우에는 질산화 미생물 발육에 지장을 초래하여 질산화 미생물의 배양속도가 반감되고 질산화 미생물 농도가 급격히 감소될 수 있다.
- [0073] 본 실시예에서 제1 pH농도 조절모듈(170)은 질산화 미생물의 배양을 위한 최적의 pH농도를 조절하는 역할을 한다.
- [0074] 이를 위해 제1 pH농도 조절모듈(170)은 제1 배양조(110)에 마련되어 배양액의 pH농도를 측정하는 제1 pH농도센서(171)와, 제1 배양조(110)에 마련되어 제1 배양조(110)에 pH농도 조절용액을 공급하는 제1 용액 공급구(172)를 포함한다. 그리고, 제1 pH농도센서(171)는 제1 배양조(110)의 상부에 배치되고 배양액에 침지된다.
- [0075] 본 실시예에서 제1 배양조(110)에 수용된 배양액의 pH농도는 pH 7.3 ~ 8.3로 유지되며, 본 실시예에서 pH농도 조절용액은 20% NaOH 용액이 사용될 수 있으나 본 발명의 권리범위가 이에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 제1 배양조(110) 내의 배양액의 pH농도가 pH 7.3 미만으로 저하될 경우에는 질산화 미생물 발육에 지장을 초래하여 질산화 미생물의 배양속도가 반감되고 질산화 미생물 농도가 급격히 감소될 수 있으며, 배양액의 pH농도가 pH 8.3을 초과하는 경우에는 질산화 미생물의 배양속도가 반감되고 질산화 미생물 농도가 급격히 감소될 수 있으며 또한 pH농도 조절용액이 다량으로 투입되어 손실될 수 있다.
- [0077] 본 실시예에서 제1 배양조(110)에 수용된 배양액의 pH농도가 pH 7.3 ~ 8.3으로 유지되도록 제1 pH농도센서(171)에 의해 제1 배양조(110) 내의 배양액의 pH농도를 실시간 측정하고 이에 따라 제1 용액 공급구(172)를 통해 제1 배양조(110) 내에 pH농도 조절용액을 공급한다.
- [0078] 상기와 같이, 본 실시예에 따라 질산화 미생물은 제1 배양조(110)에서 일차로 배양된 후 배양액에 함유된 상태에서 미생물 공급부(300)를 통해 제2 배양유닛(200)으로 공급된다. 이때, 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물의 농도는 10^5 CFU/ml 이상이다.
- [0079] 본 실시예에 따른 제2 배양유닛(200)은 제1 배양유닛(100)의 제1 배양조(110)에 인접하게 마련되며 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급받아 질산화 미생물을 재차 배양하는 역할을 한다.
- [0080] 제2 배양유닛(200)은 제1 배양조(110)에 인접하게 마련되며 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용된 제2 배양조(210)와, 제2 배양조(210)에 마련되어 제2 배양조(210)에 수용된 배양액에 공기를 공급하며 배양액을 교반하는 제2 공기 공급모듈(220)과, 제2 배양조(210)에 마련되어 제2 배양조(210)에 수용된 배양액의 온도를 조절하는 제2 온도 조절모듈(260)과, 제2 배양조(210)에 마련되어 제2 배양조(210)에 수용된 배양액에 pH 농도 조절용액을 공급하는 제2 pH농도 조절모듈(270)과, 제2 배양조(210)에 마련되어 제2 배양조(210)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 배출하는 배양액 배출부(280)를 포함한다.
- [0081] 본 실시예에 따른 제2 배양조(210)는 제1 배양조(110)와 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0082] 그리고, 본 실시예에 따른 제2 공기 공급모듈(220)은 제2 배양조(210)의 바닥면에 배치되어 제2 배양조(210)의 내부 측벽을 향해 공기를 함유한 배양액을 분사하는 제2 기액 분사부(230)와, 제2 기액 분사부(230)에 연결되어 제2 기액 분사부(230)에 공기를 공급하는 제2 공기 공급부(240)와, 제2 배양조(210)와 제2 기액 분사부(230)를 상호 연통되게 연결하며 제2 배양조(210)에서 제2 기액 분사부(230)로 배양액이 순환되는 제2 배양액 순환유로(250)와, 제2 배양액 순환유로(250)에 연결되어 배양액을 제2 기액 분사부(230)에 공급하도록 제2 배양액 순환유로(250)를 따라 배양액을 순환시키는 제2 배양액 순환펌프(255)를 포함한다.
- [0083] 또한, 본 실시예에 따른 제2 기액 분사부(230)는 제2 배양조(210)의 바닥면에 결합되되 제2 배양액 순환유로(250)가 하측에 연결되고 제2 공기 공급부(240)가 상측에 연결되는 제2 본체부(231)와, 제2 본체부(231)의 측벽 둘레를 따라 복수 개 마련되어 제2 배양조(210)의 내부 측벽을 향해 공기를 함유한 배양액을 분사하는 제2 분사노즐(132)을 포함한다.
- [0084] 또한, 제2 공기 공급부(240)는 일단이 제2 본체부(231)의 상측에 연결되고 타단이 제2 배양조(210)의 상측에 연결되는 제2 공기 공급유로(241)와, 제2 공기 공급유로(241)에 마련되어 제2 배양액 순환펌프(255)의 정지 시 배양액이 제2 본체부(231)에서 제2 공기 공급유로(241)를 따라 역류하는 것을 방지하기 위해 제2 공기 공급유로(241)를 개폐하는 제2 체크밸브(242)를 포함한다.
- [0085] 상기한 제2 기액 분사부(230)와 제2 공기 공급부(240)와 제2 배양액 순환유로(250)와 제2 배양액 순환펌프(255)를 포함하는 제2 공기 공급모듈(220)은 제1 기액 분사부(130)와 제1 공기 공급부(140)와 제1 배양액 순환유로

(150)와 제1 배양액 순환펌프(155)를 포함하는 제1 공기 공급모듈(120)과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0086] 그리고 본 실시예에 따른 제2 온도 조절모듈(260)은 제2 배양조(210)에 마련되어 배양액의 온도를 측정하는 제2 온도센서(261)와, 제2 배양조(210)에 마련되어 배양액을 가열하는 제2 가열부(262)와, 제2 배양조(210)에 마련되어 배양액을 냉각하는 제2 냉각부(263)를 포함한다.

[0087] 상기한 제2 온도센서(261)와 제2 가열부(262)와 제2 냉각부(263)를 포함하는 제2 온도 조절모듈(260)은 제1 온도센서(161)와 제1 가열부(162)와 제1 냉각부(163)를 포함하는 제1 온도 조절모듈(160)과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0088] 그리고, 본 실시예에 따른 제2 pH농도 조절모듈(270)은 제2 배양조(210)에 마련되어 배양액의 pH농도를 측정하는 제2 pH농도센서(271)와, 제2 배양조(210)에 마련되어 제2 배양조(210)에 pH농도 조절용액을 공급하는 제2 용액 공급구(272)를 포함한다.

[0089] 상기한 제2 pH농도센서(271)와 제2 용액 공급구(272)를 포함하는 제2 pH농도 조절모듈(270)은 제1 pH농도센서(171)와 제1 용액 공급구(172)를 포함하는 제1 pH농도 조절모듈(170)과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0090] 제2 배양조(210)는 제1 배양조(110)에서 일차로 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급받아 재차 질산화 미생물을 배양하는 공간을 제공하는 역할을 한다.

[0091] 제2 배양조(210) 내에서 질산화 미생물의 배양은 전술한 제1 배양조(110) 내에서 질산화 미생물의 배양과 마찬가지로, 제2 공기 공급모듈(220)로 제2 배양조(210)에 수용된 배양액에 공기를 공급하고 배양액을 교반하며, 제2 온도 조절모듈(260)을 통해 제2 배양조(210)에 수용된 배양액의 온도를 30 ~ 37℃ 유지되도록 조절하며, 제2 pH농도 조절모듈(270)로 제2 배양조(210)에 수용된 배양액의 pH농도를 pH 7.3 ~ 8.3으로 유지되게 조절한다.

[0092] 한편, 제1 배양조(110) 내의 질산화 미생물이 함유된 배양액은 미생물 공급모듈(300)을 통해 제2 배양조(210)로 이동된다.

[0093] 본 실시예에 따른 미생물 공급모듈(300)은 제1 배양조(110) 내의 배양액이 제2 배양조(210)로 이동가능하게 하는 경로를 제공하는 역할을 한다. 즉, 미생물 공급모듈(300)은 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)를 상호 연통되게 연결하여 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액이 제2 배양조(210)로 이동가능하게 한다.

[0094] 이를 위해 미생물 공급모듈(300)은 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)를 상호 연통되게 연결하여 제1 배양조(110)에 수용된 질산화 미생물이 함유된 배양액이 제2 배양조(210)로 이동되는 미생물 공급유로(310)를 포함한다.

[0095] 미생물 공급유로(310)는 일단이 제1 배양조(110)에 연결되며 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액이 유입되는 유입구(311)와, 타단이 제2 배양조(210)에 연결되며 유입구(311)를 통해 공급되는 배양액이 제2 배양조(210)로 배출되는 배출구(312)를 포함한다.

[0096] 배양액이 제1 배양조(110)에서 미생물 공급유로(310)를 따라 제2 배양조(210)로 공급되는 동작을 살펴보면 다음과 같다.

[0097] 도 3에서 도시한 바와 같이, 복수의 제1 분사노즐(132)을 통해 미세기포를 포함하는 배양액이 제1 배양조(110)의 측벽을 향해 고압 분사되고, 복수의 제1 분사노즐(132)에서 분사된 미세기포를 포함하는 배양액에 의해 제1 배양조(110) 내의 배양액은 제1 배양조(110)의 상부로 상승되고 이후 하강되는 순환경로를 따라 제1 배양조(110) 내에서 교반됨과 동시에 공기를 공급받는다.

[0098] 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량만큼 미생물 공급유로(310)를 따라 제2 배양조(210)에 공급하면, 연속하여 제2 배양조(210)에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 배양액 배출부(280)를 따라 생물학적 폐수처리 시설로 배출하고 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량에 대응되는 양만큼 제1 배양조(110)에 공급한다.

[0099] 이때, 본 실시예에 따른 미생물 공급유로(310)는 제1 배양조(110)에 수용되는 배양액의 높이보다 낮은 위치에 배치되고, 배양액 배출부(280)는 제2 배양조(210)에 수용된 배양액의 높이보다 낮은 위치에 배치된다.

- [0100] 한편, 본 실시예에서는 질산화 미생물이 미생물 공급유로(310)를 따라 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 공급된 후 제2 배양조(210)에서 재차 배양된다. 따라서, 제1 배양조(110)에서 질산화 미생물을 배양하는 동안 제2 배양조(210)에서 제1 배양조(110)로 배양액이 역류되는 것을 방지하도록 본 실시예에 따른 미생물 공급모듈(300)은 미생물 공급유로(310)에 마련되어 제2 배양조(210)에서 제1 배양조(110)로 배양액이 역류하는 것을 방지하도록 미생물 공급유로(310)를 개폐하는 역류 방지밸브(320)를 더 포함할 수 있다.
- [0101] 또한, 본 실시예에서는 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물이 배양되는 동안 배양액이 외부로 배출되는 것을 방지하기 위하여 배양액 배출부(280)에 제3 체크밸브(281)가 마련될 수 있다.
- [0102] 상기와 같이 구성되는 질산화 미생물 연속 배양장치(10)를 이용한 질산화 미생물 연속 배양방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0103] 도 4를 참조하면, 초기에 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급하고, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내에서 질산화 미생물을 배양한다.
- [0104] 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 배양하는 경우에, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 각각 마련된 제1 기액 분사부(130)와 제2 기액 분사부(230)를 통해 배양액을 교반하고 배양액에 공기를 공급한다.
- [0105] 또한, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내의 배양액의 pH 농도를 조절하기 위해 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 각각 마련된 제1 pH농도 조절모듈(170)과 제2 pH농도 조절모듈(270)을 이용하여 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내에서 배양액의 pH농도가 pH 7.3 ~ 8.3으로 유지되게 한다.
- [0106] 또한, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내의 배양액의 온도를 조절하기 위해 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 각각 마련된 제1 온도 조절모듈(160)과 제2 온도 조절모듈(260)을 이용하여 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210) 내에서 배양액의 온도가 30 ~ 37℃로 유지되게 한다.
- [0107] 상기와 같이, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 배양한 후 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 미생물 공급유로(310)를 통해 제2 배양조(210)로 공급하여 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 재차 배양한다.
- [0108] 그리고 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 설정량만큼 배양액을 공급한 경우에 제1 배양조(110)에는 배양액 공급부(180)를 통해 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 설정량만큼 공급하고, 제2 배양조(210)에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액은 설정량만큼 배양액 배출부(280)를 통해 생물학적 폐수처리 시설로 배출된다.
- [0109] 상기한 바와 같이 본 실시예에서는 제1 배양조(110)에서 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액 중 설정량을 제2 배양조(210)로 공급하며, 제1 배양조(110)에서 공급받은 설정량에 대응하여 제2 배양조(210)에서 재차 배양된 질산화 미생물이 함유된 배양액을 폭기조 등의 생물학적 폐수처리 시설로 배출한 후 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 재차 배양한다.
- [0110] 이때, 배양액 배출부(280)를 통해 제2 배양조(210)에서 생물학적 폐수처리 시설로 공급되는 설정량만큼 새로운 질산화 미생물을 함유한 배양액이 배양액 공급부(180)를 통해 제1 배양조(110)에 공급된다.
- [0111] 본 실시예는 질산화 미생물의 배양에 따른 지체기(lag phase time)를 현저하게 감소시켜 생물학적 폐수처리 시설로 배양된 질산화 미생물을 매일 또는 설정일에 맞춰 연속적으로 공급하고자 하는 것이다.
- [0112] 예를들어, 본 실시예에서 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에 각각 50 liter의 질산화 미생물이 함유된 배양액이 수용된 상태에서 질산화 미생물을 배양하는 경우에, 본 실시예에서 수리학적 체류시간(HRT)이 2 ~ 4일에 해당하므로 제1 배양조(110)에서 제2 배양조(210)로 공급되는 설정량은 1일 동안 제1 배양조(110)에 수용된 배양액 총량의 25 ~ 50%에 해당되는 12.5 ~ 25 liter에 해당된다.
- [0113] 그리고 동시에 제1 배양조(110)에 1일 동안 설정량에 해당되는 새로운 질산화 미생물이 함유된 배양액을 공급하며 제2 배양조(210)에서 1일동안 설정량에 해당되는 질산화 미생물이 함유된 배양액을 생물학적 폐수처리 시설로 배출한다.
- [0114] 진술한 바와 같이, 제1 배양조(110)와 제2 배양조(210)에서 질산화 미생물을 최적조건에서 배양하기 위해 배양액의 pH농도를 7.3 내지 8.3으로 유지하고 배양액의 온도를 30 내지 37℃로 유지하며 배양액 내의 용존 산소량을 2 내지 4ppm으로 유지하고 제1 배양조와 제2 배양조에서 배양액의 수리학적 체류시간을 2 내지 4일로 유지한

다.

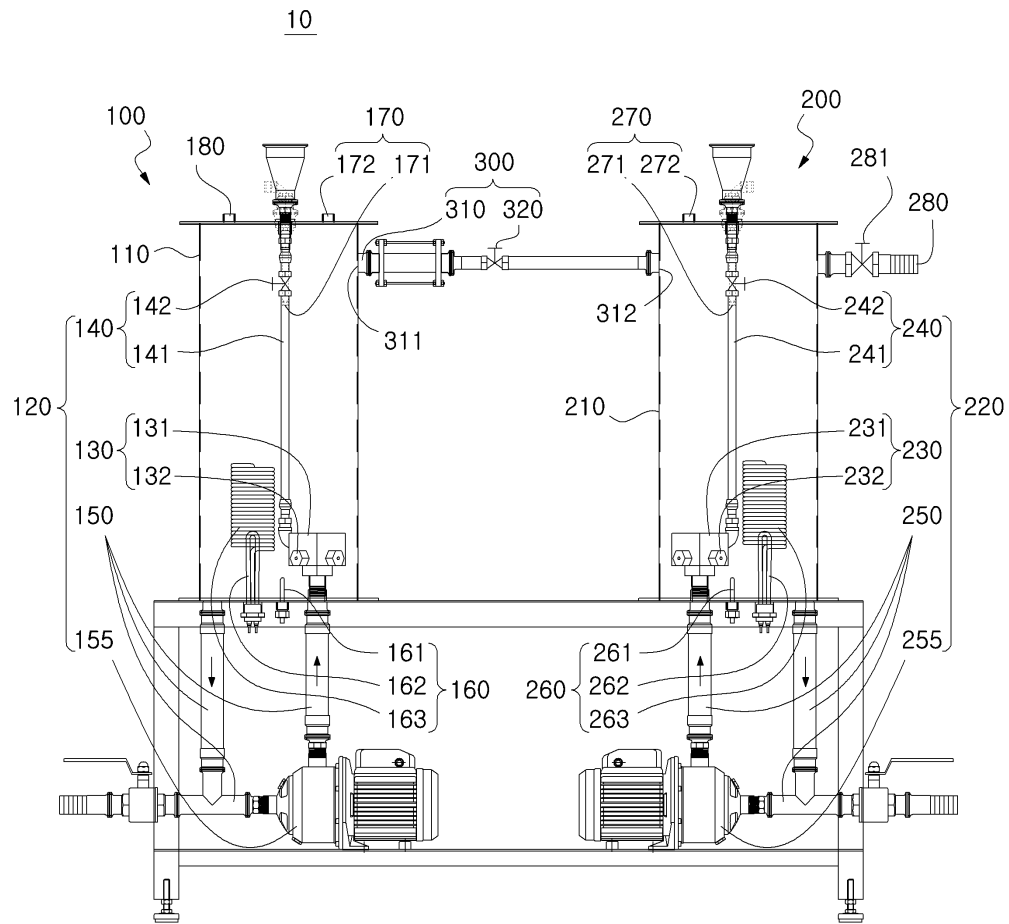
[0115] 이와 같이 본 발명은 기재된 실시 예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정 예 또는 변형 예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

부호의 설명

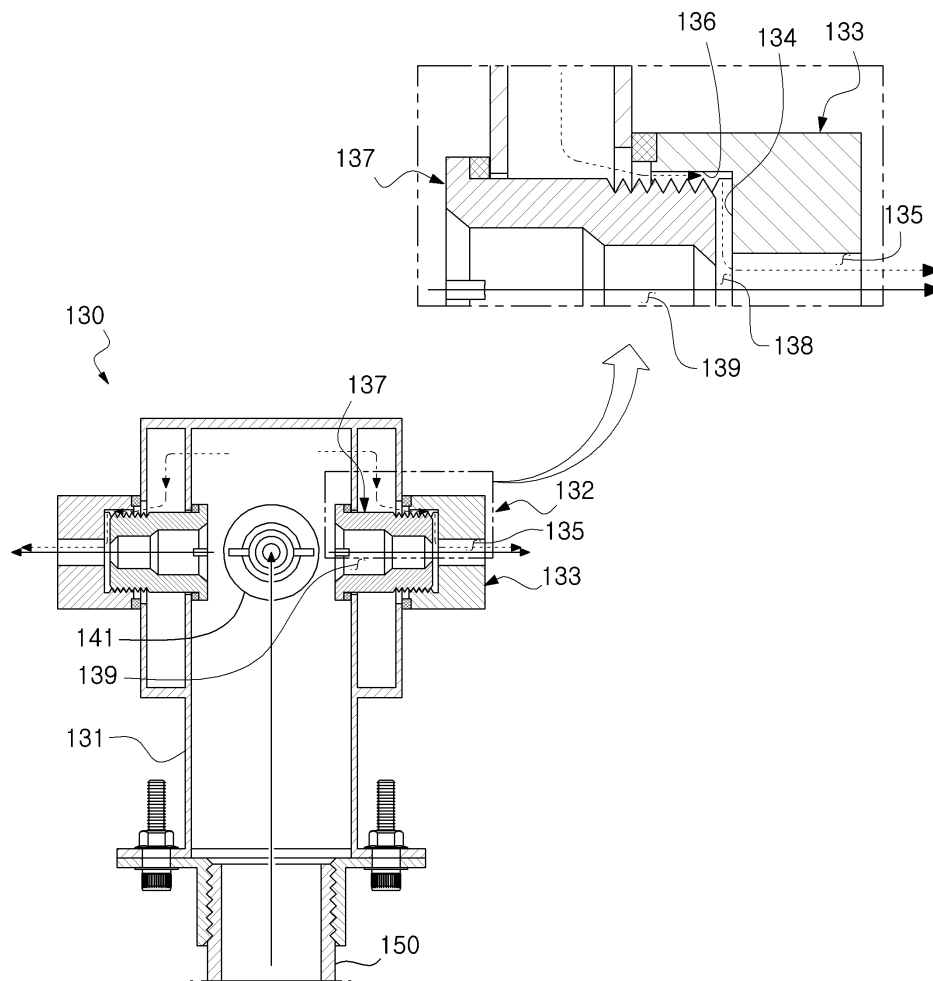
[0116]	10: 질산화 미생물 연속 배양장치	100: 제1 배양유닛
	110: 제1 배양조	120: 제1 공기 공급모듈
	130: 제1 기액 분사부	131: 제1 본체부
	132: 제1 분사노즐	140: 제1 공기 공급부
	150: 제1 배양액 순환유로	155: 제1 배양액 순환펌프
	160: 제1 온도 조절모듈	170: 제1 pH농도 조절모듈
	180: 배양액 공급부	200: 제2 배양유닛
	210: 제2 배양조	220: 제2 공기 공급모듈
	230: 제2 기액 분사부	231: 제2 본체부
	232: 제2 분사노즐	240: 제2 공기 공급부
	250: 제2 배양액 순환유로	255: 제2 배양액 순환펌프
	260: 제2 온도 조절모듈	270: 제2 pH농도 조절모듈
	280: 배양액 배출부	300: 미생물 공급모듈
	310: 미생물 공급유로	320: 역류 방지밸브

도면

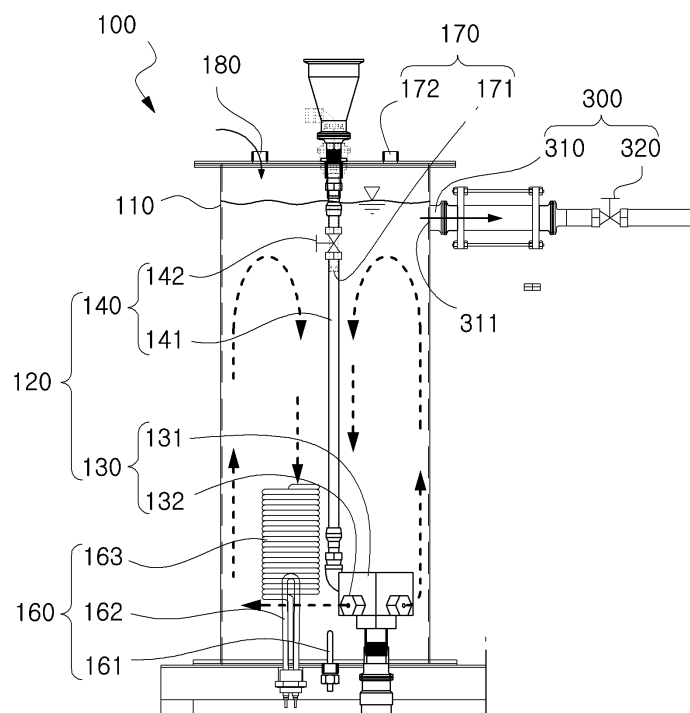
도면1



도면2



도면3



도면4

10

