

명세서

발명의 명칭: 여재가 투입된 회분식 반응조를 이용한 부분 아질산화와 이를 이용한 단축질소제거 오폐수 처리장치 및 시스템 기술분야

- [1] 본 발명은 회분식 생물막 반응기(SBBR: Sequencing Batch Biofilm Reactor)를 이용하여 오폐수 내 질소를 제거하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.
- [3] 오수 및 폐수에 존재하는 오염물질에는 고형물, 유기물뿐만 아니라 질소 및 인과 같은 영양염류와 미량유해물질 등이 있다.
- [4] 이러한 오염물질을 제거하는 방법에는 물리적, 화학적 및 생물학적 방법이 사용된다. 이러한 방법 중 박테리아를 이용하여 오염물질을 제거하는 생물학적 활성슬러지 공법이 경제적으로나 효율적인 측면에서 우수하기 때문에 가장 많이 사용된다.
- [5] 일반 가정이나 사업장으로부터 나오는 오폐수에는 암모니아, 암모늄 화합물, 아질산 화합물, 질산 화합물 등의 무기성 질소 및 아미노산, 단백질 등의 유기성 질소와 같은 다양한 종류의 질소가 포함된다.
- [6] 이러한 질소 성분을 포함하는 오폐수는 수질의 부영양화를 발생시킨다. 특히, 암모니아성 질소는 산소요구량이 높기 때문에 방류수계의 용존 산소의 저하를 일으켜 어패류의 폐사를 발생시키기도 하며, 수생동물에 독성을 유발한다. 이 때문에, 공공용 수역으로의 질소 성분 배출량이 최소화되도록 규제되고 있다.
- [7] 오폐수 중의 질소 성분의 대부분이 암모니아성 질소로 존재한다. 이 때문에, 종래에는 산소를 이용하여 암모니아성 질소를 산화시키는 질산화 공정과 유기물을 전자공여체로 하여 질산화된 질소를 탈질시키는 탈질 공정을 조합시킨 처리방법이 주로 이용되고 있다.
- [8] 그러나 종래의 처리공정에서는 암모니아성 질소를 질산화시키기 위해 산소를 공급하는 송풍기의 전력 사용요금이 전체 하수처리장 운영비의 30 내지 50%를 차지한다. 이 때문에, 산소 공급이 운영비 상승의 주요 원인이 된다. 또한, 생물학적으로 질소를 제거하는데 많은 양의 산소 및 유기물이 필요하기에, 이 역시, 운영비용의 상승을 초래하게 된다.
- [9] 이러한 문제를 해결하기 위해 개발된 방법이 암모니아성 질소의 일부(57%)를 아질산성(NO_2^-) 단계까지만 산화한 후, 잔류(43%)하는 암모니아성 질소를 전자공여체로 활용하여 질소를 제거하는 단축질소 제거공정이다. 이 공정은 종래의 공정보다 산소는 60%, 유기물은 100%를 절감할 수 있다.
- [10] 종래의 단축질소 제거공정은 암모니아성 질소를 아질산성 질소로 산화시키는

1단계 및 생성된 아질산성 질소를 이용하여 암모니아성 질소를 산화하는
2단계(혐기성암모늄산화, ANAMMOX: Anaerobic Ammonium Oxidation)로 이루어진다. 혐기성암모늄산화 반응은 혐기성 조건 하에서, 아질산성 질소로 암모니아성 질소를 산화하는 것으로 아래와 같이 수행된다.

- [11] $1.0\text{NH}_4^+ + 1.32\text{NO}_2^- + 0.066\text{HCO}_3^- + 0.13\text{H}^+$
[12] $\rightarrow 1.02\text{N}_2 + 0.26\text{NO}_3^- + 0.066\text{CH}_2\text{O}_{0.5}\text{N}_{0.15} + 2.03\text{H}_2\text{O}$
[13] 전술한 반응식에서 확인할 수 있듯이, 질소가 제거되기 위해서는 전자수용체로서 아질산성 질소가 필요하다. 이에 종래의 단축질소 제거공정은 오·폐수 중 암모니아성 질소의 일부(57%)를 아질산성 질소로 산화하는 부분 아질산화 공정(PN: Partial Nitritation) 선행되어야 한다.
[14] 그러나 종래의 단축질소 제거공정에서는 안정적으로 아질산화를 수행하기 곤란한 문제가 있었다. 생성된 암모늄 산화 미생물(AOB)을 주처리 반응조에 지속적으로 잡아 두기가 어려웠다. 또한, 반응조 내에 항상 아질산 질소(NO_2^- -N)가 존재한다. 아질산 산화 미생물(NO₂-N)이 성장에 적합한 환경이 항상 조성되어 있어, 아질산 산화 미생물(NO₂-N)이 지속적으로 성장하여 아질산성 질소를 질산성 질소로 산화시켰다.
[15] 이러한 문제로 인해, 종래의 단축질소 제거공정은 안정적으로 아질산화시키기 곤란했으며, 결과적으로 공정을 안정적으로 운영하기 어려웠다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [16] 본 발명의 일 실시예는, 회분식 생물막 반응기 내 아질산 산화 미생물을 저해시켜 반응조 내 암모늄 산화 미생물을 우점화하여, 온전히 오·폐수 내 질소를 제거할 수 있도록 하는 질소 제거장치를 제공하는 데 일 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [17] 본 발명의 일 측면에 의하면, 유입되는 오·폐수 내 고형물 또는 유기물을 제거하는 전처리부와 상기 전처리부에서 제거된 고형물을 유입받아 농축시키고 소화시켜 탈수 케익과 탈리액으로 분리하는 슬러지 처리부와 상기 전처리부를 거친 오·폐수를 유입받아 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 기 설정된 비율로 조정하는 회분식 생물막 반응기와 상기 회분식 생물막 반응기를 거친 오·폐수를 유입받아 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소를 질소 기체로 제거하는 아나목스 반응조 및 상기 회분식 생물막 반응기를 제어하며, 기 설정된 경우 상기 회분식 생물막 반응기로 상기 전처리부를 거친 오·폐수가 아닌 상기 슬러지 처리부에서 분리된 탈리액이 유입되도록 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치를 제공한다.
[18] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 기 설정된 경우는 상기 회분식 생물막 반응기 내 질산성 질소의 농도가 기 설정된 농도 이상인 것을 특징으로 한다.
[19] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 탈리액은 기 설정된 범위 내의 유리

- 암모니아(FA: Free Ammonia) 농도를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 회분식 생물막 반응기는 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율이 기 설정된 비율로 조정된 경우, 유입된 오·폐수를 모두 상기 아나목스 반응조로 배출하는 것을 특징으로 한다.
- [21] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 회분식 생물막 반응기는 상기 회분식 생물막 반응기 내부로 오·폐수 또는 탈리액의 유입에 따라 승·하강하거나 고정된 상태로 질소 성분을 산화시키는 담체를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [22] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 담체는 오·폐수 또는 탈리액의 유입에 따라 승·하강하는 유동성 담체, 상기 회분식 생물막 반응기 하부에 침지된 침지식 담체 또는 가운데 공기공급을 위한 공간을 갖는 고정식 섬유상 담체인 것을 특징으로 한다.
- [23] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 담체는 유동성 담체일 경우 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene) 또는 수화겔로, 침지식 담체일 경우 세라믹 및 점도로, 고정식 섬유상 담체일 경우 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene), PTFE(Polytetrafluoroethylene) 또는 PVDF(Polyvinylidene fluoride or polyvinylidene difluoride)로 구현되는 것을 특징으로 한다.
- [24] 본 발명의 일 측면에 의하면, 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 조정하는 회분식 생물막 반응기에 있어서, 여재와 암모니아성 질소 감지 센서와 질산성 질소 감지 센서와 pH 센서와 용존 산소 센서와 상기 회분식 생물막 반응기 최하단에 형성되어, 상기 회분식 생물막 반응기로 유입되는 오·폐수를 외부로 배출하는 배출구 및 상기 회분식 생물막 반응기 일측에 형성되어, 상기 회분식 생물막 반응기 내로 산소를 유입시키는 유입구를 포함하는 것을 특징으로 하는 회분식 생물막 반응기를 제공한다.

발명의 효과

- [25] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 측면에 따르면, 회분식 생물막 반응기 내 아질산 산화 미생물을 저해시켜 반응조 내에 암모늄 산화 미생물을 우점화하여, 온전히 오·폐수 내 질소를 제거할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오·폐수 내 질소 제거장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [27] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 회분식 생물막 반응기를 도시한 도면이다.
- [28] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유동상 담체가 투입된 회분식 생물막 반응기의 동작 모습을 도시한 도면이다.
- [29] 도 4는 종래의 질소 제거장치 내 질소 농도의 변화를 도시한 그래프이다.
- [30] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 질소 제거장치 내 질소 농도의 변화를 도시한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예를 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [32] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [33] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [34] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서 "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [35] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해서 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [36] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [37] 또한, 본 발명의 각 실시예에 포함된 각 구성, 과정, 공정 또는 방법 등은 기술적으로 상호간 모순되지 않는 범위 내에서 공유될 수 있다.
- [38] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오.폐수 내 질소 제거장치의 구성을 도시한 도면이다.

- [39] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 질소 제거장치(100)는 전처리부(110), 슬러지 처리부(120), 회분식 생물막 반응기(130, SBBR: Sequencing Batch Biofilm Reactor, 이하에서 '반응기'로 약칭함), 아나폭스 반응조(140) 및 제어부(미도시)를 포함한다. 질소 제거장치(100)는 하나의 장치로 구현되어 전술한 구성을 포함하고 있을 수도 있고, 전술한 각 구성이 하나의 장치나 공정으로 구현될 수도 있다.
- [40] 전처리부(110)는 외부로부터 오·폐수를 유입받아, 반응기(130) 및 아나폭스 반응조(140)에서 질소 제거에 필요치 않은 고형물이나 유기물을 제거한다. 전처리부(110)는 오·폐수 처리 순서 상 반응기(130)보다 앞서 배치되어, 반응기(130)보다 먼저 외부에서 유입되는 오·폐수를 유입받는다. 전처리부(110)는 유입받은 오·폐수 내에서 고형물이나 유기물을 제거한다. 전처리부(110)는 1차 침전지(113), 생물반응조(116) 및 2차 침전지(119)를 포함한다.
- [41] 1차 침전지(113)는 유입되는 오·폐수 내 슬러지를 제거한다. 1차 침전지(113)는 오·폐수를 유입받아, 1차 슬러지와 상등수를 분리한다. 1차 슬러지 내에는 토사나 입도 사이즈가 큰 고형물이 포함될 수 있으며, 1차 침전지(113)는 이를 제거한다. 1차 침전지에서 분리된 1차 슬러지는 슬러지 처리부(120)로 배출되고, 상등수는 생물 반응조(116)로 배출된다.
- [42] 생물 반응조(116)는 유기물을 제거하는 미생물을 포함하며, 유입되는 오·폐수 내에서 유기물을 제거한다.
- [43] 2차 침전지(119)는 생물 반응조(116)를 거친, 오·폐수 내 슬러지를 제거한다. 추가적으로 2차 침전지(119)는 오·폐수를 유입받아, 2차 슬러지와 상등수를 분리한다. 오·폐수가 1차 침전지(113)를 거쳤기 때문에, 2차 침전지(119)에서 분리되는 2차 슬러지의 입도는 1차 슬러지의 그것보다 상대적으로 작다. 2차 침전지(119)는 2차 슬러지를 슬러지 처리부(120)로 배출하고, 상등수를 반응기(130)로 배출한다.
- [44] 슬러지 처리부(120)는 전처리부(110)에서 분리된 슬러지를 처리한다. 슬러지 처리부(120)는 농축부(123), 소화조(126) 및 탈수부(129)를 포함한다.
- [45] 농축부(123)는 1차 침전지(113) 및 2차 침전지(119)로부터 유입되는 각 슬러지를 농축한다. 농축부(123)로는 1차 침전지(113)에서 1차 슬러지가, 2차 침전지(119)에서 2차 슬러지가 유입된다. 유입되는 슬러지량은 상당하기에, 부피를 줄이지 않는다면 이를 처리하는데 상당한 어려움이 존재할 수 있다. 이를 해소하고자, 농축부(123)는 유입되는 각 슬러지를 농축하여 슬러지의 부피를 감소시킨다. 농축부(123)에서 슬러지가 농축된 후, 침전물은 소화조(126)로 배출되고, 상등수는 1차 침전지(113)로 반류된다. 상등수 내에는 유기물 또는 유기물을 제거하는 미생물이 포함되어 있을 수도 있다. 유기물을 온전히 제거하거나 생물 반응조(116)의 유기물 제거 효율을 향상시키기 위해, 농축부(123)는 상등수를 1차 침전지(113)로 반류한다.

- [46] 소화조(126)는 농축부(123)에 의해 농축된 슬러지를 소화시킨다.
소화조(126)에서는 슬러지의 소화가 수행되며, 소화된 슬러지는 소화조(126)의 하부로 침전된다. 이때, 소화 과정에서 소화조(126) 내의 오·폐수의 pH는 8 이상이 된다. 아래의 수식과 같이, pH가 증가할수록 오·폐수 내 유리 암모니아(FA: Free Ammonia)의 농도는 높아진다.
- [47]
- $$FA(mgN/L) = \frac{NH_4-N(mgN/L) \times (10^{pH})}{\frac{K_b}{K_o} + 10^{pH}}$$
- [48]
- $$\frac{K_b}{K_o} = e^{\left(\frac{6344}{273+T(^{\circ}C)}\right)}$$
- [49] 여기서, K_w 는 물의 이온화 상수를, K_b 는 암모니아 수용액의 이온화 상수를 의미한다. 전술한 수식을 참조하면, 유리 암모니아의 농도는 pH가 증가할수록, 오·폐수의 온도가 증가할수록 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이에, 소화조(126) 내의 오·폐수의 pH가 증가함에 따라 유리 암모니아의 농도도 함께 높아진다.
- [50] 유리 암모니아의 농도의 증가는 다음과 같은 효과를 불러올 수 있다. 유리 암모니아의 농도가 10mg/L 이상이 될 경우, 아질산 산화 미생물(NO_B: Nitrite Oxidation Bacteria)의 이화작용(Anabolism)과 동화작용(Catabolism) 모두가 저해된다. 한편, 암모늄 산화 미생물(AOB: Ammonium Oxidation Bacteria)의 경우, 유리 암모니아의 농도가 20mg/L 이상에서 조금씩 이화작용과 동화작용이 저해되기 시작하며 유리 암모니아의 농도가 150mg/L 이상인 경우 양 작용이 현저히 저해된다. 이처럼, 아질산 산화 미생물과 암모늄 산화 미생물은 유리 암모니아의 농도에 대한 활성도가 상이한 특성을 갖는다. 이에, 유리 암모니아의 농도가 10 내지 150mg/L일 경우, 특히, 10 내지 20mg/L일 경우, 암모늄 산화 미생물은 거의 활성이 저해되지 않는 반면, 아질산 산화 미생물은 활성이 현저히 저해되는 것을 알 수 있다.
- [51] 이에, 소화조(126)에서의 소화액은 전처리부(110)를 거친 오·폐수에 비해 상대적으로 상당히 높은 유리 암모니아의 농도를 갖는다.
- [52] 소화조(126)에서 소화된 소화액은 탈수부(129)로 유입된다.
- [53] 탈수부(129)는 소화액을 유입받아 탈수케익과 탈리액으로 분리한다. 전술한 대로, 탈리액 내에는 상당히 높은 유리 암모니아가 포함된다. 탈수부(129)에서의 탈리액은 제어부(미도시)의 제어에 따라 반응기(130)로 유입된다.
- [54] 반응기(130)는 전처리부(110)를 거친 오·폐수를 유입받아, 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 기 설정된 비율로 조정한다. 또한, 반응기(130)는 슬러지 처리부(120)에서의 탈리액을 유입받아, 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 기 설정된 비율로 조정할 수 있는 환경을 유지한다.
- [55] 반응기(130)는 도 2에 도시된 구조를 갖는다.

- [56] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 회분식 생물막 반응기를 도시한 도면이다.
- [57] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 반응기(130)는 담체(210), 암모니아성 질소 감지센서(220), 질산성 질소 감지센서(223), pH 센서(226), 용존산소 센서(229), 배출구(230) 및 유입구(240)를 포함한다.
- [58] 담체(210)는 유입되는 오·폐수 또는 탈리액 내 질소 성분을 산화시킨다. 담체(210)는 미생물이 부착되어 성장하거나 사전에 다량의 미생물을 고정화할 수 있는 구조 또는 환경을 제공한다. 담체(210)는 자신에 부착되어 미생물들이 성장(또는 증식)하도록 하며, 반응기(130)로부터 오·폐수 또는 탈리액이 배출 시에도 미생물들이 오·폐수 또는 탈리액의 배출과 함께 배출되지 않도록 한다. 담체(210)에는 주로 암모늄 산화 미생물이 선택적으로 고정화되어 있거나 부착되어 성장하기에, 오·폐수 또는 탈리액이 배출 시에도 미생물의 숫자(또는 농도)는 크게 변하지 않는다. 반면, 아질산 산화 미생물은 주로 유입된 오·폐수 또는 탈리액에서 성장하며, 담체(210)에는 일부만이 부착되어 성장한다. 이에, 오·폐수 또는 탈리액이 배출 시 아질산 산화 미생물의 숫자(또는 농도)는 크게 변한다.
- [59] 담체(210)는 물과 유사하거나 작은 비중을 가져 오·폐수 또는 탈리액의 유입에 따라 승·하강하거나 고정된 상태를 갖는 유동성 담체로 구현될 수도 있고, 반응기 하부에 침치된 침지식 담체로 구현될 수도 있으며, 가운데 공기공급을 위한 공간을 갖는 섬유상 형태를 갖는 고정식 섬유상 담체로 구현될 수도 있다. 유동성 담체로 구현될 경우, 담체(210)는 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene) 또는 수화겔로 구현될 수 있다. 이때, 수화겔은 폴리에틸렌 글라이콜 다이아크릴레이트(Polyethylene Glycol Diacrylate) 또는 폴리 바이닐 클로라이드(PVC: Polyvinyl Chloride)를 이용하여 암모늄산화 미생물을 고정화할 수 있다. 침지식 담체로 구현될 경우, 담체(210)는 세라믹 및/또는 점토로 구현될 수 있다. 고정식 섬유상 담체로 구현될 경우, 담체(210)는 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene), PTFE(Polytetrafluoroethylene) 또는 PVDF(Polyvinylidene fluoride or polyvinylidene difluoride)로 구현될 수 있다. 담체(210)가 고정식 섬유상 담체로 구현될 경우, 표면이 소수성을 띄게 된다.
- [60] 암모니아성 질소 감지센서(220)는 반응기(130) 내 암모니아성 질소의 농도를 센싱한다. 암모니아성 질소 감지센서(220)는 암모니아성 질소의 농도를 센싱함으로써, 제어부(미도시)가 암모니아성 질소의 산화를 개시하거나 중단하는 시점을 판단할 수 있도록 하고, 반응기 내 유리 암모니아 농도도 연산할 수 있도록 한다.
- [61] 질산성 질소 감지 센서(223)는 반응기(130) 내 질산성 질소의 농도를 센싱한다. 질산성 질소 감지 센서(223)는 질산성 질소의 농도를 센싱함으로써, 제어부(미도시)가 반응기로 전처리부(110)를 거친 오·폐수의 유입을 중단하고 슬러지 처리부(120)에서 배출되는 탈리액이 유입되도록 하는 시점을 판단할 수 있도록 한다.

- [62] pH 센서(226)는 반응기(130) 내 pH를 센싱한다. pH 센서(226)는 pH를 센싱함으로써, 제어부(미도시)가 반응기 내 유리 암모니아 농도를 연산할 수 있도록 하며, 반응기 내 암모니아성 질소의 아질산성 질소로의 산화 정도를 조정할 수 있도록 한다.
- [63] 용존산소 센서(229)는 반응기(130) 내 용존 산소량을 센싱한다. 용존산소 센서(229)는 산소량을 센싱함으로써, 제어부(미도시)가 반응기 내로 온전히 산소가 주입되고 있는지를 판단할 수 있도록 한다.
- [64] 배출구(230)는 내부로 유입된 오·폐수 또는 탈리액이 외부로 배출될 수 있도록 한다. 배출구(230)는 반응기(130)의 최하단에 배치되어 내부로 유입된 오·폐수 또는 탈리액을 전량 배출시킨다. 배출구(230)에는 담체(210)보다 작은 크기의 구멍을 갖는 스크린(미도시)이 설치되어 담체(210)의 배출을 방지한다.
- [65] 배출구(230)는 구조적으로(자연적으로) 반응기(130) 내에서 배출되지 못하는 오·폐수 또는 탈리액을 제외하고는, 오·폐수 또는 탈리액을 반응기(130) 내에 잔류시키지 않고 전량 배출시킨다. 반응기(130)는 암모니아성 질소의 농도와 아질산성 질소의 농도가 기 설정된 비율을 갖도록 조정한다. 여기서, 암모니아성 질소의 농도와 아질산성 질소의 농도가 각각 1:1.32 비율을 갖도록 설정될 수 있다. 암모니아성 질소의 농도와 아질산성 질소의 농도가 전술한 비율일 경우, 아나목스 반응조(140) 내 아나목스 미생물에 의해 별도의 유기물이나 산소의 소모없이 질소성분이 질소 기체로 탈기될 수 있다. 이때, 아질산 산화 미생물의 숫자(또는 농도)가 증가할 경우, 아질산성 질소가 질산성 질소로 산화되기 때문에, 아질산 산화 미생물의 숫자는 감소(최소화)되어야 한다. 배출구(230)에 의해 오·폐수가 전량 배출됨에 따라, 반응기(130) 내에는 오·폐수가 잔존하지 못하게 된다. 종래에는 (유동성) 담체를 반응기(130) 내에 포함하지 않았거나 포함하더라도 미생물이 과량으로 배출되는 것을 방지하고자 유입된 오·폐수를 일정량 남겨둔 채 배출해 왔다. 또한, 잔존하는 오·폐수로 인해, 반응기로 새로 오·폐수가 유입되더라도 암모니아성 질소의 농도가 희석되어 충분한 농도를 가지지 못하는 문제가 발생하고, 잔존하는 오·폐수 내 아질산성 질소에 의해 아질산 산화 미생물이 빠른 속도로 증식하며 아질산성 질소를 산화시키는 문제가 발생한다. 암모니아성 질소의 농도가 희석되고 아질산성 질소가 질산성 질소로 산화하게 되면, 암모니아성 질소와 아질산성 질소가 기 설정된 비율을 갖지 못하게 되어, 아나목스 반응조(140)에서 아나목스 반응이 일어나지 못하게 된다. 이러한 문제를 방지하고자, 반응기(130)는 유입된 오·폐수를 전량 배출한다. 오·폐수가 전량 배출됨에 따라, 반응기(130) 내에 오·폐수가 잔존하지 않아 암모니아성 질소의 농도를 희석시키지 않으며, 아질산성 질소가 충분히 않거나 거의 존재하지 않아 아질산 산화 미생물이 거의 증식하지 못하게 된다. 이에, 반응기(130)는 아질산 산화 미생물의 증식을 방지할 수 있다.
- [66] 유입구(240)는 반응기(130) 내로 산소를 공급한다. 반응기(130) 내 암모늄 산화 미생물의 증식과 동작을 위해서는 암모니아성 질소를 산화시키기 위한

산화제인 산소가 공급되어야 한다. 반응기(130)는 바닥면에 기포(산소)만이 반응기(130) 내부로 유입될 수 있도록 하는 유입구(240)를 포함하여, 내부로 산소를 유입받는다. 내부로 유입된 산소는 대부분 암모니아성 질소의 산화에 이용된다.

- [67] 전술한 반응기(130)는 도 3에 도시된 바와 같이 동작한다.
- [68] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유동상 담체가 투입된 회분식 생물막 반응기의 동작 모습을 도시한 도면이다.
- [69] 도 3(a)와 같이, 오·폐수 또는 탈리액이 전량 배출된 반응기(130) 내로 오·폐수 또는 탈리액이 유입된다. 이에, 담체(210)는 수위의 상승에 따라 함께 상승하게 된다.
- [70] 이후, 도 3(b)와 같이, 반응기(130) 내로 산소가 주입되며 암모니아성 질소의 산화가 진행된다. 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 농도가 기 설정된 비율을 갖는 경우, 산소의 주입은 중단되며 유입된 오·폐수가 아나목스 반응조(140)로 배출된다. 한편, 반응기(130) 내에 오·폐수가 아닌 탈리액이 유입되어 있는 상황이라면, 기 설정된 기간(12 내지 24시간) 동안 산소가 주입된다. 산소가 주입된 후 공기도 추가적으로 주입되면서 암모니아성 질소를 아질산성 질소로 전환하며, 아질산성 질소의 농도가 기 설정된 비율을 갖는 경우 아나목스 반응조(140) 외부로 배출된다.
- [71] 반응기(130) 내에는 담체(210)가 포함되며 배출구(230)로 배출되지 않기에, 오·폐수나 탈리액이 온전히 배출되더라도 담체(210)에 부착된 미생물이 온전히 배출되지 않는다. 이에, 반응기(130)는 종래의 회분식 반응조(SBR: Sequencing Batch Reactor)와 같이 침전과정을 추가로 거칠 필요없이, 산소를 주입하여 반응을 진행한 후 바로 배출과정을 수행할 수 있다. 오·폐수의 특성에 따라 달라지지만, 통상적으로 반응기(130) 내로 오·폐수가 유입되어 산소와 반응이 수행되며, 중단 후 배출되기까지 1 내지 4시간이 소모된다.
- [72] 다시 도 1을 참조하면, 아나목스 반응조(140)는 반응기(130)를 거친 오·폐수를 유입받아, 오·폐수 내 질소를 제거한다. 아나목스 반응조(140)는 내부에 아나목스(ANAMMOX) 미생물을 포함하여, 아나목스 반응을 유도한다. 아나목스 반응이란 혐기 조건(무산소 조건) 하에서 아나목스 미생물이 아질산성 질소로 암모니아성 질소를 산화시키는 반응에 해당한다. 이에, 암모니아성 질소가 질소 기체로 탈기되며, 오·폐수 내 질소가 제거된다. 아나목스 반응은 다음과 같다.
- [73] $1.0\text{NH}_4^+ + 1.32\text{NO}_2^- + 0.066\text{HCO}_3^- + 0.13\text{H}^+$
- [74] $\rightarrow 1.02\text{N}_2 + 0.26\text{NO}_3^- + 0.066\text{CH}_2\text{O}_{0.5}\text{N}_{0.15} + 2.03\text{H}_2\text{O}$
- [75] 아나목스 미생물은 별도의 유기물이나 산소 소모 없이, 질소를 탈기시킨다. 아나목스 반응조(140)는 질소의 제거 후 방류한다.
- [76] 제어부(미도시)는 반응기(130)의 동작을 제어한다.
- [77] 반응기(130)로 오·폐수가 유입된 경우, 제어부(미도시)는 암모니아성 질소의

농도와 아질산성 질소의 농도가 기 설정된 비율이 될 때까지 산소를 주입한다. 반응기(130)로 오·폐수가 유입된 경우, 제어부(미도시)는 산소를 유입시키도록 유입구(240)를 제어한다. 제어부(미도시)는 용존산소 센서(229)의 센싱값을 토대로, 산소가 적정량(예를 들어, 1 내지 5mg/L) 만큼 유입되고 있는지를 판단하여, 반응기(130) 내에 적정량만큼 유입되도록 제어한다. 유입구(240)로 산소가 제공될 경우, 암모늄 산화 미생물의 동작에 의해, 암모니아성 질소가 아질산성 질소로 산화된다. 이때, 제어부(미도시)는 암모니아성 질소 감지센서(220)의 센싱값을 토대로 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도를 감지한다. 산소 주입 후 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도가 최초 유입 시 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도의 43%에 해당할 경우, 제어부(미도시)는 산소의 주입을 중단한다. 산소 주입 후 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도가 최초 유입 시 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도의 43%에 해당한다는 의미는 57%의 암모니아성 질소가 아질산성 질소로 산화되었음을 의미한다. 이는 기 설정된 비율인 1: 1.32(암모니아성 질소의 농도 : 아질산성 질소의 농도)를 만족하는 수치이므로, 제어부(미도시)는 산소의 주입을 중단하도록 유입구(240)를 제어하고, 아나폭스 반응조(140)로 오·폐수를 배출하도록 배출구(230)를 제어한다.

[78] 한편, 반응기(130) 내 질산성 질소의 농도가 기 설정된 수치 이상일 경우, 제어부(미도시)는 전처리부(110)를 거친 오·폐수의 주입을 차단한 후 슬러지 처리부(120)에서의 탈리액이 유입되도록 한다. 암모니아성 질소가 기 설정된 비율만큼 산화된 후, 제어부(미도시)는 질산성 질소 감지센서(223)로부터 반응 완료 후 오·폐수 내 질산성 질소의 농도를 분석한다. 질산성 질소의 농도는 반응기(130) 내에 존재하는 아질산 산화 미생물의 숫자(또는 농도)를 나타낸다. 아질산 산화 미생물은 아나폭스 반응에 필요치 않으며, 아질산 산화 미생물의 숫자가 높아질 경우 아질산성 질소가 암모니아성 질소의 일정 비율만큼 존재하도록 하는 것도 방해한다. 이에, 아질산 산화 미생물이 제거되거나 활성화가 저해될 필요가 있다. 이에, 질산성 질소의 농도가 기 설정된 수치(예를 들어, 최초 유입 시 오·폐수 내 암모니아성 질소의 농도의 10%) 이상일 경우, 제어부(미도시)는 전처리부(110)를 거친 오·폐수의 주입을 차단한 후 슬러지 처리부(120)에서의 탈리액이 유입되도록 한다. 전술한 대로, 슬러지 처리부(120)에서의 탈리액은 상당히 높은 유리 암모니아 농도를 포함하며, 아질산 산화 미생물은 10mg/L 이상의 유리 암모니아 농도를 갖는 오·폐수 내에서 활성이 상당히 저해된다.

[79] 제어부(미도시)는 슬러지 처리부(120)에서의 탈리액을 반응기(130)로 유입시킨 후, 유리 암모니아의 농도가 기 설정된 범위 내를 만족하도록 조정한다. 전술한 대로, 유리 암모니아의 농도는 암모니아성 질소의 농도 및 pH 정보가 있다면 연산될 수 있다. 제어부(미도시)는 반응기(130) 내 암모니아성 질소 감지센서(220) 및 pH 센서(226)로부터 전술한 정보를 수신하여, 유입된 탈리액

내 유리 암모니아의 농도를 연산한다. 제어부(미도시)는 연산된 결과가 기 설정된 범위 내를 만족하는지 판단한다. 여기서, 기 설정된 범위 내는 10 내지 150mg/L일 수 있으며, 바람직하게는 10 내지 20mg/L일 수 있다. 유리 암모니아의 농도가 지나치게 높아질 경우, 아질산 산화 미생물 뿐만 아니라 암모늄 산화 미생물의 활동 역시 저해된다. 이를 방지하기 위해, 제어부(미도시)는 유입된 탈리액 내 유리 암모니아의 농도가 기 설정된 범위 내인지를 판단한다. 유리 암모니아의 농도가 기 설정된 범위를 만족시키지 않을 경우, 제어부(미도시)는 암모니아성 질소의 농도를 희석(저농도의 오·폐수 등을 유입)시키거나 탈리액 내 pH를 감소(알칼리제를 투입하는 등)시킨다. 기 설정된 범위의 유리 암모니아의 농도를 갖는 탈리액이 반응기(130)로 주입됨으로써, 반응기(130) 내 잔존하는 아질산 산화 미생물의 활성이 현저히 저해된다. 탈리액의 주입 후 다시 반응기(130)로 오·폐수가 유입되는 경우, 질산성 질소로의 산화는 최소화된 채 아질산성 질소까지로의 산화만이 원활히 수행될 수 있다.

- [80] 제어부(미도시)는 질산성 질소의 농도에 대한 센싱값을 토대로 전술한 제어를 수행할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 반응기(130)로 유입되는 오·폐수의 양이 일정하다면, 대체로 일정한 횟수만큼 오·폐수가 유입되게 되면 질산성 질소(아질산 산화 미생물)의 농도가 기 설정된 수치 이상이 된다. 이를 이용하여, 제어부(미도시)는 질산성 질소의 농도 센싱 없이, 일정한 주기마다 반응기(130)로 오·폐수 대신 탈리액을 주입시킬 수 있다. 주기적인 탈리액의 주입으로, 제어부(미도시)는 반응기(130) 내 아질산 산화 미생물의 농도를 기 설정된 수치 이하로 유지할 수 있다.
- [81] 도 1에는 질소 제거장치(100) 내 반응기(130) 및 아나목스 반응조(140)가 하나씩 구비되어 있는 것으로 도시되어 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 질소 제거장치(100) 내 반응기(130) 및 아나목스 반응조(140)는 각각 복수 개가 구현될 수 있다. 각 반응기(130)와 아나목스 반응조(140)에는 (전처리부(110)를 거친) 오·폐수가 유입되거나 (슬러지 처리부(120)에서의) 탈리액이 주입될 수 있다. 이때, 탈리액이 주입되는 반응기(130)는 오·폐수 내 질소 제거를 수행할 수 없기 때문에, 탈리액이 각 반응기(130)에 번갈아가며 주입될 수 있도록 한다. 예를 들어, 3개의 반응기(130)와 아나목스 반응조(140)가 질소 제거장치(100) 내에 포함된 경우, 제어부(미도시)는 어느 하나의 반응기로 탈리액이 주입되는 상황에서는 나머지 반응기로 오·폐수가 주입되도록 한다. 이에 따라, 일정량의 오·폐수가 질소 제거장치(100)에 의해 꾸준히 처리될 수 있도록 한다.
- [82] 도 4는 종래의 질소 제거장치 내 질소 농도의 변화를 도시한 그래프이다.
- [83] 도 4의 그래프는 종래의 질소 제거장치를 본 발명의 일 실시예에 따른 운전방법으로 동작시켰을 때의 그래프이다. 전체 반응기 부피는 10L이며, 원수(오·폐수)는 전체 반응기의 70%까지 유입하였다. 투입된 여제의 부피는 5L로 전체 반응부피의 70%가 되게 하였다. 원수는 하수처리장 2차 처리수와 유사하게 약품을 이용하여 조제하여 사용하였다. 원수의 성상은 암모니아성

질소의 농도가 51.0mg/L이고, pH가 8.0이며, 알카리도 357mg/L이었다. 종래의 반응기로 4일 동안 원수를 유입하였으며, 유입/반응 90분, 배출 10분으로 동작시켰다. 원수를 주입하여 운전한 지 4일이 경과한 후, 저해를 위하여 암모니아성 질소의 농도가 700mg/L, pH가 8.0, 알카리도가 2,500mg/L인 반류수와 공기를 1일 동안 주입하였다. 초기 유리 암모니아 농도가 50mg/L전후로 아질산 산화 미생물(NO_B)이 저해되는 조건이 되도록 하였다. 다만, 본 발명의 일 실시예와는 달리 반응이 종료된 이후에 반응기로 유입된 성분 중 전량이 아닌 50%만을 배출시켰다. 용존산소는 2.0~3.5mg/L를 유지하였고, 온도는 25°C를 유지하였다.

- [84] 전술한 대로 종래의 질소 제거장치를 동작시킨 경우, 도 4에 도시된 그래프와 같이 어느 정도의 아질산이 생성되기는 하였다. 다만, 반응기 내에 항상 암모니아성 질소뿐만 아니라 아질산성 질소가 잔류하기 때문에, 암모늄산화 미생물(AOB)뿐만 아니라 아질산 산화 미생물(NO_B)의 숫자 (또는 농도)도 지속적으로 성장하여 질산성 질소가 지속적으로 발생함을 확인할 수 있다. 처리 후의 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 농도 비율이 0.7에 그쳐, 아나목스 반응조에서 아나목스 반응을 위해 필요한 비율인 1.32보다 낮게 유지됨을 확인할 수 있었다. 이에, 종래의 질소제거 장치로는 오.폐수 내 안정적인 질소제거가 어려운 것을 확인할 수 있었다. 또한, 질산성 질소농도도 15mg/L로 높게 나타나, 최종 방류수 내의 질소농도를 10mg/L 이하로 유지하는 것이 불가능한 것으로 나타났다.
- [85] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 질소 제거장치 내 질소 농도의 변화를 도시한 그래프이다.
- [86] 본 발명의 일 실시예에 따른 반응기를 전술한 운전방법과 유사하게 적용하여 운전하였다. 전체 반응기 부피는 10L이며, 원수(오.폐수)는 전체 반응기의 70%까지 유입하였다. 투입된 여재의 부피는 5L로 전체 반응부피의 70%가 되게 하였다. 원수는 하수처리장 2차 처리수와 유사하게 약품을 이용하여 조제하여 사용하였다. 원수의 성상은 암모니아성 질소의 농도가 51.0mg/L이고, pH가 8.0이며, 알카리도 357mg/L이었다. 반응기로 6일 동안 원수를 유입하였으며, 유입/반응 90분, 배출 10분으로 동작시켰다. 원수를 주입하여 운전한 지 16일이 경과한 후, 저해를 위하여 암모니아성 질소의 농도가 700mg/L, pH가 8.0, 알카리도가 2,500mg/L인 반류수와 공기를 1일 동안 주입하였다. 초기 유리 암모니아 농도가 50mg/L전후로 아질산 산화 미생물(NO_B)이 저해되는 조건이 되도록 하였다. 다만, 종래와는 달리 반응이 종료된 이후에 반응기로 유입된 성분 전량을 배출시켰다. 용존산소는 2.0~3.5mg/L를 유지하였고, 온도는 25°C를 유지하였다.
- [87] 본 발명의 일 실시예에 따른 반응기의 운전결과가 도 5에 도시되어 있다. 반응 후의 질산성 질소의 농도가 0.9mg/L 증가하는데 그쳤으며, 아질산성 질소의 농도는 27mg/L가 증가하여 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 농도 비율이

1.3인 것을 확인할 수 있었다. 본 발명의 일 실시예에 따른 반응기에서는 반응기의 후단인 아나목스 반응조(140)에서 아나목스 반응을 위해 요구하는 비율을 만족시키고 있음을 확인할 수 있었다. 이로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 질소 제거장치는 효과적으로 아질산 산화 미생물을 저해할 수 있어, 아나목스 반응을 이용한 질소 제거를 위해 안정적으로 아질산화를 이룰 수 있음을 확인할 수 있었다.

[88] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[89] 본 특허는 2021년도 대한민국 정부(환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다(과제 고유번호: 1485017574, 과제명: 유망녹색기업 기술혁신 개발사업)

[90]

[91] CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION

[92] 본 특허출원은 2020년 11월 20일 한국에 출원한 특허출원번호 제10-2020-0156809호에 대해 미국 특허법 119(a)조(35 U.S.C § 119(a))에 따라 우선권을 주장하면, 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다. 아울러, 본 특허출원은 미국 이외에 국가에 대해서도 위와 동일한 이유로 우선권을 주장하면 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다.

청구범위

- [청구항 1] 유입되는 오·폐수 내 고형물 또는 유기물을 제거하는 전처리부;
 상기 전처리부에서 제거된 고형물을 유입받아 농축시키고 소화시켜 탈수 케익과 탈리액으로 분리하는 슬러지 처리부;
 상기 전처리부를 거친 오·폐수를 유입받아 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 기 설정된 비율로 조정하는 회분식 생물막 반응기;
 상기 회분식 생물막 반응기를 거친 오·폐수를 유입받아 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소를 질소 기체로 제거하는 아나폭스 반응조; 및
 상기 회분식 생물막 반응기를 제어하며, 기 설정된 경우 상기 회분식 생물막 반응기로 상기 전처리부를 거친 오·폐수가 아닌 상기 슬러지 처리부에서 분리된 탈리액이 유입되도록 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 기 설정된 경우는,
 상기 회분식 생물막 반응기 내 질산성 질소의 농도가 기 설정된 농도 이상인 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 탈리액은,
 기 설정된 범위 내의 유리 암모니아(FA: Free Ammonia) 농도를 갖는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 회분식 생물막 반응기는,
 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율이 기 설정된 비율로 조정된 경우, 유입된 오·폐수를 모두 상기 아나폭스 반응조로 배출하는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 회분식 생물막 반응기는,
 상기 회분식 생물막 반응기 내부로 오·폐수 또는 탈리액의 유입에 따라 승·하강하거나 고정되어, 질소 성분을 산화시키는 담체를 포함하는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소 제거장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 담체는,
 오·폐수 또는 탈리액의 유입에 따라 승·하강하는 유동성 담체, 상기 회분식 생물막 반응기 하부에 침지된 침지식 담체 또는 가운데 공기공급을 위한 공간을 갖는 고정식 섬유상 담체인 것을 특징으로 하는

- [청구항 7] 오·폐수 내 질소 제거장치.
제6항에 있어서,
상기 담체는,
유동성 담체일 경우 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene)
또는 수화겔로, 침지식 담체일 경우 세라믹 및 점도로, 고정식 섬유상
담체일 경우 PP(Polypropylene), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene),
PTFE(Polytetrafluoroethylene) 또는 PVDF(Polyvinylidene fluoride or
polyvinylidene difluoride)로 구현되는 것을 특징으로 하는 오·폐수 내 질소
제거장치.
- [청구항 8] 오·폐수 내 암모니아성 질소와 아질산성 질소의 비율을 조정하는 회분식
생물막 반응기에 있어서,
담체;
암모니아성 질소 감지 센서;
질산성 질소 감지 센서;
pH 센서;
용존 산소 센서;
상기 회분식 생물막 반응기 최하단에 형성되어, 상기 회분식 생물막
반응기로 유입되는 오·폐수를 외부로 배출하는 배출구; 및
상기 회분식 생물막 반응기 일측에 형성되어, 상기 회분식 생물막 반응기
내로 산소를 유입시키는 유입구
를 포함하는 것을 특징으로 하는 회분식 생물막 반응기.