



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0132900

(43) 공개일자 2015년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B08B 3/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0059425

(22) 출원일자 2014년05월19일

심사청구일자 2014년05월19일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

배재호

서울특별시 양천구 목동동로 180 아이파크아파트 101동 102호

(74) 대리인

한라특허법인(유한), 한라특허법인

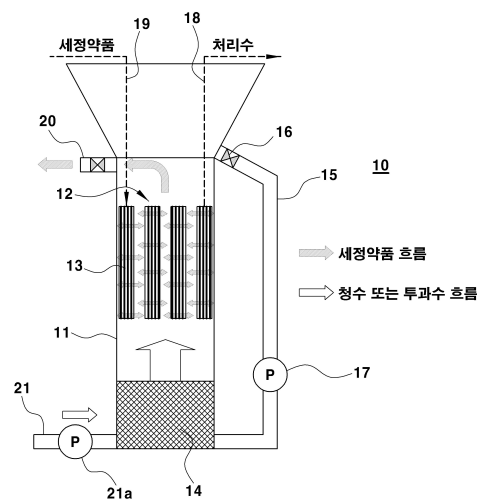
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법

(57) 요약

본 발명은 분리막의 화학적 세정방법에 관한 것으로서, 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학적 세정에 사용되는 화학약품이 유동 여재 입자에 부착된 미생물막에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 분리막 세정방법을 제공하는데 주된 목적이 있는 것이다. 상기한 목적을 달성하기 위해, 유동상 분리막 생물반응기에서 생물반응조 내에 설치된 분리막의 화학 세정을 위하여 생물반응조 내에 위치한 유동 여재 입자를 이동시켜 분리막과 공간적으로 분리하는 단계; 및 상기 유동 여재 입자와 공간적으로 분리되어 있는 분리막에 세정약품을 투입하여 화학 세정을 실시하는 단계를 포함하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법이 개시된다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

유동상 분리막 생물반응기에서 생물반응조 내에 설치된 분리막의 화학 세정을 위하여 생물반응조 내에 위치한 유동 여재 입자를 이동시켜 분리막과 공간적으로 분리하는 단계; 및

상기 유동 여재 입자와 공간적으로 분리되어 있는 분리막에 세정약품을 투입하여 화학 세정을 실시하는 단계를 포함하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 유동상 분리막 생물반응기에서 생물반응조의 순환관에 설치된 순환펌프의 운전을 중지시키고, 유동 여재 입자를 생물반응조 내 하부로 침전시켜, 상기 생물반응조 내에서 분리막과 유동 여재 입자를 상, 하의 별도 공간으로 분리하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

화학 세정 시 분리막의 공극을 통과한 세정약품이 생물반응조 하단의 주입관을 통해 주입된 처리 투과수 혹은 청수의 흐름을 따라 분리막 상측으로 설치된 생물반응조의 배출관을 통해 생물반응조 밖으로 배출되도록 하여 유동 여재 입자와의 접촉을 최소화하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 생물반응조 내에서 분리막들을 모듈화하여 구성된 분리막 모듈을 상하로 이동시킬 수 있는 이동장치를 구비하고, 상기 이동장치를 이용하여 분리막 모듈을 상하 이동시킨 뒤, 상기 유동 여재 입자를 분리막과 분리하는 것을 특징으로 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 생물반응조 내 상부에 격벽을 설치하여 상기 격벽 내 공간이 분리막과 분리된 구조가 되도록 하고, 유동 여재 입자를 상기 격벽 내부 공간으로 이동 및 충전시켜 분리막과 공간적으로 분리하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 생물반응조의 순환관과 격벽 내부 공간 상측의 생물반응조 상단 사이를 연결하는 흡입관을 설치한 뒤, 상기 순환관에 설치된 순환펌프를 구동시켜 생물반응조 상단에서 상기 흡입관을 통해 생물반응조 내부로부터 흡입

된 유체를 상기 순환관을 통해 생물반응조 내 하부로 공급함으로써, 공급된 유체의 상향 유동에 의해 생물반응조 내 유동 여재 입자가 상층으로 부유 및 이동된 후 상기 격벽 내부 공간에 침전되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

화학 세정 시 분리막의 공극을 통과한 세정약품은 생물반응조의 하부에 설치된 배출관을 통해 생물반응조 밖으로 배출되도록 하여 유동 여재 입자와의 접촉을 최소화하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조를 외부 용기와 이동관을 통해 연결하고, 생물반응조 내 유동 여재 입자를 상기 이동관을 통해 외부 용기로 이동시켜 분리하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 생물반응조 하부와 외부 용기 하부 사이를 연결하는 이동관을 설치하고, 상기 이동관에 설치된 이동펌프를 구동시켜 생물반응조 내 유동 여재 입자를 외부 용기로 이동시키는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 생물반응조 상부와 외부 용기 상부 사이를 연결하는 연결관을 설치하고, 상기 생물반응조 내 유동 여재 입자가 외부 용기로 이동될 때까지 상기 연결관을 통해 생물반응조와 외부 용기 사이에 유체가 순환되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 11

청구항 8, 청구항 9, 또는 청구항 10에 있어서,

상기 생물반응조로부터 외부 용기로의 유동 여재 입자 이동이 완료되면, 화학 세정을 실시하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

화학 세정 후 생물반응조 내 잔류 액체를 배출한 뒤, 상기 이동펌프를 역방향으로 구동시켜 외부 용기 내 유동 여재 입자를 상기 이동관을 통해 생물반응조 내부로 다시 이동시키는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 생물반응조 하부와 외부 용기 하부 사이를 연결하는 이동관을 설치하고, 상기 생물반응조 상부와 외부 용기 상부 사이를 연결하는 연결관을 설치하며, 상기 연결관에 설치된 이동펌프를 구동시켜, 연결관을 통해 외부 용기 내 유체만을 생물반응조로 이동시켜 순환시킴과 동시에, 유체의 순환력에 의해 생물반응조 내 이동 여재 입자가 이동관을 통해 외부 용기로 이동되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

화학 세정 후 생물반응조 내 잔류 액체를 배출한 뒤, 생물반응조 내에 처리 투과수 혹은 청수를 채우고, 이어 상기 이동펌프를 역방향으로 구동시켜, 연결관을 통해 생물반응조 내 유체만을 외부 용기로 이동시켜 순환시킴과 동시에, 유체의 순환력에 의해 외부 용기 내 이동 여재 입자가 이동관을 통해 생물반응조로 다시 이동되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 15

청구항 8에 있어서,

상기 외부 용기는 유동상 생물반응기의 생물반응조인 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 유동상 생물반응기의 생물반응조 상부에서 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조에 설치된 순환관까지 연결관을 연결하여 설치하고,

상기 연결관으로부터 분기된 분기관을 유동상 생물반응기의 생물반응조에 설치된 순환관에 연결하며,

상기 연결관에 이동펌프를 설치하고,

상기 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 상부와 상기 유동상 생물반응기의 생물반응조 상부 사이를 연결하는 이동관을 설치하며,

상기 연결관에서 유동상 생물반응기의 생물반응조로부터 분기관의 분기점 사이의 위치에 유로를 개폐하기 위한 제1개폐밸브를, 상기 분기관에 유로를 개폐하기 위한 제2개폐밸브를, 상기 이동관에 유로를 개폐하기 위한 제3개폐밸브를 설치하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 제2개폐밸브는 닫고, 상기 제1개폐밸브와 제3개폐밸브는 열어준 상태에서, 이동펌프와 유동상 분리막 생물반응기의 순환관에 설치된 순환펌프를 구동시켜, 상기 연결관과 유동상 분리막 생물반응기의 순환관을 통해 유동상 생물반응기의 생물반응조 내 유체만을 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 하부로 압송하여 순환시킴과 동시에, 유체의 순환력에 의해 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 내 이동 여재 입자가 이동관을 통해 유동상 생물반응기의 생물반응조로 이동되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화

학적 세정방법.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

화학 세정 후 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 내 잔류 액체를 배출하고, 상기 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 내에 처리 투과수 혹은 청수를 채운 뒤, 상기 제2개폐밸브와 제3개폐밸브, 그리고 유동상 분리막 생물반응기의 순환관에 설치된 개폐밸브를 열고, 제1개폐밸브는 닫은 상태에서, 상기 이동펌프를 역방향으로 구동시키면서 유동상 생물반응기의 순환관에 설치된 순환펌프를 구동시켜, 유동상 분리막 생물반응기의 순환관과 상기 연결관과 분기관, 유동상 생물반응기의 순환관을 통해 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조 내 유체만을 유동상 생물반응기의 생물반응조 하부로 압송하여 순환시킴과 동시에, 유체의 순환력에 의해 유동상 생물반응기의 생물반응조 내 이동 여재 입자가 이동관을 통해 유동상 분리막 생물반응기의 생물반응조로 다시 이동되도록 하는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

청구항 19

청구항 6에 있어서,

상기 흡입관으로 부유한 유동 여재 입자가 유입되지 않도록 하기 위하여 생물반응조의 상부에 흡입관으로의 유동 여재 입자 유입을 차단하는 배플(baffle)이 설치되는 것을 특징으로 하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 분리막의 화학적 세정방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유동 여재 입자와 분리막이 결합된 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학적 세정에 사용되는 화학약품이 유동 여재 입자에 형성되어 있는 미생물막에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 분리막 세정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

폐수 처리를 위한 생물반응기는 분산성장 반응기와 부착형 생물막 반응기로 구분된다.

[0003]

표준 활성 슬러지법과 같은 분산성장 반응기에는 바이오매스(biomass)(또는 미생물)들이 대부분 부유 플록(floc) 상태로 존재한다. 반응기 부피를 줄이기 위해서는 바이오매스의 농도가 높게 유지되어야 하며, 이를 위해 표준 활성 슬러지법과 같은 분산성장 반응기에서는 일반적으로 바이오매스의 반응을 위한 침전조가 설치된다. 이러한 형태의 반응기는 비교적 짧은 고형물 체류시간 때문에 일반적으로 도시 하수 및 저농도 폐수 처리를 위한 혐기성 공정에는 사용하지 않는다.

[0004]

반면, 생물막 반응기는 여재(메디아(media))에 바이오매스를 부착시킴으로써 바이오매스를 고농도로 유지시킬 수 있기 때문에 긴 고형물 체류시간을 요구하는 효율적인 혐기성 처리에 적합하다. 이러한 반응기로는 고정된 여재를 사용하는 충전상 반응기와 유동 여재를 사용하는 유동상 반응기가 있다.

[0005]

유동상 반응기에서는 적절한 속도의 상향류가 모래 또는 입상 활성탄과 같은 입자들의 여재층을 통해 흐르면서 여재가 유체상에서 부유하도록 한다. 여기서, 중력에 따른 하방향의 힘과 여재 주변의 상향류가 균형을 이루게 된다. 유동상 반응기는 특히 폐수로부터 질산염이나 과염소산염을 제거하기 위해 많이 적용되어 왔다. 유동상 반응기에서는 여재에 형성된 두꺼운 생물막을 통하여 높은 바이오매스 농도가 유지되므로, 다른 종류의 반응기들에서는 시간 단위의 수리학적 체류시간이 요구되지만, 유동상 반응기에서는 몇 분 단위의 수리학적 체류시간

에서도 동일한 처리효율을 얻을 수 있다.

- [0006] 한편, 본 발명자는 한국 공개특허공보 제10-2012-0062881호(2012.6.14)에서 유동상 반응기와 멤브레인(분리막)이 결합된 유동상 분리막 생물반응기(fluidized membrane bioreactor)를 제시한 바 있다. 이는 생화학적 활성 미생물을 포함하는 생물반응조, 미생물의 부착 성장을 지지하는 유동 여재 입자, 그리고 처리수는 통과하지만 미생물은 걸러지는 멤브레인을 포함하는 것으로, 여재 입자(유동 매디아)가 유동하면서 멤브레인(이하 '분리막'이라 칭함)과 직접 접촉하도록 되어 있다. 이러한 유동상 분리막 생물반응기는 혐기성 시스템 또는 호기성 시스템에 모두 효과적으로 적용될 수 있다.
- [0007] 한편, 혐기성 유동상 분리막 생물반응기(Anaerobic Fluidized Membrane Bioreactor, 이하 'AFMBR'이라 칭함)에서는 생물반응조 내부에서 유동하는 모래 또는 입상 활성탄 등의 유동 여재(media) 입자들에 형성된 생물막을 통하여 높은 바이오매스 농도가 유지되므로 짧은 수리학적 체류시간에서도 높은 처리효율을 얻을 수 있다. 또한, 유동상 반응기(Anaerobic Fluidized Bed Reactor, 이하 'AFBR')와 분리막이 결합되어 있어 반응기 유출수로부터 분리막의 공극보다 큰 입자성 물질들까지 제거할 수 있다.
- [0008] 더불어 분해속도가 느린 고형물을 오랜 기간 동안 체류시키면서 분해할 수 있고, 오염물이 활성탄과 같은 유동 여재 입자에 흡착되어 제거되는 등의 다양한 기작에 의해 높은 오염물질 제거효율을 달성할 수 있다.
- [0009] 분리막의 막힘은 분리막 표면 또는 분리막 세공 매트릭스(pore matrix)에 오염물질이 축적되면서 발생하며, 유동상 분리막 생물반응기 시스템의 성능에 심각한 영향을 미친다. 분리막의 막힘에 의해 분리막의 저항이 증가하면 분리막의 성능이 저하되고, 그 결과 설치 및 운영비가 높아지게 된다. 따라서, 현재 분리막의 막힘을 감소시키기 위한 다양한 방안들이 제시되고 있다.
- [0010] AFMBR에서는 처리수가 통과하도록 된 분리막과 직접 접촉하는 유동 여재 입자의 흡착 및 물리적인 세정(scouring) 효과에 의해 분리막 표면의 막힘(membrane fouling) 현상을 크게 감소시킬 수 있으므로 기존의 가스 주입과 같은 방법에 비하여 경제적으로 분리막의 막힘 현상을 제어할 수 있다.
- [0011] 최근 AFMBR을 도시 하수와 같은 저농도 폐수의 처리에 적용하여 높은 처리 수질을 보장하면서도 하수로부터 에너지를 회수하고 슬러지 발생량을 저감시킬 수 있다는 연구 결과가 다수 발표되었으며, 그에 따라 AFMBR의 적용 범위가 점차 다양해질 것으로 예상되고 있다.
- [0012] AFMBR에서 분리막의 표면에 발생하는 막힘 현상은 유동 여재 입자의 세정 효과에 의해 상당부분 제어가 가능하지만, 분리막 표면에 잔류하는 오염물질이나 특히 분리막 내부 세공(pore) 등에 축적된 오염물질로 인한 막힘 현상은 화학적인 세정을 통해 제어할 필요가 있다. 그러나 AFMBR에서 분리막의 막힘현상을 해결하기 위한 경제적이고 효과적인 화학적 세정방법이 아직 정립되어 있지 않다.
- [0013] 반면, 이 같은 화학적 세정을 주기적으로 실시할 경우 분리막의 투과 유량을 높게 유지할 수 있으므로 반응조 단위용적당 처리유량이 많아져 설치 및 유지관리비가 감소한다.
- [0014] 그러나, AFMBR에 세정을 위한 화학약품을 직접 주입하면 유동 여재 입자의 표면 또는 기공 내에 형성된 생물막과 세정약품이 접촉하고, 이 경우 생물막은 활성을 잃어 반응조가 기능을 상실하게 된다.
- [0015]

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출한 것으로서, 유동 여재 입자와 분리막이 결합된 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학적 세정에 사용되는 화학약품이 유동 여재 입자에 형성되어 있는 미생물막에 미치는 영향을 최소화하여 생물 활성도를 저하시키지 않으면서도 분리막을 간편하게 화학 세정할 수 있는 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 유동상 분리막 생물반응기에서 생물반응조 내에 설치된 분리막의 화학 세정을 위하여 생물반응조 내에 위치한 유동 여재 입자를 이동시켜 분리막과 공간적으로 분리하는 단계; 및

상기 유동 여재 입자와 공간적으로 분리되어 있는 분리막에 세정약품을 투입하여 화학 세정을 실시하는 단계를 포함하는 유동상 분리막 생물반응기의 분리막 화학적 세정방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0018] 이에 따라, 본 발명의 분리막 세정방법에 의하면, 유동상 분리막 생물반응기에서 생물반응조 내 분리막의 막힘 현상을 경제적이고 효과적으로 해결할 수 있고, 특히 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학적 세정에 사용되는 화학약품이 유동 여재 입자에 형성되어 있는 미생물막에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 이점이 있다.
- [0019] 또한, 유동 여재 입자에 부착된 미생물의 활성도를 저하시키지 않으면서 분리막을 주기적으로 화학 세정하면 높은 투과 플럭스(flux)를 유지할 수 있으므로 분리막의 투과량 및 투과성을 증대시킬 수 있다. 결국, 반응기 단위 용적당 처리량을 증가시켜 설치 및 유지관리비를 저감할 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한, 주기적인 세정으로 분리막 설치비용도 절감할 수 있으므로 시스템의 경제성을 향상시킬 수 있고, 분리막을 생물반응조에서 분리한 후 별도의 화학 세정조에서 처리할 필요가 없으므로 세정에 드는 비용 및 시간을 절약할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 예로서 분리막의 화학 세정을 위해 AFMBR에서 유동 여재 입자를 침전시켜 분리막과 유동 여재 입자를 분리하는 방법을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 분리막의 화학 세정을 위해 유동 여재 입자를 생물반응조에서 격리된 상부 격벽 내 공간으로 이동시켜 분리막과 분리하는 본 발명의 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 AFBR와 AFMBR로 구성된 반응기 시스템에서 분리막의 화학 세정을 위해 유동 여재 입자를 이동시키는 본 발명의 또 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.
- 도 4와 도 5는 AFBR와 AFMBR로 구성된 반응기 시스템에서 유동 여재 입자를 이동시키는 본 발명의 또 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.
- [0023] 본 발명은 유동 여재 입자와 분리막이 결합된 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학적 세정에 사용되는 화학약품이 유동 여재 입자에 형성되어 있는 미생물막에 미치는 영향을 최소화하여 생물 활성도를 저하시키지 않으면서도 분리막을 간편하게 화학 세정할 수 있는 방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0024] 본 발명에서는 유동상 분리막 생물반응기에서 분리막의 화학 세정 시 미생물막이 형성된 유동 여재 입자와 분리막을 공간적으로 분리하여 화학 세정약품이 유동 여재 입자와 접촉하지 않도록 하거나 접촉하더라도 접촉시간과 접촉하는 약품의 농도를 최소화하여 유동 여재 입자에 부착된 미생물의 활성이 영향을 받지 않도록 하는 점에 주된 특징이 있다.
- [0025] 특히, 분리 방법으로서, 유동 여재 입자를 분리막 하측으로 침전시켜 분리하거나, 생물반응조 내에서 격리된 격벽 내부 공간에 충전하여 분리하거나, 외부의 다른 공간(예를 들면, 유동상 반응기의 생물반응조)으로 이동시켜 분리하는 방법이 채택된다.
- [0026] 여기서, 유동 여재 입자는 표면이나 기공 내에 생화학적 활성 미생물이 부착되어 형성된 미생물막을 가지는 것으로, 미생물막이 형성된 여재 입자가 생물반응조 내에서 물과 혼합된 상태로 어느 정도의 유동성을 가지도록 한 것이다.
- [0027] 본 발명에서 여재 입자로는 모래나 입상 활성탄, 또는 합성수지 입자, 그 밖에 유동상 반응기에서 일반적으로

사용되고 있는 모든 여재 종류가 될 수 있다.

- [0028] 또한, 본 발명에서 생물반응조 내 분리막의 종류로는 특정하게 한정하지 않으며, 대표적으로 중공사막(hollow fiber membrane), 관형막(tubular membrane), 평막(flat-sheet membrane) 등을 들 수 있다.
- [0029] 그리고, 본 발명은 혐기성 시스템 또는 호기성 시스템에 모두 효과적으로 적용될 수 있으며, 생물반응조 내의 처리가 혐기성 처리이거나 호기성 처리일 수 있다.
- [0030] 다만, 본 발명에 대해 후술하는 바와 같이 도 1 내지 도 5를 참조하여 예시적인 설명을 함에 있어서 혐기성(anaerobic) 시스템을 예로 들어 설명한다.
- [0031] 또한, 분리막의 세정은 통상적인 유지관리를 위한 유지세정(Maintenance Cleaning, MC)과 분리막의 오염이 심한 경우에 실시하는 회복세정(Recovery Cleaning, RC)이 있다.
- [0032] 통상적으로 유지세정은 주 단위로, 회복세정은 수 개월 단위로 한 번씩 실시하며, 세정약품의 농도는 회복세정의 경우가 높다.
- [0033] 후술하는 본 발명에서 유지세정의 수행 시 분리막 내부로 세정약품을 주입하여 외부로 세정약품이 확산되도록 하는 방식으로 수행하면, 외부로 확산되는 세정약품의 양을 최소화하여 유동 여재 입자의 미생물막에 영향을 끼치지 않고 수행할 수 있다.
- [0034] 일반적으로 유지세정 및 회복세정은 사용하는 약품의 농도 외에는 큰 차이가 없으므로, 이하 설명에서는 유지세정과 회복세정을 구분하지 않고 설명하기로 한다.
- [0035] 이하 도면을 참조로 설명하면 다음과 같다.
- [0036] 도 1은 일 실시 예로서 분리막(13)의 화학 세정을 위해 AFMBR(10)에서 유동 여재 입자(14)를 생물반응조(11) 내 하부로 침전시켜 분리막(13)과 유동 여재 입자(14)를 상, 하의 별도 공간으로 분리하는 방법을 나타내고 있다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 유동상 분리막 생물반응기(10)(AFMBR)는 생화학적 활성 미생물을 포함하는 생물반응조(11), 미생물의 부착 성장을 지지하는 유동 여재 입자(14), 그리고 처리수는 통과하지만 미생물은 걸러지는 분리막(13)을 포함한다.
- [0038] 또한, 생물반응조(11) 내에서 분리막(13)들을 모듈화하여 구성된 분리막 모듈(12)이 상부에 위치하고, 생물반응조(11)의 상부에서 하부로 연결되는 순환관(15)이 구비된다.
- [0039] 또한, 순환관(15)에는 유로 개폐를 위한 개폐밸브(16)와, 생물반응조(11) 내 상부로부터 유체를 흡입하여 생물반응조(11) 내 하부로 순환시키는 순환펌프(17)가 설치된다.
- [0040] 따라서, 반응기(AFMBR)(10)의 처리 공정에서 순환펌프(17)에 의해 생물반응조(11) 내 상부에서 흡입된 유체가 순환관(15)을 통해 생물반응조(11) 내 하부로 반송 및 유입됨으로써 생물반응조(11) 내에서는 유동 여재 입자(14)가 상향으로 유동된다.
- [0041] 이와 동시에 상향으로 유동되는 유동 여재 입자(14)가 분리막(13)과 물리적으로 접촉하게 되는데, 이러한 물리적 접촉에 의한 세정 효과 및 생분해 작용과 흡착 등으로 인하여 분리막(13)의 막힘(membrane fouling) 현상이 완화된다.
- [0042] 또한, 반응기(10)의 처리 공정에서 분리막(13)의 세공(공극)을 통과하여 여과 처리된 처리수(투과수)는 처리수 수집관(18)을 통해 미도시된 펌프에 의해 흡입되어 외부로 배출된다.
- [0043] 한편, 유동 여재 입자(14)는 젖은 상태의 무게가 물보다 무거운 경우, 생물반응조(11) 내에 충전된 유동 여재 입자(14)의 유동을 위한 순환펌프(17)의 운전을 중지하면, 물보다 비중이 큰 유동 여재 입자(14)가 생물반응조(11) 내에서 분리막(13)의 하측으로 침전되어 분리막(13)과 공간적으로 분리된다.
- [0044] 이때, 분리막(13) 세정에 필요한 세정약품을 분리막 모듈(12)에 연결된 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 통해 분리막(13)의 공극으로 주입하고, 분리막(13)의 공극을 통과하여 생물반응조(11) 내부로 빠져나오는 세정약품은 생물반응조 하단의 주입관(21)에서 주입펌프(21a)에 의해 상향 주입되는 처리된 투과수 혹은 청수의 흐름을 따라 분리막(13) 상측에 설치된 생물반응조(11)의 배출관(20)을 통해 생물반응조(11) 밖으로 빠져나오게 된다.

- [0045] 도 1에 예시하지는 않았으나, 생물반응조(11) 내에서 분리막(13)들을 모듈화하여 구성된 분리막 모듈(12)을 상하로 이동시킬 수 있는 이동장치를 구비한 뒤, 이동장치를 이용하여 분리막 모듈(12)을 상향 이동시키면, 생물반응조(11) 내에서 분리막 모듈(12)의 하측으로 유동 여재 입자(14)가 침전되어 분리될 수 있는 저장공간을 쉽게 확보할 수 있다.
- [0046] 다음으로, 도 2는 분리막(13)의 화학 세정을 위해 유동 여재 입자(14)를 생물반응조(11) 내에서 격리된 격벽(22) 내 공간(S)으로 이동시켜 분리막(13)과 분리하는 다른 실시 예를 나타내고 있다.
- [0047] 도시된 바와 같이, 생물반응조(11) 내 상부에 격벽(22)을 설치하여 격벽 내부 공간(S)이 분리막(13)과 분리된 구조가 되도록 하며, 화학 세정을 위해 격벽(22) 내부로 유동 여재 입자(14)를 이동시켜 충전함으로써 유동 여재 입자(14)를 분리막(13)과 분리한다.
- [0048] 상기 격벽(22)은 생물반응조(11) 내에 탈부착 가능한 구조로 설치될 수 있고, 이 경우 화학 세정 시에만 격벽(22)을 설치하여 생물반응조(11) 내부 공간과 격벽 내부 공간(S)이 분리될 수 있도록 하는 것이 가능하다.
- [0049] 또한, 이 경우에서 분리막(13)의 세정 작업을 모두 완료하고 나면 격벽(22)을 위로 이동시켜 생물반응조(11)로부터 분리한다.
- [0050] 상기 생물반응조(11)에서는 도 1의 실시 예와 마찬가지로 내부 유체를 순환시키기 위한 순환관(15)과 순환펌프(17), 그리고 순환관(15)의 유로를 개폐하기 위한 개폐밸브(16)가 설치된다.
- [0051] 또한, 상기 순환관(15)과 격벽 내부 공간(S) 상측 위치의 생물반응조(11) 상단 사이를 연결하는 흡입관(23)이 설치되고, 상기 흡입관(23)에는 유로를 개폐하기 위한 개폐밸브(24)가 설치된다.
- [0052] 또한, 생물반응조(11)의 하부에 배출관(20)이 설치되며, 상기 배출관(20)은 화학 세정 시 분리막(13)을 통과하여 빠져나온 세정약품을 외부로 배출하기 위한 것으로서, 이러한 배출관이 별도로 설치되지 않고 생물반응조(11)의 하부에 설치된 주입관(21)이 상기한 배출관의 역할을 대신 하도록 할 수도 있다.
- [0053] 상기 격벽(22)은 유동 여재 입자(14)를 분리하기 위한 생물반응조(11) 내 별도 격리된 공간(S)을 형성하도록 설치되는 것으로, 유동 여재 입자(14)의 격리를 위해 상기 격벽(22)과 그 내부 공간(S)이 후술하는 바와 같이 침전조 역할을 하게 된다.
- [0054] 즉, 유동 여재 입자(14)의 이동을 위해 생물반응조(11) 내에서 유동 여재 입자(14)를 유체(물)의 상향 유동을 이용하여 부유시킨 뒤 격벽 내부 공간(S)으로 침전시켜 분리하고, 이렇게 유동 여재 입자(14)를 격벽 내부 공간(S)으로 격리시킨 상태에서 분리막(13)의 화학적 세정을 실시한다.
- [0055] 이때, 격벽(22)의 크기는 화학 세정 시에 격벽 내부에 충전되어 있는 유동 여재 입자(14)가 외부 공간으로 유실되지 않을 정도로 그 격리된 내부 공간(S)을 충분히 밀폐할 수 있는 수준이면 되며, 이하 본 명세서에서 격벽(22)이 설치되는 것에 의해 조성되는 격벽 내부의 격리된 공간(S)을 침전조라 칭하기로 한다.
- [0056] 유동 여재 입자(14)의 이동에 대해 설명하면, 흡입관(23)의 개폐밸브(24)를 열고 순환관(15)의 개폐밸브(16)를 닫은 후, 순환펌프(17)를 구동시켜 흡입관(23)을 통해 생물반응조(11) 상단에서 유체(물)를 흡입하여, 이후 흡입된 유체가 흡입관(23) 및 순환관(15)을 통해 생물반응조(11) 내 하부로 공급되도록 한다.
- [0057] 이에 공급된 유체가 생물반응조(11) 내에서 상향 유동하여 유동 여재 입자(14)를 상측으로 부유 및 이동시키고, 이어 유동 여재 입자(14)가 침전조(격벽 내부 공간)(S) 내부에 쌓이도록 한다.
- [0058] 즉, 물(유체)에 비해 비중이 큰 유동 여재 입자(14)가 생물반응조(11) 내에서 유체의 상향 유동에 의해 부유된 뒤 침전조(S) 내에 침전되어 쌓이도록 함으로써 침전조에 충전되도록 하고, 이를 통해 유동 여재 입자(14)가 분리막(13)과 공간적으로 분리될 수 있도록 하는 것이다.
- [0059] 이때, 상기 흡입관(23)을 생물반응조(11) 최상단에 연결하여 부유한 유동 여재 입자(14)가 흡입관(23)으로 유입되지 않도록 하며, 격벽 내부 공간의 크기, 즉 침전조(S)의 크기는 생물반응조(11) 내 모든 유동 여재 입자(14)가 저장될 수 있을 만큼 충분히 커야 한다.
- [0060] 또한, 부유한 유동 여재 입자가 상기 흡입관(23)으로 유입되지 않도록 하기 위하여 생물반응조(11)의 상부에 흡입관(23)으로의 유동 여재 입자 유입을 차단하는 별도의 배플(baffle)(100)이 설치될 수도 있다.
- [0061] 상기와 같이 유동 여재 입자(14)를 침전조(S) 내부로 이동시켜 생물반응조(11) 내 분리막(13)과 완전히 분리해 주고 나면, 분리막 모듈(12)에 연결된 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 통해 분리막(13) 내부로 세정약

품을 주입하여 분리막 세정을 실시한다.

- [0062] 또한, 세정에 사용된 세정약품, 즉 분리막(13)의 공극으로 주입된 뒤 공극을 통과하여 빠져나온 세정약품은 생물반응조(11)의 중간에 설치된 배출관(20)을 통해 배출될 수 있도록 한다.
- [0063] 이러한 화학 세정이 모두 끝난 후에는 격벽(22)을 위로 이동시켜 생물반응조(11)로부터 분리하고, 분리된 공간을 통해 유동 여재 입자(14)가 생물반응조(11) 내부로 다시 이동되도록 한다.
- [0064] 또한, 흡입관(23)의 개폐밸브(24)를 닫고 순환관(15)의 개폐밸브(16)를 연 상태에서 순환펌프(17)를 구동시켜 순환관(15)을 통한 유체의 순환이 이루어지도록 하면서 정상적인 운전을 시작한다.
- [0065] 또한, 도 2에서와 같이 분리막 모듈(12)이 생물반응조(11) 내 하부에 위치되어 있으면서 비중이 물보다 작은 유동 여재 입자(14)가 사용될 경우, 유동을 위해 순환펌프(17)가 유체를 순환관(15)을 통해 상향으로 순환시키고, 더불어 유체가 생물반응조(11) 상단 또는 상부로 투입된 뒤 생물반응조(11) 내에서 하향 유동되도록 해야 한다.
- [0066] 즉, 생물반응조(11) 내에서 유체가 하향류로 유동 및 순환되도록 해야 하는 것이며, 이 경우 순환을 중지하면 격벽(22)의 설치 여부와 상관없이 유동 여재 입자(14)가 스스로 부유하여 생물반응조(11) 내 상부에 축적되면서 분리막(13)과 격리되므로, 위에 설명한 방법으로 분리막(13)의 화학 세정을 실시할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 도 3은 AFBR(1)와 AFMBR(10)로 구성된 반응기 시스템에서 AFMBR 분리막(13)의 화학 세정을 위해 유동 여재 입자(14)를 이동시키는 또 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.
- [0068] 도시된 바와 같이, AFBR(1)의 생물반응조(2) 하부와 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 하부 사이를 연결하는 이동관(25)이 설치되고, 상기 이동관(25)에는 개폐밸브(26)와 이동펌프(27)가 설치된다.
- [0069] 또한, AFBR(1)의 생물반응조(2)와 AFMBR(10)의 생물반응조(11)에는 각각 수처리 운전 시 내부 유체의 순환을 위한 순환관(3,15) 및 순환펌프(5,17), 순환관(3,15)의 유로를 개폐하기 위한 개폐밸브(4,16)가 설치된다.
- [0070] 또한, AFBR(1)의 생물반응조(2) 상부와 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 상부 사이를 연결하는 연결관(29)이 설치되며, 상기 이동관(25)에 이동펌프(27)가 설치되는 대신, 연결관(29)에 이동펌프(27)가 설치될 수 있다(이때, 이동관(25)에서는 이동펌프가 불필요함).
- [0071] 또한, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 하부에는 배출관(20) 및 배출밸브(28)를 설치한다.
- [0072] 도 3의 실시 예에서 유동 여재 입자(14)를 이동시키는 방법을 설명하면, 각 순환관(3,15)의 개폐밸브(4,16)와 배출관(20)의 배출밸브(28)를 닫은 뒤, 이동관(25)의 개폐밸브(26)를 열고, 이동펌프(27)를 구동시켜, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유체와 유동 여재 입자(14)를 이동관(25)을 통해 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동시킨다.
- [0073] 이때, 이동펌프(27)로는 유동 여재 입자(14)를 물리적으로 손상시키지 않고 이동시킬 수 있는 것을 사용해야 한다.
- [0074] 또한, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유동 여재 입자(14)가 모두 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동될 때까지 두 생물반응조(2,11) 사이에서 유체(물)가 연결관(29)을 통해 순환되도록 하며, AFMBR(10)의 생물반응조(11)로부터 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 유동 여재 입자(14)의 이동이 모두 완료되면, 배출밸브(28)와 이동관(25)의 개폐밸브(26)를 닫은 뒤, 앞서 설명한 바와 동일하게 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 통해 세정약품을 주입하여 세정을 실시한다.
- [0075] 이때, 세정약품은 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 이용하여 분리막(13)을 통해 주입하거나, 또는 직접 생물반응조(11) 내에 주입할 수 있다.
- [0076] 세정 후 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내에 잔류하는 액체는 배출밸브(28)를 열어 배출관(20)을 통해 배출될 수 있도록 하며, 세정 후 잔류 액체가 모두 배출된 후 개폐밸브(26)를 열고 이동펌프(27)를 역방향으로 구동시켜 AFBR(1)의 생물반응조(2)로부터 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 원하는 양의 유동 여재 입자(14)와 유체가 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 다시 이동될 수 있도록 한다.
- [0077] 만일, 이동관(25)에 설치된 이동펌프에 의해 유동 여재 입자(14)의 손상이 우려되는 경우에는 이동펌프(27)를 연결관(29)에 설치하여, 이동관(25)의 개폐밸브(26)를 연 상태에서, 연결관(29)에 설치된 이동펌프(27)의 구동으로 AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유체만이 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 이동되도록 한다.
- [0078] 이때의 유체 순환력에 의해 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유동 여재 입자(14)가 이동관(25)을 통해 AFBR(1)의

생물반응조(2)로 이동될 수 있으며, 이 경우 연결관(29)의 이동펌프(27)는 일반적인 펌프를 사용할 수 있다.

- [0079] 또한, 이동펌프(27)가 연결관(29)에 설치된 경우에서, 분리막(13)의 세정을 완료한 뒤에는 세정 후 잔류 액체를 배출관(20)을 통해 배출하고, 이어 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내부에 처리 투과수 혹은 청수를 완전히 채운 후, AFBR(1)의 생물반응조(2) 내로 이동되어 있던 유동 여재 입자(14)를 다시 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내로 이동시킨다.
- [0080] 이때, 이동관(25)의 개폐밸브(26)를 연 상태로 이동펌프(27)를 역방향으로 구동시킨다.
- [0081] 이때, 유체(물)의 순환력에 의해 AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유동 여재 입자(14)가 다시 이동관(25)을 통해 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 이동될 수 있다.
- [0082] 도 3에 제시된 방법은 AFBR(10)를 대체할 수 있는 별도의 용기를 활용하여 수행할 수도 있다.
- [0083] 다음으로, 도 4와 도 5는 AFBR와 AFMBR로 구성된 반응기 시스템에서 유동 여재 입자(14)를 이동시키는 또 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.
- [0084] 도시된 바와 같이, 반응조(2,11) 사이를 배관으로 연결하여 분리막(13)의 세정 시 유동 여재 입자(14)를 배관을 통해 이동시킨다.
- [0085] 즉, AFMBR(10) 외부의 용기, 예컨대 AFBR(1)의 생물반응조(2) 상부에서 연결관(30)을 AFMBR(10)의 생물반응조(11)에 설치된 순환관(15)으로 연결하고, 상기 연결관(30)으로부터 분기된 분기관(31)을 AFBR(1)의 생물반응조(2)에 설치된 순환관(3)으로도 연결한다.
- [0086] 또한, 연결관(30)에 이동펌프(27)를 설치하고, 연결관(30)에서 AFBR(1)의 생물반응조(2)로부터 분기관(31)의 분기점 사이의 위치에 유로를 개폐하기 위한 제1개폐밸브(32)를 설치하며, 상기 분기관(31)에 유로를 개폐하기 위한 제2개폐밸브(33)를 설치한다.
- [0087] 또한, 상기 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 상부와 AFBR(1)의 생물반응조(2) 상부 사이에 별도의 이동관(34)을 추가로 설치하고, 이동관(34)에 유로를 개폐하기 위한 제3개폐밸브(35)를 설치한다.
- [0088] 또한, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 하부에 배출관(20) 및 배출밸브(28)를 설치하고, 각 생물반응조(2,11)의 순환관(3,15), 순환관(3,15)의 개폐밸브(4,16) 및 순환펌프(5,17)가 앞서 설명한 도 3의 실시 예와 마찬가지로 동일하게 설치된다.
- [0089] 도 4를 참조하여 화학 세정을 위해 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유동 여재 입자(14)를 외부의 용기, 즉 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동시키는 방법을 설명하면, 각 순환관(3,15)의 개폐밸브(4,16)와 배출관(20)의 배출밸브(28), 분기관(31)의 제2개폐밸브(33)는 닫고, 연결관(30)의 제1개폐밸브(32)와 이동관(34)의 제3개폐밸브(35)는 열어준다.
- [0090] 이어 연결관(30)의 이동펌프(27)와 AFMBR(10)의 순환펌프(17)를 함께 또는 별도로 구동시켜, AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유체를 연결관(30), AFMBR(10)의 순환관(15)을 통해 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 하부로 압송하여 주입한다.
- [0091] 이때, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유체와 유동 여재 입자(14)가 생물반응조(11) 상부의 이동관(34)을 통해 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동되며, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유동 여재 입자(14)가 모두 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동될 때까지 이동펌프(27)를 구동시켜 두 생물반응조(2,11) 사이에 유체(물)가 연결관(30)과 이동관(34)을 통해 순환되도록 한다(이동관(34)을 통해서만 유동 여재 입자(14)도 함께 이동함).
- [0092] 이러한 유체의 순환력에 의해 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유동 여재 입자(14)가 유체와 함께 이동관(34)을 통해 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동되며, 이동된 유동 여재 입자(14)는 AFBR(1)의 생물반응조(2) 내에서 아래로 침전되어 모이게 된다.
- [0093] 유동 여재 입자(14)의 이동 및 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유체 배출 후에는 앞서 설명한 바와 동일하게 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 통해 세정약품을 주입하여 세정을 실시한다.
- [0094] 이때, 세정약품은 역세수관(19) 또는 처리수 수집관(18)을 이용하여 분리막(13)을 통해 주입하거나, 또는 직접 생물반응조(11) 내에 주입할 수 있다.
- [0095] 이어 세정 후 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내에 잔류하는 액체는 배출밸브(28)를 열어 배출관(20)을 통해 배출될 수 있도록 하며, 세정 후 AFBR(1)의 생물반응조(2)로 이동되어 있는 유동 여재 입자(14)를 다시 AFMBR(10)의

생물반응조(11)로 복귀 이동시킨다.

- [0096] 도 5를 참조하여 세정 후 유동 여재 입자(14)의 복귀 과정을 설명하면, 먼저 AFBR 순환관(3)의 개폐밸브(4)를 닫은 상태에서, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내부에 처리 투과후 혹은 청수를 채워놓고, 제2개폐밸브(33)와 제3개폐밸브(35), AFMBR 순환관(15)의 개폐밸브(16)는 열고, 제1개폐밸브(32)는 닫는다.
- [0097] 이어 연결관(30)의 이동펌프(27)를 역방향으로 구동시키면서 AFBR(1)의 순환펌프(5)를 구동시켜, AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유체를 AFMBR(10)의 순환관(15), 연결관(30), 분기관(31), AFBR(1)의 순환관(3)을 통해 AFBR(1)의 생물반응조(2) 하부로 압송하여 주입한다.
- [0098] 이때, AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유체와 유동 여재 입자(14)가 이동관(34)을 통해 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 이동되며, AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유동 여재 입자(14)가 원하는 양만큼 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 이동될 때까지 각 펌프(5, 27)를 구동시켜 두 생물반응조(2, 11) 사이에 유체(물)가 연결관(30)과 이동관(34)을 통해 순환되도록 한다.
- [0099] 이러한 유체의 순환력에 의해 AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유동 여재 입자(14)가 유체와 함께 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 다시 복귀 이동된다
- [0100] 이 경우에도 유체의 순환 시 그 순환력에 의해 AFBR(1)의 생물반응조(2)에서 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 다시 이동된 유동 여재 입자(14)는 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내에서 아래로 침전되어 모이게 된다.
- [0101] 이때, 연결관(30)의 이동펌프(27)를 통해서 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 내 유체만이 흡입 및 압송되어 순환되며, 계속된 유체의 순환 동안 AFBR(1)의 생물반응조(2) 내 유동 여재 입자(14)가 AFMBR(10)의 생물반응조(11)로 이동된 후 바로 침전되므로 결국 AFBR(1)의 유동 여재 입자(14)가 AFMBR(10)로 이동될 수 있게 된다.
- [0102] 이와 같이 도 4 및 도 5의 실시 예에서 두 생물반응조(2, 11) 사이에서 유동 여재 입자(14)를 이동시키기 위해, 즉 세정을 위한 유동 여재 입자(14)의 이동 및 세정 후 유동 여재 입자(14)의 복귀를 위해, 이동펌프(27)를 이용하여 유체만을 펌핑하여 압송하며, 이때 유체의 순환력에 의해 유동 여재 입자(14)가 한쪽 생물반응조 내에서 다른 쪽의 생물반응조로 이동하게 된다.
- [0103] 이와 같이 하여, 도 1, 도 2, 도 3, 도 4 및 도 5의 실시 예에 대해 설명하였는바, 전술한 모든 화학 세정 단계에서 분리막(13)과 유동 여재 입자(14)를 흔들어 세정 효과를 높이기 위해 바이오가스(biogas)의 주입을 병행할 수 있다.
- [0104] 바이오가스의 주입에 대해서는 한국 공개특허공보 제10-2012-0062881호(2012.6.14)에 개시되어 있는 가스 분리기가 이용될 수 있다.
- [0105] 즉, 생물반응조(11) 내부에서 발생하는 바이오가스를 포집할 수 있는 가스 분리기(미도시)를 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 상단에 설치하고, 상기 가스 분리기에서 분리된 바이오가스를 별도의 배관을 통해 AFMBR(10)의 생물반응조(11) 하단으로 재주입하여 유동 여재 입자(14)의 유동을 돕도록 하는 것이다.
- [0106] 이상으로 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였는바, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것이 아니며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

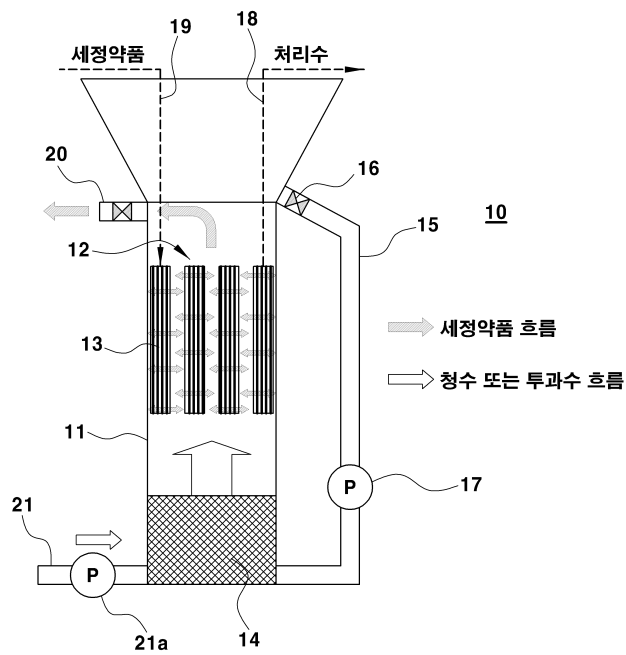
부호의 설명

- [0107] 1 : 유동상 반응기(AFBR) 2 : 생물반응조
3 : 순환관 4 : 개폐밸브
5 : 순환펌프 10 : 유동상 분리막 반응기(AFMBR)
11 : 생물반응조 12 : 분리막 모듈
13 : 분리막 14 : 유동 여재 입자
15 : 순환관 16 : 개폐밸브
17 : 순환펌프 18 : 처리수 수집관

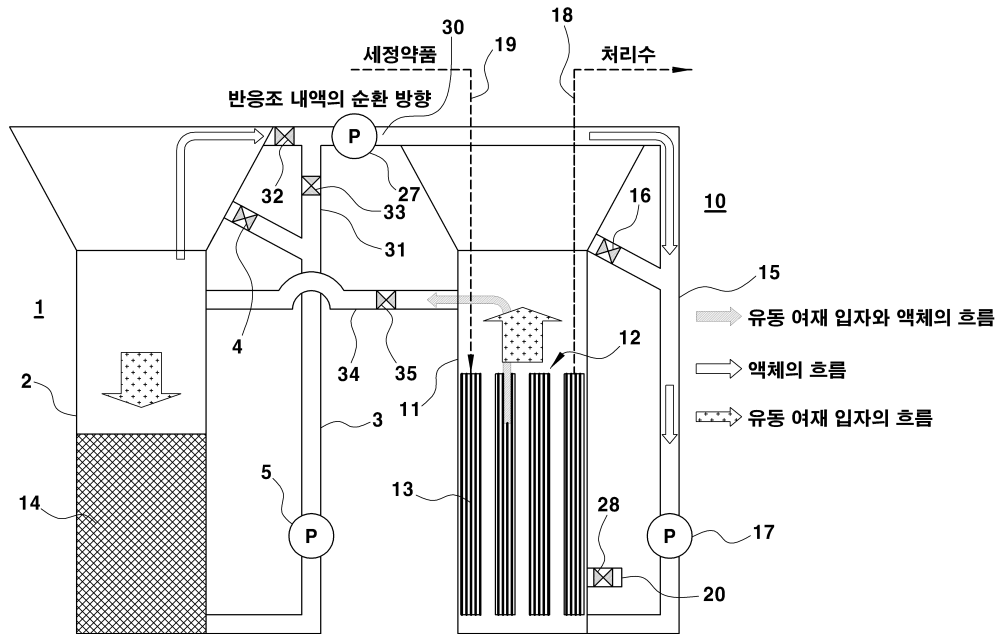
- 19 : 역세수관 20 : 배출관
 21 : 주입관 21a : 주입펌프
 22 : 격벽 23 : 흡입관
 24 : 개폐밸브 25 : 이동관
 26 : 개폐밸브 27 : 이동펌프
 28 : 배출밸브 29 : 연결관
 30 : 연결관 31 : 분기관
 32 : 제1개폐밸브 33 : 제2개폐밸브
 34 : 이동관 35 : 제3개폐밸브
 100 : 배플 S : 격벽 내부 공간(침전조)

도면

도면1



도면4



도면5

