



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0128107
(43) 공개일자 2018년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/28 (2006.01) C02F 1/42 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/56 (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01) C02F 11/12 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 3/286 (2013.01)
C02F 1/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0062789
(22) 출원일자 2017년05월22일
심사청구일자 2017년05월22일

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

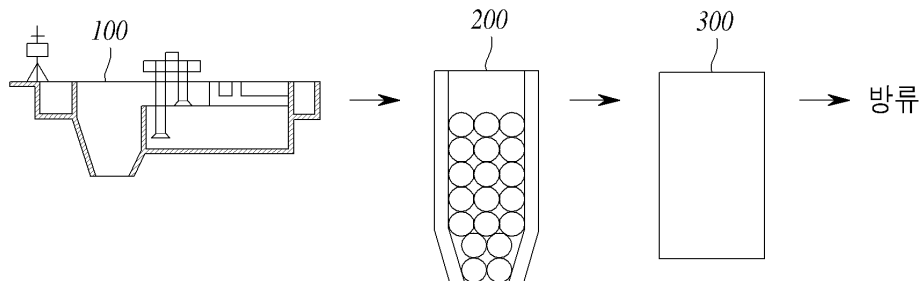
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 혐기성 하수처리공정 처리수 내 황화물 제거 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 혐기성 막 생물반응조 (anaerobic membrane bioreactor, AnMBR) 투과수인 분리막 여과수에서 잔류 황화물의 처리수에 대한 악영향을 해결하기 위해 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함하는 혐기성 하수처리 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/5245 (2013.01)

C02F 1/56 (2013.01)

C02F 1/58 (2013.01)

C02F 11/12 (2013.01)

C02F 3/2866 (2013.01)

C02F 2101/101 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B4009986

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구

연구과제명 물/에너지/영양염류 순환형 혐기성 하·폐수 처리 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1);

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

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

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 3 이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 회수하는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단계 3은 용존메탄의 유실을 방지할 수 있도록 밀폐된 분위기에서 수행하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 3은, 응집침전법에 의하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 응집침전법은 제타전위를 불안정상태로 변형시키는 단계를 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 응집침전법에 사용하는 응집제는 알루미늄(Al)계열인 혐기성 하수처리 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 응집침전법에 사용하는 응집보조제는 양이온폴리머인 혐기성 하수처리 방법.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 응집침전법은 급속교반단계, 완속교반단계 및 침전단계를 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 단계 3은, 이온교환수지법에 의하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이온교환수지법은 인공수지 또는 천연수지를 이용하여 이온결합하는 단계를 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

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

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 단계 3 이전에, 상기 단계 2를 거친 처리수의 질소를 제거하는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법.

청구항 13

폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조;

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

상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 를 포함하는 혐기성 하수처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 혐기성 하수처리공정 처리수 내 황화물 제거 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 오·폐수 처리장치는 응집 및 침전의 원리를 이용하여 오·폐수내의 유기물 및 부유물질 등을 제거한다. 이러한 수처리장치는 공장 폐수, 축산물 폐수, 생활하수 등을 정화하는데 널리 사용되어 왔다.

- [0004] 그러나 종래의 수처리장치는 넓은 침전면적과 오랜 응집시간 등이 충족되어야만 안정된 처리수를 배출하였다. 따라서, 이러한 조건들이 충족되지 않을 경우에는 안정된 처리수를 얻기 위하여 과다한 약품투여 및 특수약품에 의존하는 경향이 있었다. 이로 인해 약품비용, 슬러지 처리비용 등이 상승하여 비경제적이고, 비효율적이라는 문제점이 있었다.
- [0006] 한편, 폐수 처리를 위한 생물반응기는 분산성장 반응기와 부착형 생물막 반응기로 구분된다. 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 반송을 위한 침전조가 설치된다. 이러한 형태의 반응기는 비교적 짧은 고형물 체류시간 때문에 일반적으로 도시 하수 및 저농도 폐수처리를 위한 혐기성 공정에는 사용하지 않는다.
- [0007] 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.
- [0008] 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 체류시간에서도 동일한 처리효율을 얻을 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국 특허공개공보 제 10-2011-0113480 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 하폐수내 존재하는 황산화물은 혐기성 상태에서 황산환원균(sulfate reducing bacteria)에 의하여 환원되며 $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-/\text{S}^{2-}$ 형태의 황화물로 존재한다. 또한 하폐수 그리고 자연수 내에 보편적으로 존재하는 금속 양이온 Ca^{2+} 그리고 Mg^{2+} 등과 결합하여 콜로이드성 금속황화물을 형성한다.
- [0012] 형성된 금속황화물은 애초에 나노 크기로 형성되지만 시간이 흐름에 따라 점점 크기가 커지고, 특히, pH가 높아질수록 형성되는 입자의 크기가 커지게 되는데 혐기성 반응조 내에서는 발생한 CO_2 의 부분압력으로 pH가 상대적으로 낮게 유지되지만, 혐기성 반응조 밖으로 배출되는 유출수의 경우 대기에 노출되면서 CO_2 가 탈기되면서 pH가 증가함에 따라 육안으로 관찰이 가능해진다.
- [0013] 특히, 혐기성 막 생물반응조 (anaerobic membrane bioreactor, AnMBR)의 경우 형성된 금속황화물은 분리막(membrane)을 통하여 투과되어 나오며 대기에 노출시 탁도를 유발하고 관에 축적물, 스케일을 형성하며 심미적으로 처리수에 불리한 영향을 끼치며 악취를 유발한다.
- [0014] 이러한 금속황화물의 경우 공기 중의 산소와 접촉하게 되면 황산화 미생물에 의하여 제거가 가능하지만 오랜 시간 또는 많은 에너지가 필요하다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법 은 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함하는 혐기성 하수처리 방법을 포함한다.

[0018] 또한, 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 를 포함하는 혐기성 하수처리 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법 은 혐기성 막 생물반응조의 투과수인 분리막 여과수의 잔류 황화물의 악영향을 해결하여 효과적인 황화물 제거가 가능하다.

[0022] 또한, 부수적으로 황화물과 함께 처리수내 잔류하는 99% 정도의 인(P)을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

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

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

도 4는 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0027] 혐기성 하수처리 방법

[0028] 이하, 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법을 설명한다.

[0030] 혐기성 막 생물반응조(AnMBR: Anaerobic Membrane Bioreactor)는 막 생물 반응조(MBR)를 사용하여 작동하는 폐수 처리 기술이다. 하수는 여과되고 분리되어 유출수와 슬러지로 분리되며, 이 슬러지는 메탄을 부산물로 방출하는 중온성 박테리아에 의해 혐기성으로 처리된다.

[0031] 혐기성 막 생물반응조(AnMBR)는 메탄 연소에 의해 생성될 수 있는 에너지가 공정을 유지하는 데 필요한 에너지를 초과할 수 있기 때문에 하수 처리를 위해 지속 가능한 대안이 될 수 있다.

- [0032] 본 발명의 실시 예에 따른 혐기성 하수처리 방법은, 혐기성 막 생물반응조의 유출수 내 콜로이드성 황화물을 효과적인 분리하기 위해 혐기성 막 생물반응조와 황화물 제거를 위한 방법을 접목할 수 있다.
- [0033]
- [0034] 혐기성 막 생물반응조 (anaerobic membrane bioreactor, AnMBR)의 경우 우수한 수질을 얻을 수 있는 장점이 있지만, 이로 인해 형성된 금속황화물은 분리막(membrane)을 통하여 투과되어 나오며 대기에 노출시 탁도를 유발하고 관에 축적물, 스케일을 형성하며 심미적으로 처리수에 불리한 영향을 끼치며 악취를 유발한다. 또한 공기 중 산소와 접촉하게 되면 황산화 미생물에 의하여 제거가 가능하지만 오랜 시간 또는 많은 에너지가 필요하다.
- [0035] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 AnMBR 후단에 황화물 제거를 위해 응집침전공정 또는 이온교환수지 공정을 연결하여 설치할 수 있다.
- [0037] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0040] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치 및 혐기성 하수처리 방법은, 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 단계(단계 3); 를 포함한다. 이하 도 1을 기초로 설명한다.
- [0042] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200) 및 황화물 제거조(300)를 구비한다.
- [0044] 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 단계(단계 1)에서, 상기 폐수는 고농도 폐수 또는 도시 하수 및 저농도 폐수일 수 있으며, 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다. 상기 단계 1은 침전조(100)를 사용함으로써 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거할 수 있다.
- [0045] 상기 침전조(100)는 유입되는 도시 하수 및 저농도 폐수 중의 부유물질(SS:Suspended Solid)을 제거하고, 부유물질에 의해 유발되는 생물학적 산소요구량(BOD:Biochemical Oxygen Demand) 또는 화학적 산소요구량(COD:Chemical Oxygen Demand)을 함께 제거함으로써, 후처리 공정부하를 줄이고 처리효율을 높일 수 있다. 상기 침전조(100)는 최초 침전지 시설을 통해 부유성 고형물을 중력 침전으로 제거하는 것으로, 생물학적 처리공정의 부하감소, 후속처리시설의 시설용량의 감소 및 운전비용의 안정적 절감 등의 기능을 수행할 수 있다. 또한, 유입된 도시 하수 및 저농도 폐수가 수 시간 동안 체류하면서 하수 중의 미세한 미립자를 침전시킬 수 있다. 상기 침전조(100)에서는 표면에 떠다니는 부유물 등을 스크래퍼를 이용하여 제거할 수 있다.
- [0046] 상기와 같은 침전조(100)는 유입부분, 침전부분, 슬러지 저장부분, 유출부분으로 나뉘어진다. 상기 유입부분에서는 하부의 유력을 분산시키며, 침전부분에서는 침전물을 침전시킨다.
- [0047] 이 때, 침전된 침전물은 1차 슬러지라고 하며, 후술되는 슬러지 처리 과정의 농축조(500)로 보내져 슬러지 처리공정을 거치게 되며, 상기 침전조(100)에서 침전 처리된 하수는 유출부분에서 혐기성 반응조(200)로 보내져 생물학적 처리를 통해 처리될 수 있다.
- [0048] 통상적으로, 상기 침전조(100)에서는 하수가 약 2~3시간 정도 체류하면서 보통 생물학적 산소요구량의 30% 정도 제거되며, 부유물질은 35% 정도가 제거될 수 있다. 침전효율은 하수망의 형태, 하수의 생성기간, 침전 전의 분쇄 정도에 따라 좌우된다. 상기 침전조(100)는 후속공정의 기능을 원활히 하기 위해 수질관리상 체적된 슬러지를 적절하게 배출시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0049] 상기 침전조(100)는 부유고형물의 제거 효율을 높여 용해성 물질을 처리하는 혐기성 반응조(200)의 부하를 감소시키기 위하여 응집제를 사용한 응집 침전조 또는 원심분리기와 같은 기계적인 고형물 분리장치를 이용할 수도 있으며, 본 발명은 특별히 한정하지 않는다.

- [0051] 단계 2에서, 상기 단계 1을 거친 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해한다. 상기 단계 2는 혐기성 반응조(200)를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0053] 상기 혐기성 반응조(200)는 상기 침전조(100)에서 침전 처리된 하수를 혐기성 미생물을 사용하여 하수 중의 유기물을 메탄과 이산화탄소로 분해하여 제거하는 역할을 할 수 있다.
- [0054] 이와 같은 혐기성 반응조(200)로는 ABR(Anaerobic Baffled Reactor), AFBR(Anaerobic FluidizedBed Reactor), AF(Anaerobic Filter), UASB(Upflow Anaerobic Sludge Blanket), AnMBR(Anaerobic Membrane Bioreactor), CSTR(Continuously Stirred Tank Reactor), Anaerobic Expanded Granular Sludge Blanket Reactor, Anaerobic Internal Circulation Bioreactor, ASBR(Anaerobic Sequencing Batch Reactor), AFMBR(Anaerobic Fluidized Membrane Bioreactor) 등이 사용될 수 있으며, 또한, 이들의 혼합형(hybrid) 반응조 등이 사용될 수도 있으며 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0056] 상기 단계 2를 거친 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 단계(단계 3)는 황화물 제거조(300)에서 진행될 수 있다.
- [0057] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 황화물 회수 공정은 혐기성 반응조(200)로부터 배출되는 유출수에 용해되어 있는 황화물을 황화물 제거조(300)에서 회수할 수 있다.
- [0059] 상기 혐기성 반응조(200)로부터 배출되는 유출수에 용해되어 있는 황화물은 혐기성 상태에서 황산환원균(sulfate reducing bacteria)에 의하여 환원되며 $H_2S/HS^-/S^{2-}$ 형태의 황화물로 존재한다. 또한 하폐수 그리고 자연수 내에 보편적으로 존재하는 금속 양이온 Ca^{2+} 그리고 Mg^{2+} 등과 결합하여 콜로이드성 금속황화물을 형성한다.
- [0060] 형성된 금속황화물은 애초에 나노 크기로 형성되지만 시간이 흐름에 따라 점점 크기가 커지고, 특히, pH가 높아질수록 형성되는 입자의 크기가 커지게 되는데 혐기성 반응조 내에서는 발생한 CO_2 의 부분압력으로 pH가 상대적으로 낮게 유지되지만, 혐기성 반응조 밖으로 배출되는 유출수의 경우 대기에 노출되면서 CO_2 가 탈기되면서 pH가 증가함에 따라 육안으로 관찰이 가능해진다.
- [0061] 상기 혐기성 반응조(200)의 일측에는 황화물 제거조(300)가 연결됨으로써, 상기 황화물이 회수될 수 있다. 상기 황화물이 회수될 때 인(P)이 함께 제거될 수 있다.
- [0063] 상기 단계 3에서 황화물을 회수하는 방법은, 응집침전법에 의하는 혐기성 하수처리 방법일 수 있다. 상기 응집침전법은 제타전위를 불안정상태로 변형시키는 모든 공정을 포함할 수 있다.
- [0064] 미세입자나 콜로이드의 경우 실험적으로 구해진 제타전위(Zeta potential)의 절대치가 증가하면 입자간의 반발력이 강해져 입자의 안정성은 높아지는 반면 제타전위가 0에 가까워지면 입자는 응집하기 쉬워진다. 따라서, 제타전위는 콜로이드입자의 분산안정성의 척도로서 사용될 수 있다
- [0065]
- [0066] 상기 응집침전법은 급속교반, 완속교반 및 침전공정으로 구성되며 상기 급속교반의 방식으로는 임펠러(impeller)를 이용한 방식 또는 정지형 혼합기(static mixer)를 이용한 방식일 수 있다.
- [0067] 응집공정은 콜로이드성 물질 또는 미세입자 등을 침전제거하기 위한 공정으로, 응집제를 투여하여 응집제와 하수와의 충돌을 많게 하고 균일한 분산을 위한 급속교반과 플러를 형성하는 완속교반이 필요하다.
- [0068] 급속교반의 목적은 응집제와 하수 중의 입자와의 충돌을 많이 일으키고, 균일한 분산을 이루기 위한 것이고, 완속교반의 목적은 급속교반으로 생성된 플러끼리의 응집으로 침전이 가능한 큰 플러를 형성하는 데에 있다. 상기 완속교반의 방식은 패들형 또는 터빈형 완속교반기를 이용한 방식일 수 있다.

- [0070] 상기 응집침전법의 침전(sedimentation)단계는 부유물질을 가라앉히고 물리적으로 제거하는 과정일 수 있다. 응고(coagulation) 및 응집(flocculation) 반응 없이 침전만 하게 되면 입자가 큰 부유물질밖에 제거되지 않는 문제점이 있을 수 있다.
- [0072] 상기 응집침전법은 콜로이드 입자를 제거하기 위하여 콜로이드 입자가 띠고 있는 전하와 반대 전하물질을 투입하거나 pH변화를 일으켜 제타전위(Zeta Potential)를 감소시킴으로써 플록(floc)을 형성하여 침전 제거하는 것을 목적으로 할 수 있으며, 이때 반대 전하물질인 응집제는 이온가가 클수록 응집효과가 크다.
- [0073] 상기 응집침전법의 응집과정은 응집제를 첨가하여 미세입자들을 응집시켜 부정형 플록으로 형성하고, 응집보조제의 추가 투입으로 거대한 플록으로 성장시켜 침전성을 개선 제거하는 과정일 수 있다. 이때, 하수에 응집제를 투입한 후 응집제와 하수 중의 미세입자의 반응을 촉진하기 위해 급속교반을 한 다음 완속교반으로 플록을 형성할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 실시 예에 따른 혐기성 하수처리 방법은 급속교반조에 처리원수를 담수한 후 응집제를 급속교반조에 공급하여 응집제를 통해 슬러지를 응집하여 물을 정화할 수 있다.
- [0077] 상기 임펠러는 회전되도록 형성되어 유입된 첨가물과 폐수를 강제로 교반하는 역할을 할 수 있다. 상기 정지형 혼합기는 유체를 순차적으로 이동하면서 교반 혼합시킬 수 있다.
- [0079] 상기 상기 침전조(100)에서 사용되는 응집제는 제타전위를 불안정상태로 변형시킬 수 있는 것으로써 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), 황산제1철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 황산제2철($\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), 폴리염화알루미늄(PAC, Poly Aluminum chloride), 폴리황산알루미늄(poly Aluminum sulfate, PAS), 폴리황산알루미늄실리케이트(poly Aluminum sulfate silicate, PASS), 폴리염화알루미늄실리케이트(poly Aluminum chloride silicate, PACS), 전분, 아교, 폴리에틸렌아민, 폴리아크릴아미드, 폴리아크릴산나트륨 등이 적용될 수 있고, 바람직하게는 색도를 유발하지 않는 알루미늄 계열의 응집제를 적용할 수 있다. 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0080] 상기 응집제 중에서 황산알루미늄은 수중에서 직접적인 이온결합을 하거나 수중의 OH 이온과 결합한 후 수중의 황화물 또는 인(P)과 착하여 제거되는 방식으로 처리된다. 황산알루미늄과 반응을 하려면 충분한 알칼리도가 공급되어야 하고, 알칼리도가 부족할 경우에는 소석회를 사용하여 알칼리도를 공급해 주어야 할 수 있다. pH적정 범위는 6.5~8정도이며, 이 경우 추가적인 알칼리도 보충은 불필요할 수 있다. 황산알루미늄은 다른 응집제에 비하여 가격이 저렴하고, 탁도, 색도, 조류 등의 거의 모든 현탁성 물질 또는 부유물의 제거에 유효하며, 독성이 없으므로 대량으로 주입이 가능하다. 또한 결정은 부식성이 없어 취급이 용이하며, 철염과 같이 시설을 더럽히지 않는다는 장점이 있다.
- [0082] 황산알루미늄을 비롯한 상기한 응집제는 pH나 탁도에 대하여 응집범위가 넓으며, 응집력이 뛰어나고, 알칼리도(alkalinity)를 그다지 많이 소비하지 말아야 하며, 백탁현상(Degradation)의 발생을 억제하는 것이 바람직하다.
- [0084] 응집공정에서 플록 강도를 높게 형성함으로써 침전이 빠른 플록을 형성하여 최적의 응집상태를 조성하기 위해 응집보조제를 사용하며, 응집제와 응집보조제를 병행하여 사용하면 응집제의 사용량도 절감할 수 있다. 응집보조제는 무기제와 유기제로 나눌 수 있다. 산성의 알루미늄이나 철염을 사용할 경우 상대적으로 pH가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 수산화나트륨이나 석회를 가할 필요가 있다.
- [0086] 상기 응집침전법에 사용하는 응집보조제는 형성되는 플록(floc)의 침강성을 올려주기 위하여 양이온폴리머, 수

산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 산화칼슘(CaO), 알루미늄나이트($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$), 벤토나이트(Clay), 탄산칼슘(CaCO_3), 음이온폴리머일 수 있으며, 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0087] 폴리머 중에서 양(positively)으로 하전된 단위체들을 양이온(cationic)폴리머, 음(negatively)으로 하전된 단위체들을 음이온(anionic)폴리머, 총 전하가 0에 가까운 그룹의 폴리머를 비이온(nonionic)폴리머라고 한다. 양이온폴리머(cationic polymer)들은 음으로 하전된 입자들을 흡착하여 중화시키는 능력이 있다.

[0088] 상기 응집침전법에 사용하는 응집보조제로서 바람직하게는 음의 전하를 띠는 황화물을 효과적으로 제거하기 위해 양이온폴리머를 이용할 수 있다.

[0090] 상기 응집제의 주입량은 AnMBR의 경우 10ppm 내지 30 ppm의 주입농도로 할 수 있다. 상기 응집제의 주입량이 50 ppm이상 투입되어 pH가 6 이하로 감소될 경우 금속황화물의 안정적인 플럭(floc)형성이 어려워지는 문제점이 있다.

[0091] 상기 응집제의 주입량이 10ppm 미만인 경우에는 알칼리를 보충함이 없이 통상적으로 존재하는 황(S) 그리고 인(P)을 제거하기에 부족한 주입량이며, 30 ppm 을 초과하는 경우에는 pH가 6이하로 감소하며 침강성을 가지는 플럭(floc) 형성에 어려워지는 문제점이 있다.

[0093] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 방법에서, 상기 단계 3에서 황화물을 회수하는 방법은, 이온교환수지법에 의하는 방법일 수 있다.

[0094] 또한, 상기 단계 3에서 황화물을 회수하는 방법이 이온교환수지법을 이용하는 방법인 경우, 인공수지 또는 천연수지를 이용하여 이온 결합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0096] 이온교환수지(ion exchange resin)는 미세한 3차원 구조의 고분자에 이온교환기를 결합시킨 것으로서 극성, 비극성 용액 중에 녹아있는 이온성 불순물을 교환, 정제해 주는 고분자 물질이다. 본 발명에서는 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0098] 상기 인공수지는 합성고분자를 포함하고 있는 것이며, 상기 천연수지는 로진, 코우펄과 같은 자연 유출물 및 셀락, 카세인과 같은 동물 유출물을 포함하는 것일 수 있다.

[0100] 약취 성분 중 음이온기, 양이온기를 갖는 것은 이온교환수지에 포착되어 탈취될 수 있다. 이 때, 탈취 메커니즘은 이온 흡착 및 수지 표면의 다공질로 인한 물리적인 흡착에 의할 수 있다. 이온교환수지의 이온 흡착 능력이 저하된 경우에는 소다액, 염산액 및 염화나트륨(NaCl) 용액 등의 재생제로 재생하여 반복 사용할 수 있다.

[0102] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 방법은, 상기 단계 3 이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 회수하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0103] 또한, 상기 단계 3 이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 회수하는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법에서, 상기 단계 3은 용존 메탄의 유실을 방지할 수 있도록 밀폐된 분위기에서 수행할 수 있다. 이하 도 2를 기초로 설명한다.

[0105] 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

[0106] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 황화물 제거조(300), 용존메탄 회수조(400)를 구비할 수 있다. 상기 단계 3 이후에, 상기 단계 3을 거쳐 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 회수하는 단계는 상기 용존메탄 회수조(400)에서 진행될 수 있다.

- [0108] 상기 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 황화물 제거조(300)는 앞서 설명한 본 발명의 일 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 그것들과 동일한 구성 및 작용을 가지므로 여기서는 구체적인 설명은 생략하며, 이하에서는 상기 용존메탄 회수조(400)에 대하여 설명한다.
- [0109] 도 2을 참조하면, 본 실시 예에 따른 메탄 회수 공정은 혐기성 반응조(200)로부터 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 용존메탄 회수조(400)에서 회수할 수 있다.
- [0111] 혐기성 공정에서 가스상으로 존재하는 메탄이 헨리의 법칙에 따라 유출수에 용존된 상태로 존재하며, 저농도 폐수를 짧은 체류시간에서 처리하는 경우 용액에서 생성된 가스가 충분히 분리되지 못하여 포화(saturation) 또는 과포화(oversaturation) 상태로 유출수와 함께 배출될 수 있다. 유출수에 포함된 용존메탄은 공기와 접하게 되면 평형을 이루기 위하여 대기 중으로 빠져나가는데, 메탄은 이산화탄소에 비하여 지구온난화잠재력(Global Warming Potential, GWP)이 28배 내지 36배가 높은 온실가스로 지구온난화에 악영향을 끼칠 수 있다. 저농도 폐수를 처리하는 혐기성 공정의 경우 발생된 메탄의 40% 내지 60 %가 용존메탄의 형태로 배출되기 때문에 에너지 회수효율 증진을 위해서는 회수공정이 에너지 자립화 측면에서 매우 중요하다.
- [0113] 상기 용존메탄 회수조(400)는 상기 황화물 제거조(300) 일측에 연결됨으로써 상기 혐기성 반응조(200)로부터 배출되는 유출수에 용해되어 있는 메탄을 회수할 수 있다.
- [0114] 본 발명의 혐기성 소화 공정의 처리수에 존재하는 용존 메탄의 제거 또는 회수를 위해 생물학적 산화, 폭기, 공기탈기, 분리막을 이용한 방법 등이 적용될 수 있으며 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0116] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 상기 단계 1에서 침전된 슬러지를 농축하는 단계 및 상기 농축된 슬러지를 가온, 교반하여 슬러지의 유기물을 부산물과 메탄가스로 분해하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이하 도 3을 기초로 설명한다.
- [0118] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.
- [0119] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치는 침전조(100), 혐기성 반응조(200), 황화물 제거조(300), 농축조(500), 슬러지 소화조(600), 발전기(700)를 구비할 수 있다.
- [0121] 상기 단계 1에서 침전된 슬러지를 농축하는 단계는 상기 농축조(500)에서 수행될 수 있다.
- [0122] 상기 농축조(500)는 상기한 침전조(100)에서 발생되어 가라앉은 1차 슬러지를 고액 분리하여 농도를 높이고, 슬러지 부피를 감소시킬 수 있다. 이 때 슬러지는 중력에 의한 침전 방식으로 농축시킬 수 있다.
- [0123] 상기 1차 슬러지는 하수처리 과정에서 나오는 필연적인 부산물이므로 하수처리장은 이러한 슬러지를 최소한으로 줄여야 하는 바, 상기 농축조(500)에서는 수분을 97% 내지 99.2%까지 줄이는 기능을 할 수 있다. 이 때, 상기 슬러지 농축상황은 슬러지 처리시설의 전체 효과에 큰 영향이 있을 뿐만 아니라 분리액은 하수처리 시설에도 영향을 미치기 때문에 충분한 관리가 요구된다.
- [0125] 상기 농축조(500)에서 농축된 슬러지는 슬러지 소화조(600)로 보내질 수 있다.
- [0126] 상기 농축된 슬러지를 가온, 교반하여 슬러지의 유기물을 부산물과 메탄가스로 분해하는 단계는 상기 슬러지 소화조(600)에서 수행될 수 있다.
- [0127] 상기 슬러지 소화조(600)는 농축된 슬러지를 화학 처리하는 것으로, 밀폐된 탱크 내에서 슬러지를 가온, 교반함으로써, 슬러지의 유기물이 분해되어 메탄가스와 부산물을 생성하는 역할을 할 수 있다.
- [0128] 상기 슬러지 소화조(600)는 미생물의 작용으로 유기물을 분해하여 슬러지를 처리하는 호기성 소화조 또는 혐기

성 소화조로 구성될 수 있다. 이 때, 상기 혐기성 소화조는 운전이 쉽고, 냄새가 거의 없으며, 처리수의 생물학적 산소 요구량, 부유물질의 농도가 낮다는 장점이 있다.

[0129] 그리고, 상기 혐기성 소화조는 소규모인 경우에 동력시설이 필요 없고 연속 처리를 할 수 있으며, 유지관리가 용이하고, 유용한 메탄가스를 얻을 수 있으며, 병원균이나 기생충란을 사멸시킬 수 있다는 장점이 있다. 상기 혐기성 소화조에서 생성된 메탄가스는 자체적인 연료(발전기(700))로 사용되어 자원 재활용에 도움을 줄 수 있다.

[0130] 상기 슬러지 소화조(600)는 산소를 차단하여 슬러지를 처리하는 방법인 혐기성 소화방법을 주로 사용하는 바, 유기물의 함량을 줄여 사후에 2차 오염을 최소화하고 안정화시키는 역할을 할 수 있다.

[0131] 이와 같은 혐기성 소화조를 통한 슬러지의 혐기성 소화는 슬러지를 감량시킬 수 있을 뿐만 아니라 슬러지의 탈수성을 개선시키고, 위생상 안전한 슬러지를 만들고 발생 소화가스는 연료로 이용할 수 있는 장점을 갖는다.

[0132] 상기 슬러지 소화조(600)에 있던 슬러지는 탈수조(도시되지 않음)로 보내어져 함수율을 낮춘 뒤 소각, 건조 후 재활용, 또는 매립 처리될 수 있다. 통상 하수 처리 결과 발생한 슬러지는 용적도 크고 수분도 많아 액상이기 때문에 그대로의 처분은 불가능에 가깝다. 따라서, 여과와 압축을 조합한 가압여과기와 같은 슬러지 탈수 설비를 이용하여 슬러지 함수율 80%이하 정도의 케익상으로 탈수하여 슬러지 용량을 감소시켜 반출, 운반 및 처분을 쉽게 할 수 있다.

[0134] 본 발명의 다른 실시 예는, 상기 단계 3 이전에, 상기 단계 2를 거친 처리수의 질소를 제거하는 단계를 더 포함하는 혐기성 하수처리 방법일 수 있다. 이하, 도 4를 기초로 설명한다.

[0136] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 장치의 개략도이다.

[0137] 도 4를 참조하면 혐기성 반응조(200)에 질소 제거장치(800)를 연결하여 상기 단계 2를 거친 처리수의 질소를 제거할 수 있다.

[0138] 상기 단계 3 이전에, 상기 단계 2를 거친 처리수의 질소를 제거하는 단계는 상기 질소 제거장치(800)에서 수행될 수 있다.

[0139] 상기 질소 제거장치(800)는 최종 처리되어 방류되는 유출수의 질소의 농도를 방류수 수질 기준으로 맞추기 위하여 설치될 수 있다. 도시 하수 및 저농도 폐수에는 유기 물질뿐만 아니라 질소 및 인을 포함하는 영양염류 성분이 존재한다. 영양염류란 유기물 분해를 일으키는 미생물이 생육과 증식에 필요한 무기성 원소로서, 이들 중 특히 질소 화합물과 인산염은 생물 세포형성과 에너지 대사를 위하여 연속적으로 공급되어야 하는 원소이다. 그러나, 이러한 질소(N) 또는 인(P)과 같은 영양염류가 증가하면 생태계의 균형이 파괴되면서 부영양화 현상이 발생하는 문제가 있다. 이러한 부영양화 발생의 원인이 되는 질소 발생원으로는 생활하수와 공장폐수 및 농업폐수를 들 수 있다. 생활 하수에는 유기 질소 화합물로서 단백질, 펩타이드, 아미노산 및 요소가 포함되어 있으며, 무기 질소 화합물로서 소량의 암모니아가 포함되어 있다. 유기 질소 화합물 형태 또는 질소는 물속에서 미생물의 작용으로 아질산염 또는 질산염으로 산화되면서 물속의 산소를 소모시킨다. 아질산염 또는 암모니아는 어류에 치명적인 영향을 미친다.

[0140] 이러한 질소(N)가 저수지에 축적되면 부영양화가 일어나는 문제가 발생한다. 부영양화는 질소 또는 인 성분이 저수지 등의 수역으로 유입될 때 이들 질소 또는 인을 먹이로 하는 미생물이 과잉 번식되면서 일어나기 시작되는 현상이다. 따라서 부영양화를 근본적으로 방지하기 위해서는 하, 폐수 내의 영양염류 성분이 하천 등의 수역으로 유입되기 전에 제거되어야 한다.

[0141] 본 실시 예에서는 폐수 중의 유기물질이 분해되어 최종 유출되는 유출수에 함유되어 있는 질소(N)를 제거하는 질소 제거장치(800)를 추가로 구비함으로써, 질소 의 농도를 방류수 수질 기준으로 맞추도록 할 수 있다.

[0142]

[0143] 혐기성 하수처리 장치

[0144] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응

조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 를 포함한다.

[0146] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 용존메탄을 회수하는 용존메탄 회수조; 를 포함한다.

[0148] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 상기 침전조에서 발생되어 가라앉은 1차 슬러지를 고액 분리하여 농도를 높이고, 슬러지 부피를 감소시키는 농축조; 농축된 슬러지를 화학 처리하는 슬러지 소화조; 발전기; 를 포함한다.

[0150] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 장치는 폐수에 포함된 고형물을 침전 제거하는 침전조; 상기 침전조에서 배출된 폐수에 포함된 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄 및 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 질소 제거장치; 상기 혐기성 반응조의 처리수에 포함된 황화물을 회수하는 황화물 제거조; 를 포함한다.

[0152] 상기 침전조, 반응조, 황화물 제거조; 용존메탄 회수조, 농축조, 슬러지 소화조, 질소 제거장치 등에 관한 내용은 앞서 설명한 것과 동일한 것으로, 설명을 생략한다.

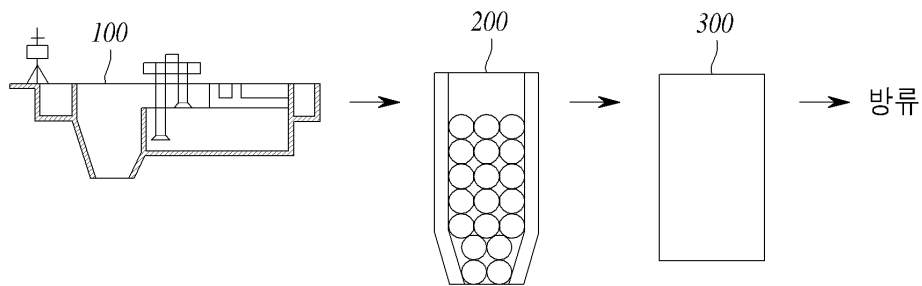
[0154] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

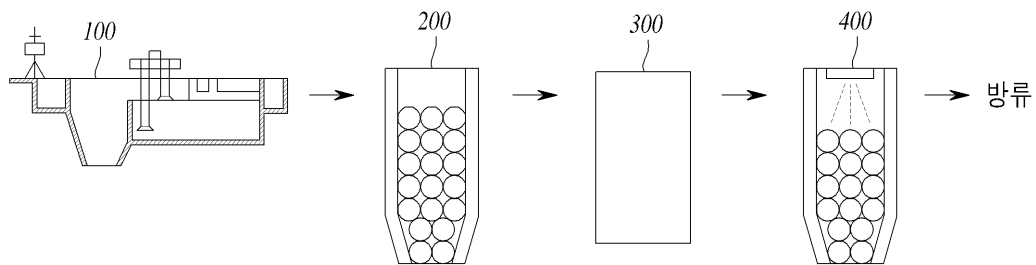
[0157] 100: 침전조
200: 혐기성 반응조
300: 황화물 제거조
400: 용존메탄 회수조
500: 농축조
600: 슬러지 소화조
700: 발전기
800: 질소 제거장치

도면

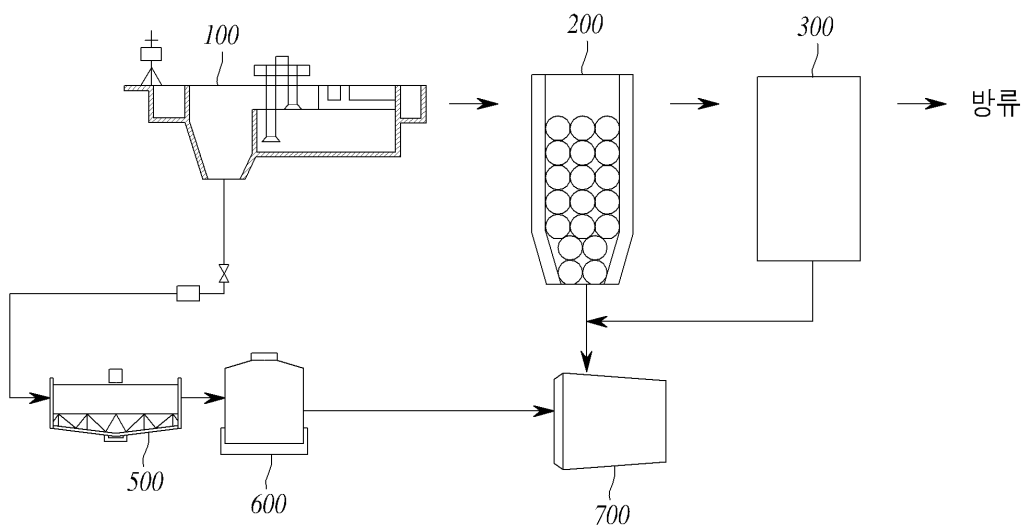
도면1



도면2



도면3



도면4

