(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0071719
(43) 공개일자 2017년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/36 (2006.01) *B01D 63/02* (2006.01)
B01D 63/06 (2006.01) *B01D 63/08* (2006.01)
B01D 63/10 (2006.01) *B01D 65/02* (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01) *C02F 1/38* (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 1/36 (2013.01)
B01D 63/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0179725
(22) 출원일자 2015년12월16일
심사청구일자 2015년12월16일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김성홍
광주광역시 서구 금화로 293, 104동 1004호(화정동, e편한세상)
(74) 대리인
특허법인아이엠

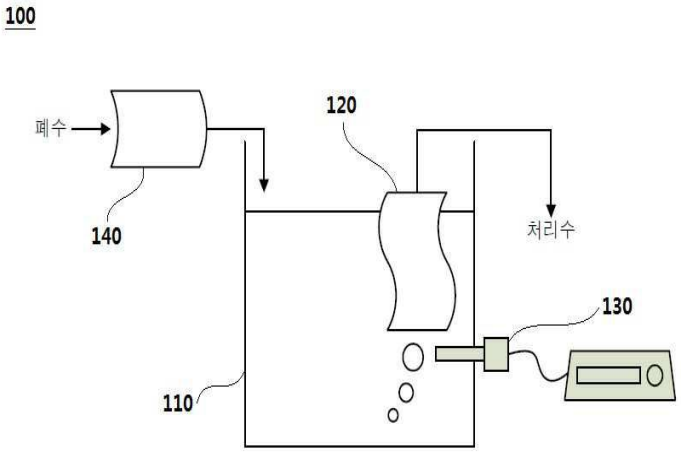
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 막분리 폐수처리 시스템에 있어서, 각종 폐수가 유입되며, 유입된 폐수를 배양되어 투입된 미생물과 반응시켜 폐수에 포함된 세균 또는 유기물을 분해하기 위한 소정 용량의 반응조; 상기 미생물에 의해 분해된 폐수 처리수와 미생물을 필터링하기 위한 분리막; 및 상기 반응조의 내부로 초음파를 조사시키기 위한 초음파 발진부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 63/06 (2013.01)
B01D 63/08 (2013.01)
B01D 63/10 (2013.01)
B01D 65/02 (2013.01)
B01D 65/08 (2013.01)
C02F 1/385 (2013.01)
C02F 3/1273 (2013.01)
B01D 2321/2075 (2013.01)
C02F 2303/20 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015-C-0014-010107
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 산학협력선도대학(LINC)육성(0.5)
연구과제명 탈수슬러지케이크 초음파 전처리를 통한 고효율 메탄 생성 기술
기 여 율 1/1
주관기관 조선대학교 산학협력단
연구기간 2015.08.01 ~ 2016.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

막분리 폐수처리 시스템에 있어서,

각종 폐수가 유입되며, 유입된 폐수를 배양되어 투입된 미생물과 반응시켜 폐수에 포함된 세균 또는 유기물을 분해하기 위한 소정 용량의 반응조;

상기 미생물에 의해 분해된 폐수 처리수와 미생물을 필터링하기 위한 분리막; 및

상기 반응조의 내부로 초음파를 조사시키기 위한 초음파 발진부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 발진부는 상기 반응조의 내부로 초음파를 조사하여 상기 미생물과 폐수의 반응에 의해 발생되는 슬러지의 분해 및 상기 분리막의 표면에 부착된 파울링을 제거하는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 반응조의 외부에는 고형 이물질 또는 불순물이 제거된 상기 폐수를 상기 반응조로 유입시키기 위한 원심분리기가 구비되는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 초음파 발진부는 상기 반응조의 내부로 소정 강도의 초음파를 간헐방식으로 조사시키는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 초음파 발진부는 상기 반응조의 내부로 500W/hr 강도의 초음파를 60분 기준으로, 1분 동안 연속 조사 후 59분 동안 휴지시키는 간헐방식으로 조사시키는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 반응조에 투입되는 미생물은 8,000~12,000mg/L의 농도로 투입되는 것을 특징으로 하는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 막분리활성슬러지법(membrane bioreactor, MBR)에 초음파 조사 장치를 부가하여 잉여 슬러지 발생량을 획기적으로 줄이고 동시에 막분리 기술의 가장 큰 단점인 막 표면의 파울링(fouling)을 효과적으로 제거하는 기술로서, 안정적인 하수처리와 함께 잉여 슬러지의 발생이 최소화되고, 막 세척 주기가 길어짐으로써 결과적으로 에너지 절감과 막 수명 증가의 효과가 있는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 초음파는 20KHz 이상의 주파수를 가진 파장(소리)를 말한다. 수정과 같은 물질에 전기를 가하면 진동이 생기는데 이러한 성질을 압전성(piezoelectrocity)이라 한다.

[0004] 압전성 물질에 초당 20,000번의 전기적 스파크를 가하면 이 물질은 초당 20,000번 진동하여 20KHz 주파수의 진동이 발생하는 것이다.

[0005] 주파수가 크면 파장은 길어져 먼 곳까지 진행할 수 있는데 이를 이용하면 의료용 초음파검사기나 어군탐사 등에 이용되는 초음파탐지기가 되고, 반대로 주파수를 줄이면 파장은 커져서 비록 먼 곳까지 도달하지는 않지만 큰 파동에너지가 생긴다.

[0006] 이 에너지를 이용하면 세포의 분해나 분쇄, 지방의 용해가 가능하게 된다.

[0007] 막분리활성슬러지법은 미생물 슬러지와 처리수를 인공막을 통해 고액분리하므로써 매우 깨끗한 처리수를 얻을 수 있다.

[0008] 또한, 생물반응조의 미생물 농도를 MLSS라 하는데 MLSS가 높을수록 반응조의 크기를 작게 만들 수 있어 유리하지만 중력식 침전지로 고액분리하는데 한계가 있다.

[0009] 하지만, 막분리활성슬러지법은 생물학적 방법이므로 잉여 슬러지가 발생하여 쌓이게 되므로 주기적으로 잉여 슬러지를 제거해 주어야 한다.

[0010] 그렇지 않을 경우 생물반응조의 MLSS가 너무 높아져서 처리성이 현저하게 떨어지고 잉여 슬러지가 유출되며, 여과저항이 급속히 증가하게 된다.

[0011] 또한, 막은 보통 정밀 여과막을 사용하는데 막의 공극은 1마이크로미터 내외로 매우 미세하다.

[0012] 따라서, 막의 표면과 공극에 작은 이물질이 쌓여 여과속도는 점차 떨어지게 되고 여과압력은 증가하게 되는데 이를 폐색 또는 파울링(fouling)이라 하며, 막을 이용한 기술에서 항상 발생하는 문제점이다.

[0013] 막의 폐색이 진행되어 압력이 계속 증가하면 보통은 여과를 중단하고, 막 표면을 세척하거나 여과의 반대 방향으로 물을 주입하여 미세공극을 재생(역세척)시킨다.

[0014] 이 기간을 세척 또는 역 세척 주기라고 하고 역 세척 주기는 운전 조건이나 폐수의 성상에 따라 다르지만 보통 수 일 정도로 매우 짧은 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위해 창안된 것으로, 먼저 막분리활성슬러지법(membrane bioreactor, MBR)에 초음파 조사 장치를 부가하여 잉여 슬러지 발생량을 획기적으로 줄이고, 동시에 막분리 기술의 가장 큰 단점인 막 표면의 파울링(fouling)을 효과적으로 제거할 수 있는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템의 제공을 일 목적으로 한다.

[0017] 아울러, 안정적인 하수처리와 함께 잉여 슬러지의 발생이 최소화되고, 막 세척 주기가 길어짐으로써 에너지 절감과 분리막 수명을 증대시킬 수 있는 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템의 제공을 다른 목적으로 한다.

[0018] 한편, 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명은 상술한 목적들을 달성하기 위하여 먼저, 막분리 폐수처리 시스템에 있어서, 각종 폐수가 유입되며, 유입된 폐수를 배양되어 투입된 미생물과 반응시켜 폐수에 포함된 세균 또는 유기물을 분해하기 위한 소정 용량의 반응조, 상기 미생물에 의해 분해된 폐수 처리수와 미생물을 필터링하기 위한 분리막 및 상기 반응조의 내부로 초음파를 조사시키기 위한 초음파 발진부를 포함할 수 있다.

[0021] 바람직하게는 상기 초음파 발진부는 상기 반응조의 내부로 초음파를 조사하여 상기 미생물과 폐수의 반응에 의해 발생되는 슬러지의 분해 및 상기 분리막의 표면에 부착된 파울링을 제거할 수 있다.

[0022] 바람직하게는 상기 반응조의 외부에는 고형 이물질 또는 불순물이 제거된 상기 폐수를 상기 반응조로 유입시키기 위한 원심분리기가 구비될 수 있다.

[0023] 바람직하게는 상기 초음파 발진부는 상기 반응조의 내부로 500W/hr 강도의 초음파를 60분 기준으로, 1분 동안 연속 조사 후 59분 동안 휴지시키는 간헐방식으로 조사시킬 수 있으며, 상기 반응조에 투입되는 미생물은 8,000~12,000mg/L의 농도로 투입될 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과가 있다.

[0026] 먼저, 막분리활성슬러지법(membrane bioreactor, MBR)에 초음파 조사 장치를 부가하여 잉여 슬러지 발생량을 획기적으로 줄이고, 동시에 막분리 기술의 가장 큰 단점인 막 표면의 파울링(fouling)을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0027] 아울러, 안정적인 하수처리와 함께 잉여 슬러지의 발생이 최소화되고, 막 세척 주기가 길어짐으로써 에너지 절감과 분리막 수명을 증대시킬 수 있는 우수한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템의 전체 구성들을 도시한 개념도다.

도 2는 막분리활성슬러지법에 초음파를 조사하기 전후의 거동 변화를 나타내는 그래프다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0032] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시 예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0034] 이와 관련하여 먼저, 도 1은 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템의 전체 구성들을 도시한 개념도이며, 도 2는 막분리활성슬러지법에 초음파를 조사하기 전후의 거동 변화를 나타내

는 그래프다.

[0036] 상기 도 1 및 2를 참조하면, 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)은 막분리 폐수처리 시스템에 있어서, 각종 폐수가 유입되며, 유입된 폐수를 배양되어 투입된 미생물과 반응시켜 폐수에 포함된 세균 또는 유기물을 분해하기 위한 소정 용량의 반응조(110)를 포함한다.

[0037] 이때, 상기 폐수는 쓰레기 매립장침출수, 고농도 축산폐수, 염색폐수, 피혁폐수, 석유화학폐수, 제지폐수 등과 같은 산업폐수와 생활폐수를 의미하며, 상기 폐수에는 각종 유기물, 무기물 및 중금속 등과 같은 각종 오염물질이 포함되어 있다.

[0038] 한편, 상기 반응조(110)는 유입되는 폐수와 미리 배양되어 투입된 미생물이 서로 생물학적 반응을 일으켜 상기 폐수에 포함된 미생물 또는 각종 세균이 분해 또는 제거되는 공간으로 다양한 소재로 이루어질 수 있다.

[0039] 특히, 상기 반응조(110)는 처리하고자 하는 폐수의 양 및 투입되는 미생물의 양에 따라 다양한 용량으로 이루어질 수 있으므로 이에 대한 특별한 한정은 두지 아니한다.

[0040] 한편, 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)은 상기 반응조(110)의 외부에 고형 이물질 또는 불순물이 제거된 상기 폐수를 상기 반응조(110)로 유입시키기 위한 원심분리기(140)가 구비된다.

[0041] 상기 원심분리기(140)는 상술한 바와 같이 폐수가 상기 반응조(110)로 유입되기 전에 폐수에 포함된 각종 고형 이물질 도는 불순물, 예를 들어 각종 부유 쓰레기 등을 미리 제거하기 위한 구성이다.

[0042] 이때, 상기 원심분리기(140)는 저속, 고속 및 초원심분리기 등 다양한 형태의 원심분리기를 이용할 수 있음은 물론이나, 본 발명의 일실시 예에 있어서는 액상의 폐수와 고형의 이물질 또는 불순물을 단순 분리할 수 있는 여과용 원심분리기 일명 원심여과기를 이용한다.

[0043] 한편, 상기 반응조(110)에 투입되는 미생물은 분해하고자 하는 폐수의 성질에 따라 다양한 미생물을 투입할 수 있으므로 이에 대한 특별한 한정은 두지 아니한다.

[0044] 다만, 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)에 있어서, 상기 반응조(110)에 투입되는 미생물은 8,000~12,000mg/L의 농도로 투입된다.

[0045] 일반적으로, 막분리활성슬러지법은 미생물 슬러지와 처리수를 인공막을 통해 고액분리하므로써 매우 깨끗한 처리수를 얻을 수 있다.

[0046] 이때, 생물반응조의 미생물 농도를 MLSS라 하는데 MLSS가 높을수록 반응조의 크기를 작게 만들 수 있어 유리하나, 높은 MLSS 일수록 미생물 반응에 따른 잉여 슬러지의 발생량이 증가하므로 중력식 침전지로 고액분리하는데 한계가 있어 통상적인 MLSS는 3,000mg/L 정도로 투입된다.

[0047] 그러나, 본 발명의 일실시 예에 있어서는 후술할 초음파 발진부(130)를 통해 높은 농도의 미생물 투입에 따라 발생하는 잉여의 슬러지를 효과적으로 분해함으로써, 8,000~12,000mg/L 농도까지 미생물을 투입할 수 있으며, 이로 인해 보다 깨끗한 처리수를 얻을 수 있을뿐만 아니라, 폐수처리 시스템의 컴팩트화를 실현할 수 있다.

[0048] 한편, 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)는 상기 도 1에 도시된 바와 같이 상기 미생물에 의해 분해된 폐수 처리수와 미생물을 필터링하기 위한 분리막(120)을 포함한다.

[0049] 이때, 상기 분리막(120)을 통해 여과된 처리수는 별도로 구비되는 배출펌프 및 파이프(도시되지 않음)를 통해 상기 반응조(110)의 외부로 배출된다.

[0050] 한편, 상기 분리막(120)은 상술한 바와 같이 상기 폐수에 잔존하는 유기물, 세균 또는 중금속을 필터링하기 구성으로, 나선형 모듈 및 관형 모듈을 포함하는 다양한 방식의 분리막 또는 막분리용 모듈을 이용할 수 있다.

[0051] 다만, 본 발명의 일실시 예에 있어서는 평막 또는 중공사막 필터를 이용한다.

[0052] 한편, 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)은 상기 반응조(110)의 내부로 초음파를 조사시키기 위한 초음파 발진부(130)를 포함한다.

[0053] 이때, 상기 초음파 발진부(130)는 상기 반응조(110)의 내부로 초음파를 조사하기 위한 구성으로, 상기 반응조(110)의 내부로 조사된 초음파는 상기 반응조(110)의 내부에 캐비티를 형성한다.

[0054] 이때, 상기 캐비티란 수중(본 발명의 일실시 예에 있어서는 반응조(110)에 유입된 폐수를 의미함)에 초음파가 가해져 발생되는 진공상태이면서 마이크로 미터(㎛) 크기인 기포를 의미한다.

[0055] 한편, 상기 캐비티는 빠른(수 마이크로 초 단위) 발생과 소멸(터지는 현상)을 반복, 이른바 캐비테이션(Cavitation)현상을 보이는데 보통 캐비티 내부는 5,000℃ 정도의 고온과 1,000기압의 조건을 가지며, 캐비티가 터질 때 상당한 충격파와 라디칼이 생성된다.

[0056] 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템(100)은 상기 초음파 발진부(130)를 통해 발생된 캐비티의 충격파 및 라디칼을 이용하여 상기 미생물과 폐수의 반응에 의해 발생되는 슬러지의 분해 및 상기 분리막의 표면에 부착된 파울링(fouling)을 제거한다.

[0057] 한편, 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 초음파 발진부(130)는 상기 반응조(110)의 내부로 500W/hr 강도의 초음파를 60분 기준으로, 1분 동안 연속 조사 후 59분 동안 휴지시키는 간헐방식으로 조사시킨다.

[0058] 한편, 초음파의 조사 강도와 조사 시간은 초음파 분해에서 매우 중요한 영향인자로 본 발명의 일실시 예에 있어서는 상술한 바와 같은 간헐방식으로 초음파를 조사시키는데 이처럼 초음파를 조사하는 이유는 짧은 시간 동안 슬러지를 집중적으로 분해하고, 미생물이 재합성되는 시간(휴지)을 줌으로써 lysis and regeneration이 반복적, 안정적으로 유지되게 하기 위함이다.

[0059] 한편, 상술한 초음파 강도(500W/hr)는 초음파 조사율로 환산시 반응조의 용량 기준으로 0.19W/L/min, 고형물량 기준으로 0.02~0.06W/g/MLSS에 해당한다.

[0060] 한편, 지나친 강도의 초음파 조사는 슬러지 용해를 가속화하여 오히려 슬러지 처리성이 저하되고, 너무 낮은 강도의 초음파는 분해효과가 없으므로 상기 0.02~0.06W/g/MLSS가 적절하다.

[0061] 한편, 막분리활성슬러지법에 초음파를 조사하기 전후의 거동 변화를 나타내는 그래프인 도 2를 참조하면, 실험 시작에서부터 42일까지는 초음파 조사 없이 진행한 경우로서 슬러지(Solids)가 꾸준히 증가하고, 여과압력이 점차 증가하여 간헐적으로 세척을 한 경우로서, 42일 동안 총 3회의 세척이 필요하였다.

[0062] 또한, 세척과 동시에 슬러지의 강제 배출도 함께 실시하여 혼합액의 농도가 지나치게 증가하는 것을 방지할 필요가 있었다.

[0063] 이에 반해 42일 이후에는 초음파를 조사한 경우인데, 초음파 조사를 통해 17일간 고형물의 농도가 10,000mg/L에서 3,000mg/L까지 꾸준히 감소하였다.

[0064] 또한, 여과압력은 초음파가 없는 경우에 평균 15일 동안 60cmHg만큼씩 감소하여 세척이 필요한데 반해, 초음파를 조사한 경우는 감소폭이 매우 낮아서 17일간 10cmHg 만큼 감소한 것이 전부였다.

[0065] 따라서, 초음파 조사로 인해 고형물 감소가 뚜렷하고, 여과압력 손실은 크지않아 세척 주기는 실험기간인 17일보다 훨씬 길게 나타났다.

[0066] 결과적으로 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템은 상술한 기술적 구성을 통해, 막분리활성슬러지법(membrane bioreactor, MBR)에 초음파 조사 장치를 부가하여 잉여 슬러지 발생량을 획기적으로 줄이고, 동시에 막분리 기술의 가장 큰 단점인 막 표면의 파울링(fouling)을 효과적으로 제거할 수 있으며, 안정적인 하수처리와 함께 잉여 슬러지의 발생이 최소화되고, 막 세척 주기가 길어짐으로써 에너지 절감과 분리막 수명을 증대시킬 수 있는 우수한 효과가 있다.

[0068] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능하다 할 것이다.

부호의 설명

[0070] 100 : 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 분해장치가 구비된 막분리 폐수처리 시스템

110 : 반응조

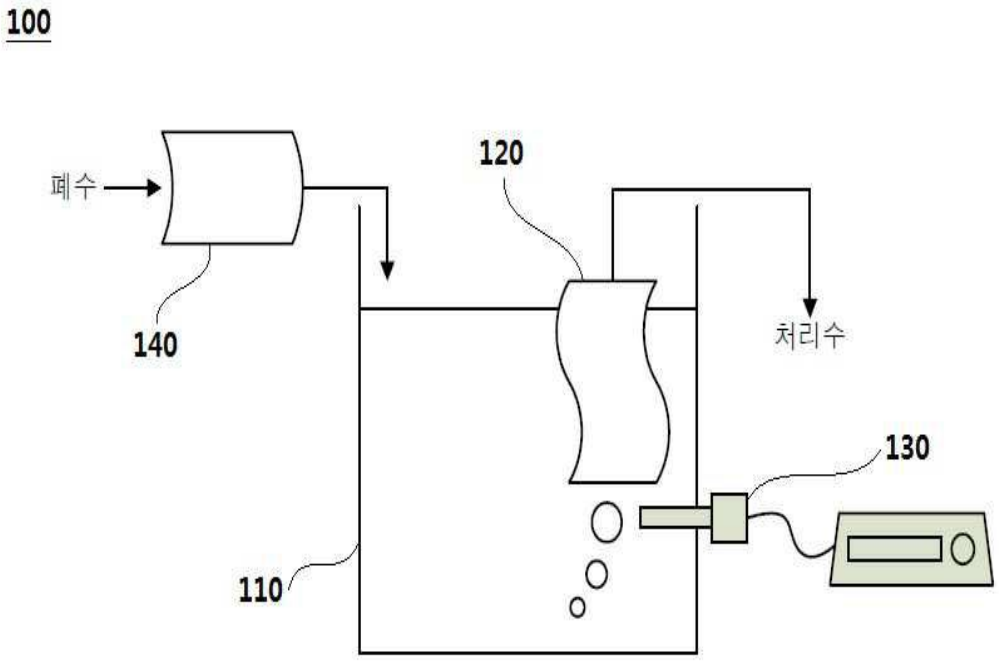
120 : 분리막

130 : 초음파 발진부

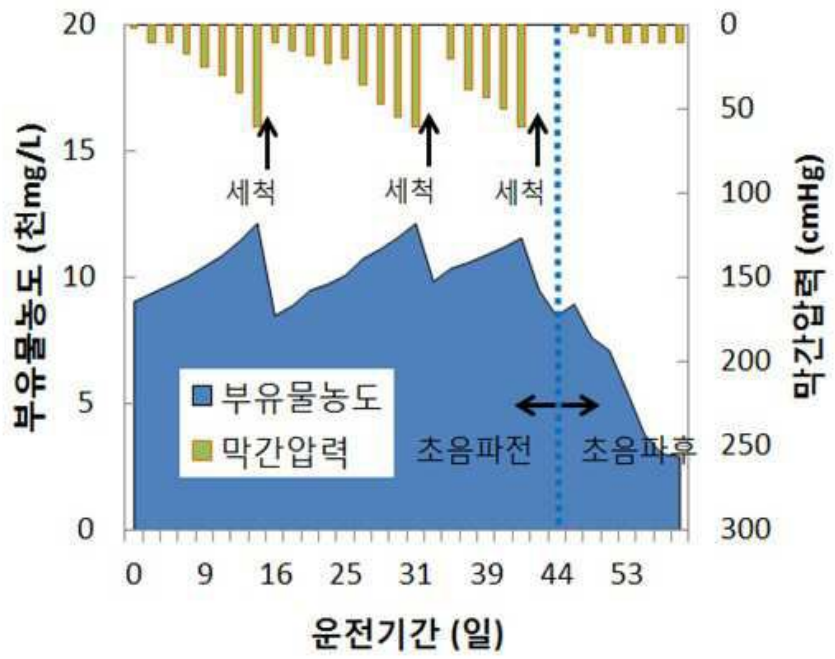
140 : 원심분리기

도면

도면1



도면2


부유물농도 (천mg/L)
막간압력 (cmHg)
세척
세척
세척
부유물농도
막간압력
초음파전
초음파후
운전기간 (일)
0
9
16
25
31
39
44
53
20
15
10
5
0
0
50
100
150
200
250
300