

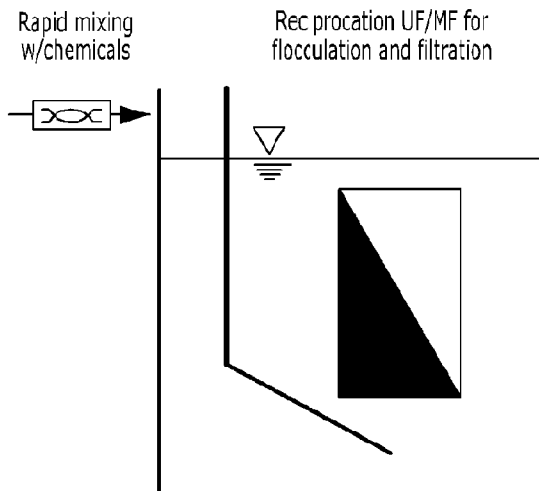


- (51) 국제특허분류:
C02F 3/30 (2006.01) B01D 63/00 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01) B01D 61/14 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/000501
- (22) 국제출원일: 2016년 1월 18일 (18.01.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
14/833,527 2015년 8월 24일 (24.08.2015) US
- (71) 출원인: 두산중공업 주식회사 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CONSTRUCTION CO., LTD.) [KR/KR]; 51711 경상남도 창원시 청산구 두산볼보로 22 (귀곡동), Gyeongsangnam-do (KR).
- (72) 발명자: 노형근 (ROH, Hyung Keun); 07571 서울시 강서구 공항대로 45길 24 (등촌동, 등촌현대 1 차아파트), Seoul (KR). 호재호 (HO, Jaeho); 33647 플로리다주 탬파 화이트우드 웨이 20723, Florida (US).
- (74) 대리인: 이영규 (LEE, Young Kyu) 등; 135-502 서울시 강남구 테헤란로 108길 11, 3층 (대치동, 삼호빌딩), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: SUBMERGED MEMBRANE FILTRATION SYSTEM USING RECIPROCATING MEMBRANE

(54) 발명의 명칭 : 왕복하는 막을 사용하는 침지형 막여과 시스템

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to a membrane filtration system comprising a mechanical membrane reciprocation system for reducing or eliminating membrane fouling. The described membrane filtration system can be operated with a higher flux and lower fouling, compared with membrane filtration systems using air scouring. In addition, the system can remove nitrogen and phosphorous using a single RAS and a single inner recirculation line, or without the inner recirculation line. Various mechanical means may also be employed to generate a reciprocating motion.

(57) 요약서: 본 발명은 막 오염을 감소시키거나 또는 제거하기 위한 기계적 막 왕복 시스템을 포함하는 막 여과 시스템에 관한 것이다. 기술된 막 여과 시스템은 공기 정련을 사용하는 막 여과 시스템들에 비해 더 높은 플럭스 및 더 낮은 오염으로 운전될 수 있다. 게다가 시스템은 하나의 RAS 및 하나 내부 재순환 라인으로 또는 내부 재순환 라인 없이 질소 및 인을 제거할 수 있다. 왕복 운동을 생성하기 위하여 여러 기계적 수단들이 또한 채용될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 왕복하는 막을 사용하는 침지형 막여과 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 폐수를 처리하기 위한 막 여과 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 침지형 막 여과(Submerged membrane filtration)에서 통상적으로 활용되는 막 공기 정련(membrane scouring) 대신 침지형 막의 반복적인 전후진 운동(이하에서는 "왕복 운동(reciprocating motion)" 또는 "왕복(reciprocation)"이라 칭함)을 채용하여 여과 및 영양물 제거 효능들을 증가시킨 막 여과 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 막 여과 시스템의 여러 실시예들은 막 여과 공정을 활용하여 폐수로부터 오염물들을 제거한다. 막 여과에서의 오염물질들의 제거를 증가시키기 위하여 여러 변형된 막처리 공정들은 단독으로 또는 연속하여 사용될 수 있다. 공지의 막 여과 시스템들은 또한 완전한 고-액 분리를 위한 물리장벽으로서 저압 정밀여과(MF: microfiltration) 또는 한외여과(UF: ultrafiltration) 막들을 사용한다. 막들은 전형적으로 여과조 내에 설치된다. 막 공기 정련은 침지형 막 여과 운전에서 심각하고 그리고 급속한 막 오염을 방지하는 데 극히 중요하다. 이들 공지의 기술들에 의하여, 막 여과 시스템들은 2차 및 3차 폐수 처리를 달성할 수 있다.
- [3] 공지의 막 여과 시스템들의 하나의 잇점은 3급 용출수(tertiary quality effluent)의 가정 및 산업 폐수의 처리에의 직접적인 도입이다. 막 여과 기술에서의 관심이 증가하는 다른 이유는 통상의 처리 공정에 비하여 해당 설비가 차지하는 공간의 크기 즉, 풋프린트(footprint)가 작기 때문이다. 예를 들면, 통상의 막 여과 시스템들을 사용하면, 처리 설비는 그의 전체 풋프린트의 증가함이 없이 잠재적으로 그의 용량이 2배가 될 수 있다. 막 여과 기술은 가정 폐수로 한정되지 않을 뿐만 아니라 재사용을 위한 산업 폐수를 처리하는 데에도 또한 적용될 수 있다.
- [4] 막 여과 시스템의 하나의 실시예가 데이거(Daigger)에 허여된 미합중국 특허 제4,867,883호에 기술되어 있다. 이 문헌은 도시 폐수로부터 유기물, 인 및 질소 영양물들을 제거하기 위한 고속의 생물학적 폐수 처리 공정을 기술하고 있다. 다른 막 여과 시스템이 닉(Nick)과 그의 동료들에게 허여된 미합중국 특허 제8,287,733호에 기술되어 있다. 이는 제1 및 제2 무산소조들과 제1 및 제2 호기조들을 활용하는 시스템을 기술하고 있다. 또한, 복수의 막 탱크들을 감싸기 위한 막 챔버의 사용이 기술되어 있다.
- [5] 공지의 막 여과 시스템들의 하나의 공통적인 단점은 막 오염(membrane fouling)이다. 이는 가용성이고 그리고 입자화된 물질들이 막 표면에 축적되는

경우에 발생한다. 이러한 오염이 발생하는 경우, 막을 통과하는 투과액에서의 뚜렷한 감소 또는 막관통압(transmembrane pressure)에서의 증가가 존재한다. 둘 중의 어느 경우에도, 그 결과는 시스템 성능에서의 극적인 감소이다. 막 여과 시스템들이 대체로 높은 혼합액현탁고형물(MLSS: mixed liquor suspended solids)에 대하여 운전된다는 것을 고려하면 막 오염은 막 여과 시스템들에서 특히 문제가 된다.

- [6] 막 오염에 대한 하나의 해결책은 공기 정련(air scouring)이다. 격렬한 공기 정련은 급속하고 그리고 영구적인 오염 및 특히 케이크층 누적(cake layer buildup) 없이 그리고 안정한 플럭스 운전(flux operation)을 허용한다. 막 여과장치가 운전되는 보다 높은 MLSS 농도를 가정하면, 빈번한 유지 세척 및 탱크 밖의 세척들이 오염 및 투과성의 관점들에서 막 성능을 유지하는 데 또한 중요하다. 공기 정련이 에너지 집약적이기 때문에 최적은 아니다. 막에 대한 추가의 공기 정련으로 인하여 막 여과 시스템들에서 에너지 소모는 상당히 높다.
- [7] 또한, 격렬하게 공기를 불어넣는 방식이므로 무산소(anoxic)나 혐기성(anaerobic) 등의 산소-결핍 조건이나 저속 교반 조건에 적합한 공정 유닛들과 결합하기에 부적절하여 이로 인해 다양한 적용에 제한이 많다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 당해 기술분야에서 막 오염을 제거하거나 또는 감소시키고 그리고 공기 정련에 의존하지 않는 개선된 막 여과 시스템들에 대한 요구가 존재하므로, 본 발명은 당해 기술분야에서 이들 및 다른 요구들을 만족하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명은 바람직한 일 실시예에 따라 잠호된 막(submerged membrane)(70); 및 잠호된 막(70)을 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 생성하고, 그에 의하여 왕복이 잠호된 막(70) 상의 오염(fouling)을 감소시키는 기계적 왕복 장치(80);를 포함하는 막 왕복 시스템을 제공할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 기계적 왕복 장치(80)가 상기 잠호된 막(70)을 전후(back and forth)로 왕복시켜 상기 잠호된 막(70) 표면으로부터 오염 물질(foulants)을 떨어내도록 할 수 있다.
- [11] 또, 상기 기계적 왕복 장치(80)는, 축(110)을 경유하여 활주 프레임(90)에 서로 연결되는 회전자(rotor)(100); 및 상기 잠호된 막(70)과 상호 연결되는 활주 프레임(90);을 포함하고, 상기 활주 프레임(90)이 상기 잠호된 막(70)을 왕복시키도록 구성할 수 있다.
- [12] 그리고 상기 기계적 왕복 장치(80)는, 벨트(102)를 경유하여 풀리(pulley)(101)에 연결되어 상기 회전자(100)를 회전시키고 그에 의하여 상기 축(110)을 통하여 회전 운동을 상기 활주 프레임(90)의 왕복 운동으로 전환시키는 저속 모터(low RPM motor)(103);를 포함할 수 있다.

- [13] 또한, 상기 활주 프레임(90)에는, 왕복 운동으로 인한 충격 부하를 감소시키기 위하여 상기 활주 프레임(90)과 축(110) 사이의 구비되는 완충기(dampener)(94); 및 상기 활주 프레임(90)이 활주 레일(92)을 따라 이동될 수 있도록 마련되는 선형 베어링(linear bearings)과 굴대받이(pillow block)(91) 지지물;이 구비될 수 있다.
- [14] 한편, 본 발명은 바람직한 다른 실시예에 따라 처리되어야 할 유입수(10)를 수용하고 처리된 폐수를 생성하는 생물학적 처리 트레인(biological treatment train)(50); 잠호된 막(70)을 감싸고, 상기 생물학적 처리 트레인(50)으로부터의 처리된 폐수가 상기 잠호된 막(70)을 통하여 여과되어 유출수(40)를 생성하는 막 탱크(60); 및 상기 잠호된 막(70) 상의 오염(fouling)을 감소시키고 상기 막 탱크(60) 내에 산소 고갈 조건들을 제공하기 위하여 상기 잠호된 막(70)을 왕복시키는 기계적 왕복 장치(80);를 포함하는 왕복하는 막 생물반응기 시스템을 제공할 수 있다.
- [15] 이때, 상기 기계적 왕복 장치(80)는, 축(110)을 경유하여 활주 프레임(90)에 서로 연결되는 회전자(rotor)(100); 및 상기 잠호된 막(70)과 상호 연결되는 활주 프레임(90);을 포함하고, 상기 활주 프레임(90)이 상기 잠호된 막(70)을 왕복시키도록 구성할 수 있다.
- [16] 또한, 상기 기계적 왕복 장치(80)는, 벨트(102)를 경유하여 풀리(pulley)(101)에 연결되어 상기 회전자(100)를 회전시키고 그에 의하여 상기 축(110)을 통하여 회전 운동을 상기 활주 프레임(90)의 왕복 운동으로 전환시키는 저속 모터(low RPM motor)(103);를 포함할 수 있다.
- [17] 또, 상기 생물학적 처리 트레인(50)은, 용존 산소의 부재 조건 하에서 유입수를 생물학적으로 처리하기 위한 혐기처리조(anaerobic treatment tank)(51); 산소-결핍 조건 하에서 상기 혐기처리조(51)로부터의 처리된 폐수를 탈질하기 위한 무산소처리조(anoxic treatment tank)(52); 및 용존 산소의 존재 조건 하에서 상기 무산소처리조(52)로부터 처리된 폐수를 생물학적으로 처리하기 위한 호기처리조(aerobic treatment tank)(53);를 포함할 수 있다.
- [18] 이때, 상기 막 탱크(60)로부터 상기 무산소처리조(52)로 활성슬러지를 전송하기 위한 활성슬러지 반송 라인(31); 및 상기 무산소처리조(52)로부터 상기 혐기처리조(51)로의 내부 재순환 라인(32);을 더 포함할 수 있다.
- [19] 그리고, 상기 막 탱크(60)로부터 상기 혐기처리조(51)로 활성슬러지를 전송하기 위한 활성슬러지 반송 라인(33); 및 상기 호기처리조(53)로부터 상기 무산소처리조(52)로의 내부 재순환 라인(34);을 더 포함할 수 있다.
- [20] 또한, 상기 생물학적 처리 트레인(50)은, 산소-결핍 조건 하에서 유입수(10)를 탈질하기 위한 무산소처리조(52); 용존 산소의 부재 조건 하에서 상기 무산소처리조(52)로부터의 처리된 폐수를 생물학적으로 처리하기 위한 혐기처리조(51); 및 용존 산소의 존재 조건 하에서 상기 혐기처리조(51)로부터의 처리된 폐수를 생물학적으로 처리하기 위한 호기처리조(53);를 포함할 수 있다.

- [21] 이때, 상기 막 탱크(60)로부터 상기 무산소처리조(52)로 활성슬러지를 전송하기 위한 활성슬러지 반송 라인(31);을 더 포함할 수 있다.
- [22] 그리고, 상기 생물학적 처리 트레인(50)은, 산소-결핍 조건 하에서 유입수(10)를 탈질하기 위한 무산소처리조(52); 및 용존 산소의 존재 조건 하에서 상기 무산소처리조(52)로부터의 처리된 폐수를 생물학적으로 처리하기 위한 호기처리조(53);를 포함할 수 있다.
- [23] 이때, 상기 막 탱크(60)로부터 상기 무산소처리조(52)로 활성슬러지를 전달하는 활성슬러지 반송 라인(31);을 더 포함할 수 있다.
- [24] 한편, 본 발명은 바람직한 다른 실시예에 따라 내부에 침지된 막(submerged membrane)이 구비되어 내부로 유입되는 처리 대상물인 폐수가 상기 막을 통해 여과되어 처리수를 생성하여 배출하는 막 탱크; 및 상기 막을 전후(back and forth)로 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 부여하여 상기 막 표면에 형성된 오염물질(foulants)을 산소-결핍 조건 하에서 떨어내는 기계적 왕복장치;를 포함하고, 상기 막은 정밀여과(MF) 막 또는 한외여과(UF) 막인 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템을 제공할 수 있다.
- [25] 이때, 상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 2Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 10mm 이상일 수 있으며, 바람직하게는 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 1Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 30mm 이상일 수 있고, 더욱 바람직하게는 상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 0.5Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 40mm 이상일 수 있다.
- [26] 또한, 상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 0.2~0.5Hz으로 저속 교반 조건으로 상기 막이 왕복되고, 상기 막 탱크 상류 측에 응집제 투입부가 구비되어 단일한 상기 막 탱크 내에서 투입된 응집제로 인한 응집(flocculation)과 여과(filtration)가 동시에 일어나도록 구성할 수 있다.
- [27] 상기 막 탱크 상류 측에 구비되며 셀레늄(selenium) 산화물이 포함된 폐수를 무산소(anoxic) 또는 혐기성(anaerobic) 조건 하에서 생물학적으로 환원 처리하여 생성되는 중간 처리수를 상기 막 탱크로 공급하는 셀레늄 환원조;를 더 포함할 수 있다.
- [28] 이때, 상기 셀레늄 환원조에서 생성되는 상기 중간 처리수가 상기 막 탱크로 공급되기 이전에 상기 중간 처리수에 응집제를 투입하는 응집제 투입부; 및 상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부를 분리 회수하여 상기 셀레늄 환원조로 재투입하는 재순환 배관;을 더 포함할 수 있다.
- [29] 상기 막 탱크 상류 측에 구비되며 유입되는 유기화합물이 포함된 폐수를 혐기성 조건 하에서 생물학적으로 혐기성 소화(anaerobic digestion) 처리하여 생성된 슬러지 상부에 부유되는 상청액(supernatant)을 상기 막 탱크로 공급하는 혐기성 소화조;를 더 포함할 수 있다.
- [30] 이때, 상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부를 분리 회수하여 상기 혐기성 소화조로 재투입하는 재순환 배관;을 더 포함할 수 있다.

- [31] 또한, 상기 혐기성 소화조의 상류 측에 구비되며 유입되는 유기화합물이 포함된 폐수를 교반기(mixer)를 통해 기계적으로 교반시키고 슬러지 히터(sludge heater)를 통해 가열하여 최종 생성되는 중간 슬러지를 상기 혐기성 소화조로 공급하는 고속 소화조;를 더 포함하여 상기 혐기성 소화조와 함께 2단 혐기성 소화조(two-stage anaerobic digester)를 이루도록 구성할 수 있다.
- [32] 이때, 상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부가 상기 고속 소화조에서 배출되는 상기 중간 슬러지와 혼합되어 상기 혐기성 소화조로 투입되도록 분리 회수하는 재수환 배관;을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [33] 본 발명에서 제공하는 잠호된 막(submerged membrane); 및 잠호된 막을 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 생성하고, 그에 의하여 왕복이 잠호된 막 상의 오염(fouling)을 감소시키는 기계적 왕복 장치;를 포함하는 막 왕복 시스템은 효과적으로 막 오염(membrane fouling)을 방지할 수 있으며, 막을 통과하는 투과액의 감소 또는 막관통압(transmembrane pressure)의 증가를 방지함으로써, 막 분리 시스템 성능 저하를 막을 수 있는 효과가 있다.
- [34] 본 발명은 종래의 공기 정련(air scouring)으로 인한 에너지 소모를 감소시킬 수 있으며, 무산소(anoxic)나 혐기성(anaerobic) 등의 산소-결핍 조건이나 저속 교반 조건에 적합한 공정 유닛들과 결합되어 운전될 수 있는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 본 발명의 막 여과 시스템을 나타내는 개략적인 일반 공정 다이어그램이다.
- [36] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 단일(single stage) 연수화(softening) 공정 다이어그램이다.
- [37] 도 3는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 2단(two stage) 연수화(softening) 공정 다이어그램이다.
- [38] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 배연탈황(FGD) 폐수 내 셀레늄 제거 공정 다이어그램이다.
- [39] 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 단일(single stage) 혐기성 소화조(anaerobic digester)의 공정 다이어그램이다.
- [40] 도 6는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 2단(two stage) 혐기성 소화조(anaerobic digester)의 공정 다이어그램이다.
- [41] 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 MBR(Membrane bioreactor) 시스템의 공정 다이어그램이다.
- [42] 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 기계적 왕복장치의 개략적인 구체예이다.
- [43] 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 기계적 왕복장치의 다른 구체예의

상세도면이다.

- [44] 도 10 내지 18은 본 발명의 여러 대안의 MBR 공정들을 나타내는 공정 다이어그램이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [45] 본 발명은 막 케이지(또는 막 카세트)를 전후로 왕복시키기 위한 기계적 왕복장치를 포함하는 침지형 막 여과 시스템에 관한 것이다. 기계적 왕복장치는 공기 정련의 사용을 제거한다. 막 케이지/카세트의 반복적인 왕복은 막 섬유들에 대하여 작용하는 관성력을 생성하고, 이는 막 표면으로부터 오염물을 떨어낸다. 시스템은 호기조 또는 별도의 막 탱크 내에 침지형되는 막 모듈을 포함하는 막 케이지/카세트를 포함한다. 막 케이지/카세트는 기계적으로 왕복될 수 있으며, 이는 기술된 막 여과 시스템이 공기 정련을 사용하는 막 여과 시스템 보다 높은 플럭스 및 보다 낮은 오염으로 작동되도록 하는 것을 가능하게 한다. 왕복 운동을 생성하기 위한 여러 기계수단들이 채용될 수 있다. 본 발명의 여러 상세들 및 이들이 연계되는 방법이 이하에서 보다 상세하게 기술한다.
- [46] 도 1은 본 발명의 막 여과 시스템의 기본 구성들을 묘사하고 있다. 시스템은 내부에 침지된 막(submerged membrane)이 구비되어 내부로 유입되는 처리 대상물인 폐수가 상기 막을 통해 여과되어 처리수를 생성하여 배출하는 막 탱크; 및 상기 막을 전후(back and forth)로 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 부여하여 상기 막 표면에 형성된 오염물질(foulants)을 산소-결핍 조건 하에서 떨어내는 기계적 왕복장치;를 포함한다. 이때, 상기 막은 완전한 고-액 분리를 위한 물리적 장벽으로 사용되는 저압 정밀여과(MF) 또는 한외여과(UF) 막일 수 있다.
- [47] 앞서 언급한 바와 같이 기존의 침지식 UF/MF 시스템에서의 공기 정련을 통한 막 세정 방식은 전력 소비가 클 뿐만 아니라 공기 정련 그 자체를 위한 설비에 따르는 장치비용 또한 상당하였으며, 이에 따라 높은 에너지 효율을 얻을 수 있으면서도 산소-결핍 조건을 유지할 수 있는 막 세정 방식에 대한 요구가 높아지고 있다.
- [48] 이를 해결하기 위해 본 발명은 공기 주입방식을 대신하여 막 모듈을 천천히 흔들어 주어 막 모듈에 저속 왕복운동을 전달해 줌으로써, 막 모듈의 좌우 운동으로 인해 발생하는 관성력(inertia force)으로 오염물질을 떨어내어 막을 세정하는 방식을 채택하였다.
- [49] 본 발명은 낮은 진동수(low frequency)와 상대적으로 높은 진폭(relatively high amplitude)으로 막이 좌우 방향 왕복운동을 하도록 유도함으로써 막에 최적화된 관성력이 가해지도록 하는 것이 본 발명의 차별화된 특징이다. 이를 통해 종래의 고비용, 고에너지, 고산소, 고속교반 조건을 갖는 공기 정련방식을 대체하여 낮은 비용과 높은 에너지 효율로 막을 세정할 수 있으며 각종 무산소 혹은 혐기성 생물학적 반응공정과 효과적으로 결합될 수 있도록 산소-결핍 조건을 유지할 수 있고, 저속 교반 조건으로 운전되므로 수처리 공정의 기본이자

핵심이라고 할 수 있는 응집/혼화와 침전/여과를 단일한 탱크 내에서 동시에 수행할 수 있어 CAPEX를 현저하게 절감시킬 수 있다.

- [50] 도 2 및 3에는 본 발명의 막 여과 시스템을 적용한 단일/2단 연수화 공정의 다이어그램이 도시되어 있다. 연화 공정 (softening) 은 금속이온이 많이 함유된 경수 (Hard Water) 내에서 칼슘, 마그네슘, 기타 금속이온을 제거하는 공정이다. 경수내 포함된 금속 중탄산염, 염화물 및 황산염 등은 배관내 물때(limescale) 생성을 촉진하여 배관이 막히거나 부식될 위험이 있다. 경수내 금속이온을 제거하기 위하여 상기 급속혼화조 내에 응집제를 투입하여 경수와 혼합한다. 혼합된 경수는 응집조로 이송되고 경수내 금속이온은 응집제와 반응하여 플록(floc)을 형성한다. 플록을 포함한 경수는 막 탱크로 이송되며 막 탱크로 이송된 경수는 왕복장치에 연결된 막에 의해 여과되어 처리수를 생산하며 경수내 포함된 플록은 막 탱크 하부로 침전된다. 이를 통해 막 탱크 내에서 침전과 여과가 한 조 내에서 동시에 이루어지며 별도의 침전조를 설치할 필요가 없어 장치 설치면적 및 비용을 절감할 수 있다.
- [51] 본 발명의 막 여과 시스템은 낮은 진동수와 높은 진폭으로 막이 좌우 방향으로 왕복 운동을 수행하도록 하는 막 세정 방식을 채택하기 때문에 저속 교반 조건을 유지할 수 있다. 따라서 응집제 투입으로 인한 응집과 혼화가 이루어지면서도 탱크 내 하부에 윗물과 경계를 이루어 형성되는 블록 현탁층 즉, 슬러지 블랭킷(sludge blanket)이 안정적으로 유지되도록, 다시 말해 높이에 따른 슬러지의 농도 구배가 발생되도록 하기 때문에, 응집/혼화와 침전/여과가 단일한 막 여과 시스템 탱크 내에서 동시에 일어나도록 할 수 있다.
- [52] 한편, 막에 가해지는 왕복운동의 진동수와 진폭은 적용되는 공정의 종류나 처리대상물인 원수의 상태, 제거되어야 할 대상물의 종류나 양 등 다양한 변수를 고려하여, 낮은 진동수와 상대적으로 높은 진폭을 통해 막에 충분한 관성력을 부여하여 막 세정이 효과적으로 이루어질 수 있도록 해야 한다. 예컨대 MBR 시스템에 적용될 경우 0.5Hz 정도의 진동수가 바람직하며, 파티클(particle)이 적은 UF 시스템의 경우에는 0.2Hz 까지 낮게 운전할 수도 있다. 통상적인 여러 수처리 공정을 참작할 때 2Hz 정도 수준의 진동수와 10mm 정도 수준의 진폭을 각각 상한값과 하한값으로 상정해 볼 수 있으며, 본 발명은 앞서 언급한 바와 같이 낮은 진동수와 상대적으로 높은 진폭을 통한 관성력 발생을 주요 특징으로 하기 때문에 하한값의 상정은 큰 의미가 없다.
- [53] 구체적으로, 막 왕복운동의 진동수의 경우에는, 앞서 언급한 바와 같이, 하한값에는 큰 의미가 없고 2Hz 이하로 운전할 수 있으며, 바람직하게는 1Hz 이하로 운전할 수 있고, 더욱 바람직하게는 0.5Hz 이하로 운전할 수 있으며, 가장 바람직하게는 0.3~0.5Hz 범위 내에서 운전하는 것이 좋다. 1Hz 이상은 에너지 소비량과 구조적 안전성 문제가 생길 여지가 있기 때문이다. 막 왕복운동의 진폭의 경우에는 10mm 이상으로 운전할 수 있으며, 바람직하게는 30mm 이상, 더욱 바람직하게는 40mm 이상으로 운전할 수 있다. 진폭의 경우에도 앞서

언급한 바와 같이 상한값에 큰 의미가 없으나 굳이 한정한다면 에너지 경제성과 구조적 안정성을 고려하였을 때 100mm 정도 수준이 될 것이다.

- [54] 왕복운동의 진동수와 진폭 간에는 절대적인 상관관계가 존재하지는 않지만 어느 정도의 종속관계는 존재하여 진동수가 작아질수록 진폭이 커지게 된다. 그러나 적용 분야, 막오염(fouling) 경향성 등에 따라 달라질 수 있다.

[55]

- [56] 도 4에는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 막 여과 시스템이 적용된 형태의 습식 배연탈황(Flue gas desulfurization, FGD) 공정에서 발생하는 폐수 내 셀레늄 제거 공정에 대한 다이어그램이 도시되어 있다. 배연탈황 폐수 외에도 각종 coal 산업 분야에서 발생하는 폐수에는 셀레늄 화합물이 포함되어 있어 이를 제거해야 할 필요성이 있다. 특히 셀레늄 산화물을 제거하기 위해서는 이를 셀레늄(elemental selenium)으로 환원시켜 여과 제거해야 한다. 이를 위해 MBBR, FBR, PBR과 같이 무산소(anoxic) 혹은 혐기성(anaerobic) 미생물을 이용한 생물반응기 즉 셀레늄 환원조를 사용하게 된다. 이때 환원된 셀레늄이 포함된 중간 처리수에 응집제를 투입하여 본 발명의 막 여과 시스템에 도입하게 되면 효과적으로 셀레늄을 여과 제거할 수 있게 되며, 막 표면에 오염이 발생되더라도 왕복운동을 통해 막에 관성력을 발생시켜 제거할 수 있고, 공기 정련 방식이 아니어서 산소-결핍 조건이 유지되기 때문에 배출수를 곧바로 재순환 배관을 통해 셀레늄 환원조로 재투입할 수 있으므로 전체 공정의 처리효율을 현저히 높일 수 있다.

[57]

- [58] 도 5와 도 6에는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 막 여과 시스템이 적용된 형태의 단일(single stage)/2단(two stage) 혐기성 소화조(anaerobic digester)의 공정 다이어그램이 도시되어 있다. 앞서 언급한 바와 같이 본 발명의 막 여과 시스템은 산소-결핍 조건을 유지하여 운전할 수 있기 때문에 유기화합물 분해 제거를 위한 혐기성 소화조와 결합하기에 매우 적합하다. 구체적으로 막 탱크 상류 측에는 유기화합물이 포함된 폐수를 혐기성 조건 하에서 생물학적으로 혐기성 소화 처리하여 슬러지를 생성하는 한편 슬러지 상부에 부유되는 상청액(supernatant)을 막 탱크 측으로 공급하는 혐기성 소화조를 구비할 수 있다. 원수가 혐기성 소화조에 유입되면 생물학적 작용을 통해 도 5에 도시된 바와 같이 활성 소화층(active digestion) 하부로 소화 처리된 슬러지가 침전되고 상부로 상청액과 스크(scum)이 부유되며 가스가 발생되는데, 가스와 스크는 별도로 제거하여 최종적으로 상청액이 후단으로 이송된다. 이때 활성 소화층에 존재하는 미생물들을 가열하여 대사를 촉진할 수 있다. 이러한 방식을 단일(single stage) 방식 혹은 표준 속도(standard rate) 방식이라 한다.

- [59] 또한, 도 6과 같이 2단의 혐기성 소화조를 직렬로 연결하여 운전할 수 있다. 전단에는 유기화합물이 포함된 폐수를 교반기를 통해 기계적으로 교반시켜 유기화합물과 미생물 간의 접촉을 향상시키는 한편 슬러지 히터를 통해

가열하여 미생물의 대사 속도를 촉진하여 소화 속도를 높이는 고속 소화조를 배치하고, 고속 소화조로부터 배출되는 중간 슬러지를 위에서 언급한 혐기성 소화조에 투입하는 2단 혐기성 소화조이다. 이러한 방식을 2단(two stage) 방식 혹은 고속(high rate) 방식이라 한다. 단일 혹은 2단 방식 모두 막 탱크에서 배출되는 배출수의 일부를 재순환(recycle) 가능하다.

[60]

[61] 한편, 이하, 본 발명의 막 여과 시스템의 구체적인 기계장치와 더불어 본 발명의 막 여과 시스템이 적용된 MBR 시스템에 관하여 상세히 설명한다.

[62]

본 발명은 막 케이지(또는 막 카세트)를 전후로 왕복시키기 위한 기계장치를 포함하는 막 생물반응기("MBR") 시스템에 관한 것이다. 기계장치는 공기 정련의 사용을 제거한다. 막 케이지/카세트의 반복적인 왕복은 막 섬유들에 대하여 작용하는 관성력을 생성하고, 이는 막 표면으로부터 오염물을 떨어낸다. 시스템은 호기조 또는 별도의 막 탱크 내에 잠호되는 막 모듈을 포함하는 막 케이지/카세트를 포함한다. 막 케이지/카세트는 왕복 장치를 통하여 기계적으로 왕복될 수 있으며, 이는 기술된 MBR 시스템이 공기 정련을 사용하는 MBR 시스템 보다 높은 플럭스 및 보다 낮은 오염으로 작동되도록 하는 것을 가능하게 한다. 왕복 운동을 생성하기 위한 여러 기계수단들이 채용될 수 있다. 본 발명의 여러 상세들 및 이들이 연계되는 방법이 이하에서 보다 상세하게 기술한다.

[63]

도 7은 기술된 왕복 MBR 시스템의 기본 구성들을 묘사하고 있다. 시스템은 처리되어야 할 유입수(10)를 수용하기 위한 생물학적 처리 트레인(50)을 포함한다. 여러 혐기, 무산소 및 호기의 생물학적 처리 공정들이 처리 트레인(50) 내에서 실행될 수 있다. 계속해서 처리 트레인(50)으로부터의 혼합 액체(20)가 막 탱크(60) 내로 통과된다. 막 탱크(60)에는 침지된 막(70)(또는 일련의 막들(70))이 포함된다. 예를 들면, 막(들)(70)은 완전한 고-액 분리를 위한 물리적 장벽으로 사용되는 저압 정밀여과(MF) 또는 한외여과(UF) 막일 수 있다. 막 케이지/카세트(70)는 왕복 장치(80)에 기계적으로 서로 연결된다. 본 발명에 따르면, 왕복 장치(80)는 막(70)을 왕복시키는 데 사용된다. 하나의 비-제한적인 구체예에 있어서, 왕복 장치(80)는 회전운동을 왕복운동으로 전환시키기 위한 기계장치를 사용한다. 막 탱크(60) 내의 막(70)을 통한 여과는 유출수(40)를 생성한다. 막(70)은 여과 동안 지속적으로 왕복될 수 있다. 달리, 막(70)은 오염을 방지하기 위하여 필요에 따라 선택적으로 왕복될 수 있다. 활성슬러지(30)(즉, 반송활성슬러지 또는 "RAS")의 일부는 생물학적 처리 트레인(50)으로 되돌려져서 트레인(50) 내의 슬러지 농도를 유지하도록 한다.

[64]

도 8는 왕복 장치(80)의 개략적인 구체예를 묘사하고 있다. 막 카세트(70)는 활주 프레임(90)에 연결될 수 있다. 모터-구동되는 회전자(100)가 축(110)을 경유하여 활주 프레임(90)에 연결된다. 그에 의하여 묘사된 장치(80)는 회전자(100)의 회전 운동을 활주 프레임(90)의 회전 운동으로 전환시킨다. 왕복의 빈도는 회전자(100)가 회전되는 속도에 의해 좌우될 수 있다.

- [65] 이러한 장치의 대안의 구체예가 도 9에 나타나 있고 그리고 벨트(102)를 경유하여 폴리(101)에 연결된 저속 모터(103)를 포함하여 축(110)을 통하여 회전 운동을 활주 프레임(90)의 왕복 운동으로 전환시킨다. 왕복 운동으로 인한 충격 부하는 활주 프레임(90)과 축(110) 사이의 완충기(94)에 의해 감소될 수 있다. 활주 프레임(90)은 선형 베어링과 굴대받이(91) 지지물을 수반하는 활주 레일(92)을 따라 가변될 수 있다(도 9). 소정의 왕복 운동을 제공할 수 있는 많은 다른 형태들의 기계 설비들이 존재한다. 본 발명을 고려하여 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자에게는 다른 적절한 기계장치들을 인식할 수 있을 것이다.
- [66] 본 공정 발명의 여러 대안의 구체예들이 도 10 내지 도 18과 연계하여 기술된다. 도 10와 관련하여, 시스템은 일련의 생물학적 처리조들로 이루어진다. 이들에는 혐기처리조(51), 무산소처리조(52), 호기처리조(53) 및 막 탱크(60)들이 포함된다. 막(70)은 막 탱크(60) 내에 침지되고 그리고 왕복 장치(80)에 의하여 왕복될 수 있다.
- [67] 혐기처리조(51)는 처리되어야 하는 유입수(10)를 수용한다. 그 후 혐기처리조(51)는 용존산소의 부재 중에서 유입수를 생물학적으로 처리하여 후속의 호기 조건들에서의 과잉흡수(luxury uptake)를 위한 인을 방출한다. 무산소조(52)에서 폐수는 산소-고갈 조건들에서 탈질된다. 비록 화학적으로 결합된 산소가 존재할 수 있기는 하나, 용존산소는 무산소조(52)로부터 배제된다. 질화 및 과잉 인 흡수(luxury phosphorous uptake)가 용존산소의 존재 중에서 호기처리조(53) 내에서 일어난다. 막 탱크(60) 중에서의 여과로 유출수(40)가 생성된다.
- [68] 활성슬러지에 대한 2개의 순환라인들이 존재한다. 하나의 라인(31)은 막 탱크(60)로부터 무산소조(52)에로 반송활성슬러지(또는 "RAS")를 전송한다. 게다가, 내부 재순환 라인(32)은 무산소조(52)로부터 혐기조(51)에로 활성슬러지의 일부를 전송하여 혼합액현탁고형물(또는 "MLSS")이 유지되도록 한다.
- [69] 본 발명에 있어서, RAS는 통상의 활성슬러지 또는 MBR 공정들의 2가지 역할들을 담당한다. 선행기술 시스템들에 있어서, 막 탱크로부터의 활성슬러지의 반송류는 용존산소("DO")를 포함한다. 따라서, 선행기술 시스템들에 있어서, 막 탱크로부터의 활성슬러지는 탈질 또는 인 방출에 대하여 영향을 주는 높은 함량의 용존산소로 인하여 무산소조(52) 또는 혐기조(51)에로 반송될 수 없다.
- [70] 그러나 본 발명과 관련하여서는, 격렬한 폭기(air bubbling) 대신 물리적인 막 왕복이 활용되기 때문에, RAS 중의 DO가 통상의 MBR에 비하여 최소가 된다. 따라서, 본 발명에서는 슬러지 및 질산염 반송 둘 다를 위하여 단지 하나의 슬러지 반송라인 만이 요구된다.
- [71] 도 11에 묘사된 시스템은 무산소처리조(52) 및 호기처리조(53)를 포함하며,

이는 공지의 변형 루드잭 및 에팅거(MLE: Modified Ludzack and Ettinger) 공정과 유사하다. 상기 기술된 바와 같이, RAS(31)는 본 발명에서는 질산염 및 슬러지 반송을 위하여 막 탱크(60)로부터 직접적으로 무산소조(52)로 진행한다.

[72] 도 12는 도 10에 묘사된 동일한 반응기들로 이루어지는 다른 구체예를 나타내고 있다. 그러나, 반송활성슬러지(33)는 혐기처리조(51)에로 진행하고 그리고 호기조(53) 및 무산소조(52) 사이에서 내부 재순환(34)이 이루어진다.

[73] 도 13은 도 12에서 기술된 공정과 유사한 구체예를 묘사하고 있다. 그러나 여기에는 내부 재순환이 존재하지 않고 그리고 RAS는 무산소조로 진행하고 여기서 탈질이 일어난다.

[74] 도 14, 도 15, 도 16 및 도 17들은 각각 도 10, 도 11, 도 12 및 도 13들에 묘사된 시스템들의 변형들이다. 그 차이는 막 탱크의 존재이다. 도 10 내지 도 13들의 시스템들은 별도의 막 탱크(60)를 가지나, 도 14 내지 도 17들의 시스템들은 별도의 막 탱크(60)를 갖지 않는다. 즉, 도 14 내지 도 17들의 탱크(53)가 막 탱크로서 그리고 생물반응기로서 기능한다.

[75] 도 18은 본 발명에서 개발된 공정의 추가의 실시예를 나타내며 이는 가장 간단한 반응기 구성들로 이루어진다. 왕복하는 막이 단일의 생물반응기 내에 잠호되고 여기에서 생물학적 제거와 막 분리 두 가지 모두가 일어난다. 반응기는 순환 순서에서 호기 및 무산소 조건들이 이루어지는 폭기된 조, 못(pond) 또는 일련의 배치반응기(batch reactor: SBR)가 될 수 있다.

[76]

[77] 본 상세한 설명은 첨부된 특허청구범위들에 포함된 것과 마찬가지로 앞서의 상세한 설명에 포함된 것들을 포함한다. 비록 본 발명이 특정한 정도의 특수성을 갖는 바람직한 형태로 기술되기는 하였으나, 바람직한 형태의 본 상세한 설명은 단지 실시예의 방법으로 이루어진 것이고 그리고 본 발명의 정신 및 관점으로부터 벗어남이 없이 구성의 상세들 및 부품들의 조합 및 배열들에서의 다양한 변화들이 기대될 수 있음은 이해되어야 한다.

[78]

[79] [부호의 설명]

[80] 10: 유입수 20: 혼합 액체 흐름

[81] 21: 혐기조에서 무산소조로의 흐름 22: 무산소조에서 혐기조로의 흐름

[82] 23: 호기조에서 막 탱크로의 흐름 24: 무산소조에서 혐기조로의 흐름

[83] 25: 혐기조에서 호기조로의 흐름 30: 활성슬러지 반송

[84] 31: 활성슬러지 반송(막 탱크에서 무산소로)

[85] 32: 내부 재순환(무산소조에서 혐기조로)

[86] 33: 활성슬러지 반송(막 탱크에서 혐기조로)

[87] 34: 내부 재순환(호기조에서 무산소조로)

[88] 40: 유출수 50 생물학적 처리 트레인

[89] 51: 혐기조 52: 무산소조

- [90] 53: 혐기조 60: 막 탱크
- [91] 70: 막, 막 카세트 80: 왕복 장치
- [92] 90: 활주 프레임 91: 굴대받이를 수반하는 선형 베어링
- [93] 92: 활주 레일 93: 막 카세트 연결점
- [94] 94: 완충기 100: 회전자
- [95] 101: 폴리 102: 벨트
- [96] 103: 저속 모터 110: 축

산업상 이용가능성

- [97] 본 발명은 당해 기술분야에서 막 오염을 제거하거나 또는 감소시키고, 공기 정련에 의존하지 않는 개선된 막 여과 시스템들에 대한 요구를 충족시키기 위한 것으로, 잠호된 막(submerged membrane); 및 잠호된 막을 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 생성하고, 그에 의하여 왕복이 잠호된 막 상의 오염(fouling)을 감소시키는 기계적 왕복 장치;를 포함하는 막 왕복 시스템은 효과적으로 막 오염(membrane fouling)을 방지할 수 있으며, 막을 통과하는 투과액의 감소 또는 막관통압(transmembrane pressure)의 증가를 방지함으로써, 막 분리 시스템 성능 저하를 막을 수 있는 효과가 있으며, 종래의 공기 정련(air scouring)으로 인한 에너지 소모를 감소시킬 수 있으며, 무산소(anoxic)나 혐기성(anaerobic) 등의 산소-결핍 조건이나 저속 교반 조건에 적합한 공정 유닛들과 결합되어 운전될 수 있는 장점이 있으므로, 산업상 가능성이 있다.
- [98]

청구범위

- [청구항 1] 내부에 침지된 막(submerged membrane)이 구비되어 내부로 유입되는 처리 대상물인 폐수가 상기 막을 통해 여과되어 처리수를 생성하여 배출하는 막 탱크; 및
상기 막을 전후(back and forth)로 왕복(reciprocating)시켜 관성력을 부여하여 상기 막 표면에 형성된 오염물질(foulants)을 산소-결핍 조건 하에서 떨어내는 기계적 왕복장치;를 포함하고,
상기 막은 정밀여과(MF) 막 또는 한외여과(UF) 막인 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 2Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 10mm 이상인 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 1Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 30mm 이상인 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 0.5Hz 이하이고 진폭(amplitude)이 40mm 이상인 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 막의 좌우 방향 왕복 진동수(frequency)가 0.2~0.5Hz으로 저속 교반 조건으로 상기 막이 왕복되고,
상기 막 탱크 상류 측에 응집제 투입부가 구비되어 단일한 상기 막 탱크 내에서 투입된 응집제로 인한 응집(flocculation)과 여과(filtration)가 동시에 일어나는 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 막 탱크 상류 측에 구비되며 셀레늄(selenium) 산화물이 포함된 폐수를 무산소(anoxic) 또는 혐기성(anaerobic) 조건 하에서 생물학적으로 환원 처리하여 생성되는 중간 처리수를 상기 막 탱크로 공급하는 셀레늄 환원조;를 더 포함하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 셀레늄 환원조에서 생성되는 상기 중간 처리수가 상기 막 탱크로 공급되기 이전에 상기 중간 처리수에 응집제를 투입하는

응집제 투입부; 및

상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부를 분리 회수하여 상기 셀레늄 환원조로 재투입하는 재순환 배관;을 더 포함하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 8]

청구항 1에 있어서,

상기 막 탱크 상류 측에 구비되며 유입되는 유기화합물이 포함된 폐수를 혐기성 조건 하에서 생물학적으로 혐기성 소화(anaerobic digestion) 처리하여 생성된 슬러지 상부에 부유되는

상청액(supernatant)을 상기 막 탱크로 공급하는 혐기성 소화조;를 더 포함하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 9]

청구항 8에 있어서,

상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부를 분리 회수하여 상기 혐기성 소화조로 재투입하는 재순환 배관;을 더 포함하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 10]

청구항 8에 있어서,

상기 혐기성 소화조의 상류 측에 구비되며 유입되는 유기화합물이 포함된 폐수를 교반기(mixer)를 통해 기계적으로 교반시키고 슬러지 히터(sludge heater)를 통해 가열하여 최종 생성되는 중간 슬러지를 상기 혐기성 소화조로 공급하는 고속 소화조;를 더 포함하여 상기 혐기성 소화조와 함께 2단 혐기성 소화조(two-stage anaerobic digester)를 이루는 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 11]

청구항 10에 있어서,

상기 막 탱크에서 배출되는 처리수의 일부가 상기 고속 소화조에서 배출되는 상기 중간 슬러지와 혼합되어 상기 혐기성 소화조로 투입되도록 분리 회수하는 재수환 배관;을 더 포함하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 12]

청구항 1에 있어서,

상기 기계적 왕복장치는,

축을 경유하여 활주 프레임에 서로 연결되는 회전자(rotor); 및

상기 막(70)과 상호 연결되는 활주 프레임;을 포함하고,

상기 활주 프레임이 상기 막을 왕복시키는 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

[청구항 13]

청구항 12에 있어서,

상기 기계적 왕복장치는, 벨트를 경유하여 풀리(pulley)에

연결되어 상기 회전자를 회전시키고 이에 의해 발생하는 상기

축의 회전운동을 상기 활주 프레임의 왕복운동으로 전환시키는

저속모터(low RPM motor);를 더 포함하는 왕복하는 침지형 막

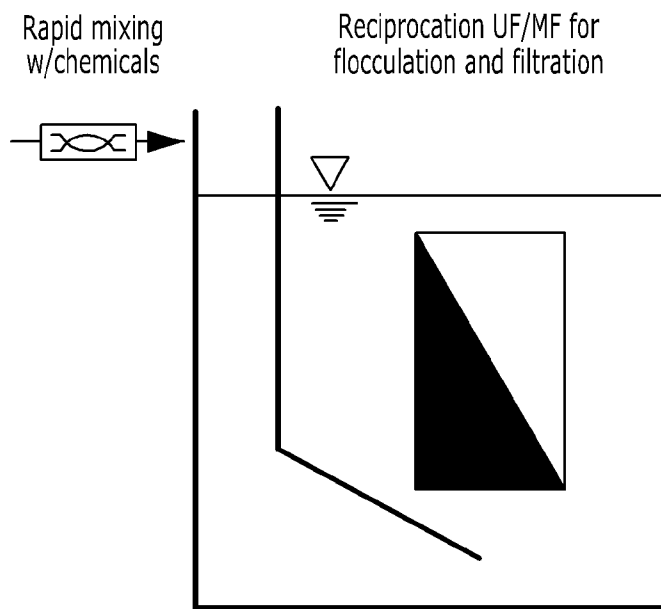
[청구항 14]

여과 시스템.

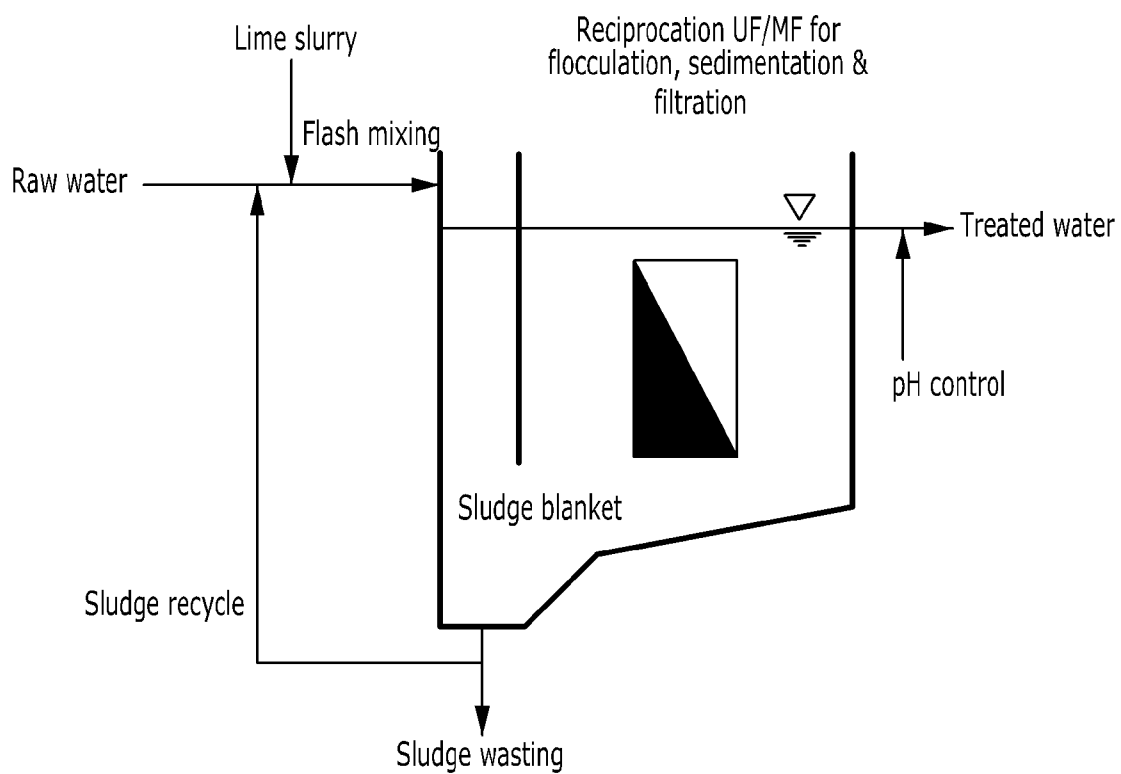
청구항 12 또는 13에 있어서,

상기 활주 프레임에는 왕복운동으로 인한 충격 부하를 감소시키기 위하여 상기 활주 프레임과 축 사이에 구비되는 완충기(damper); 및 상기 활주 프레임이 활주 레일을 따라 이동될 수 있도록 마련되는 선형 베어링(linear bearings)과 굴대받이(pillow block) 지지물;이 구비되는 것을 특징으로 하는 왕복하는 침지형 막 여과 시스템.

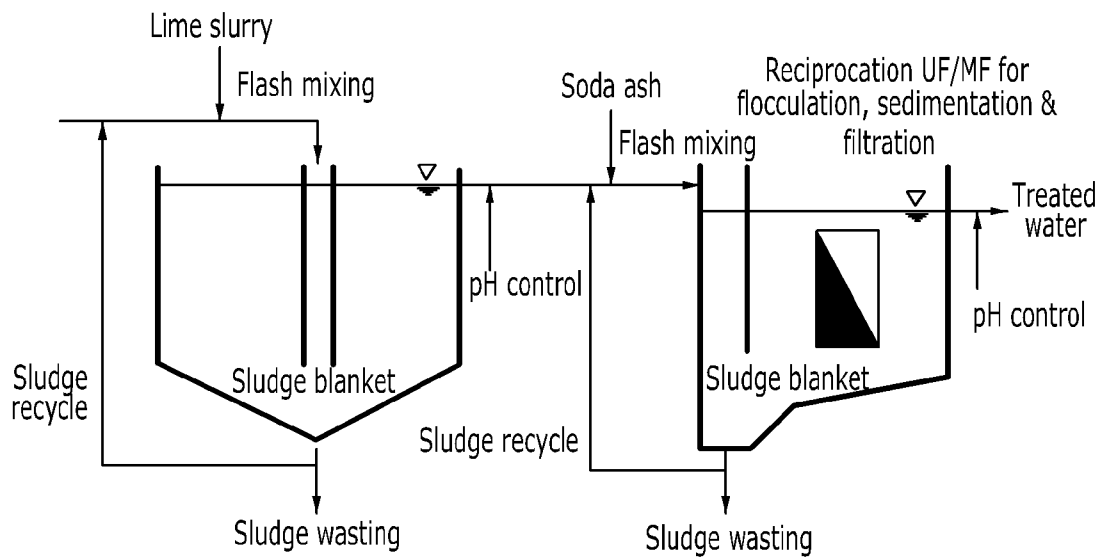
[Fig. 1]



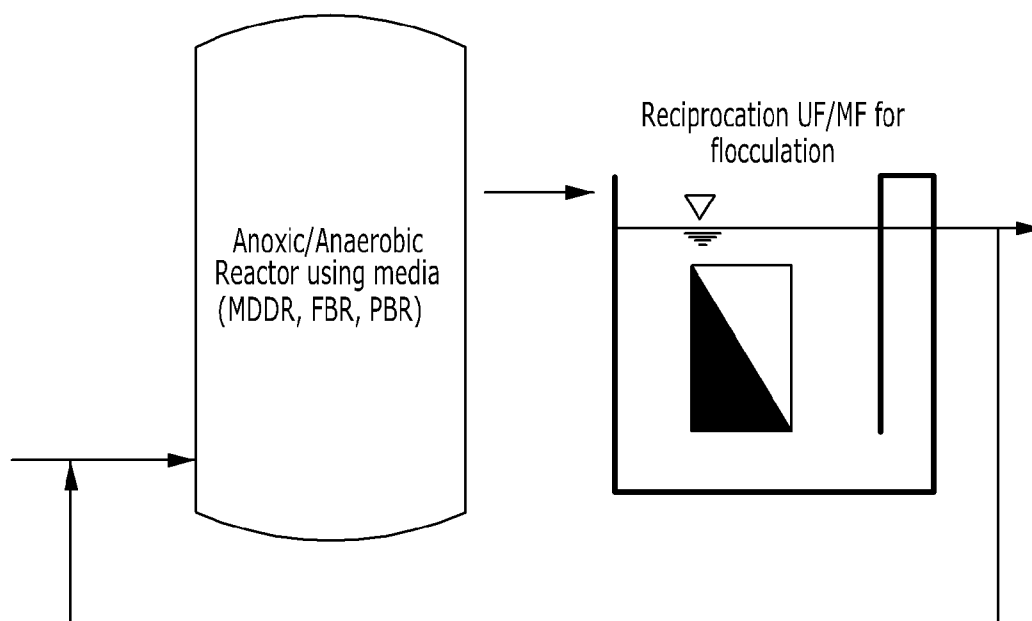
[Fig. 2]



[Fig. 3]

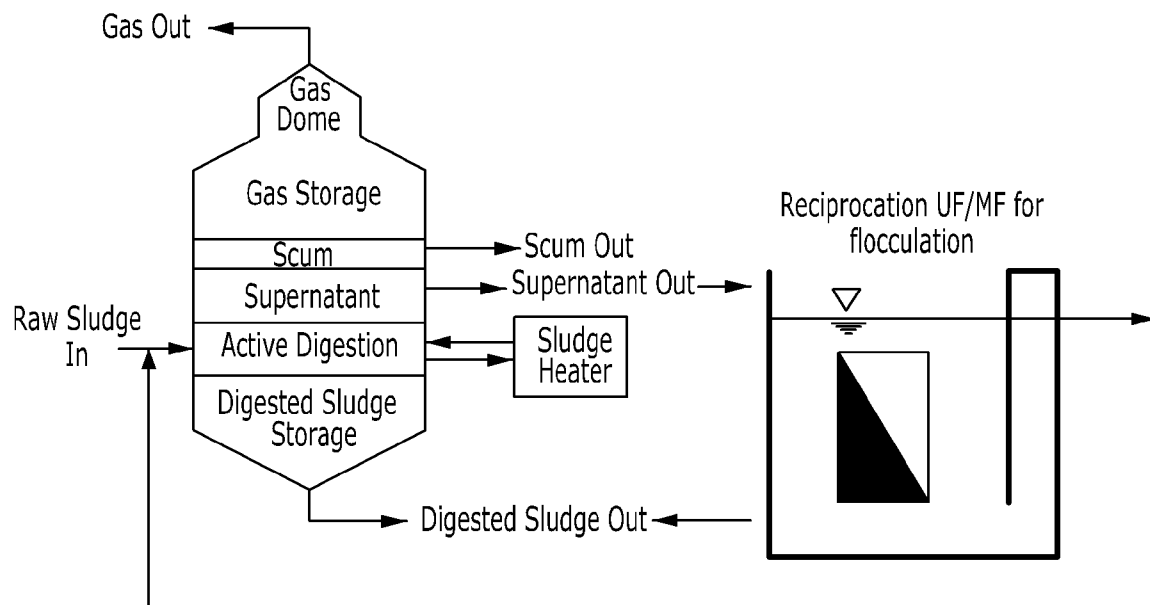


[Fig. 4]

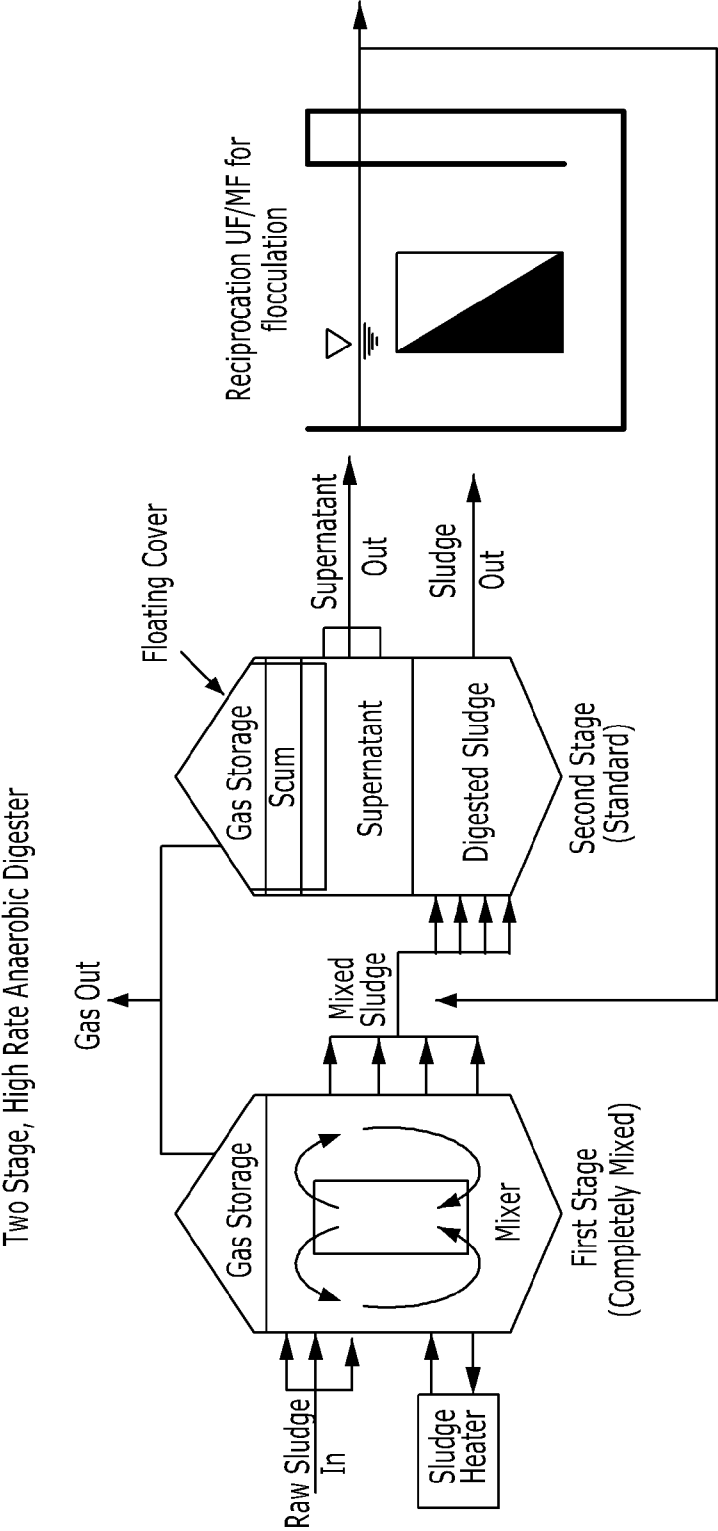


[Fig. 5]

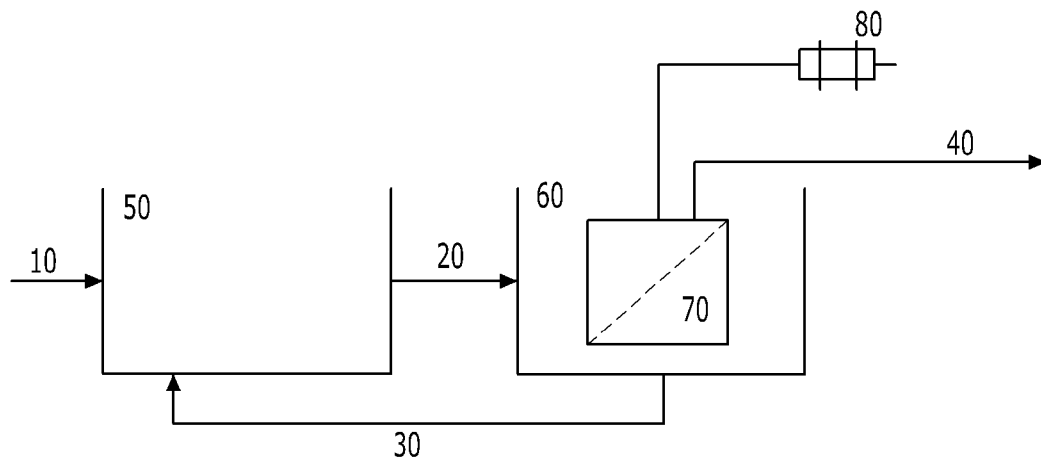
Single Stage, Standard Rate Anaerobic Digester



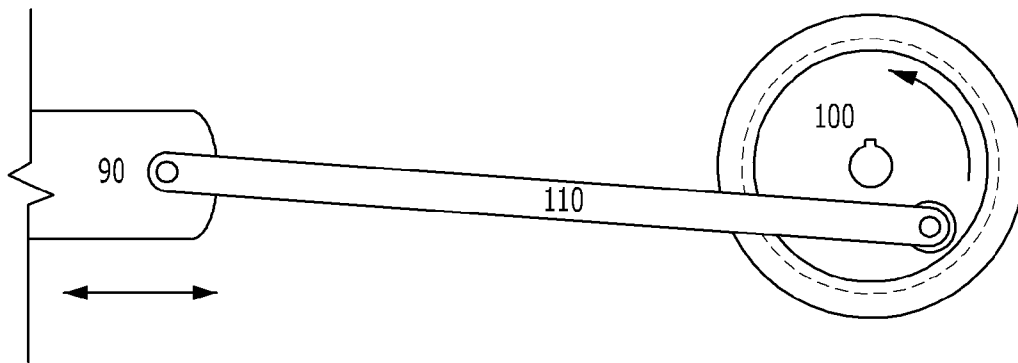
[Fig. 6]



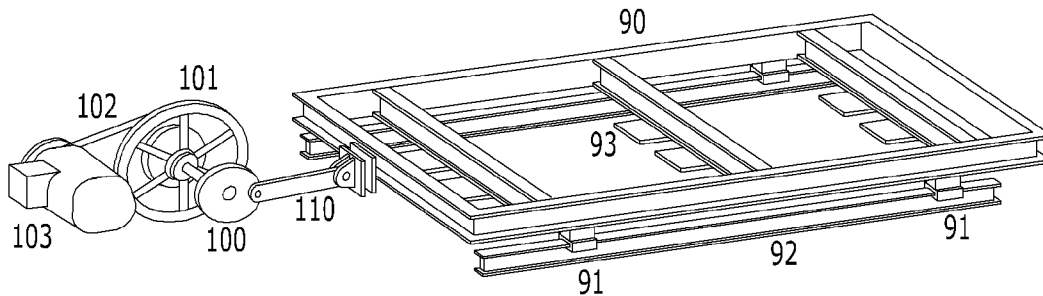
[Fig. 7]



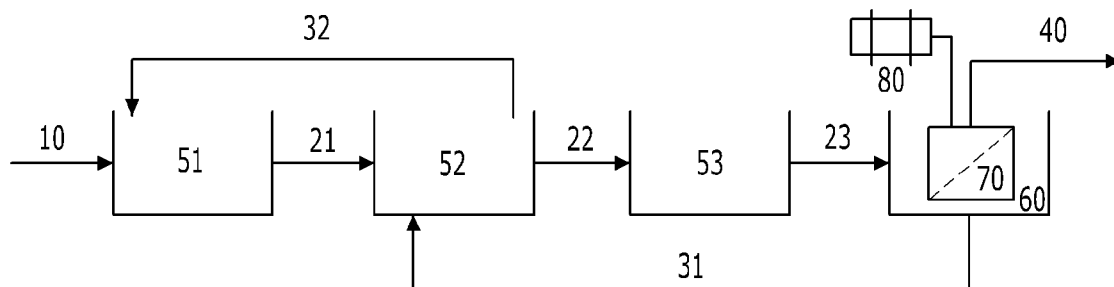
[Fig. 8]



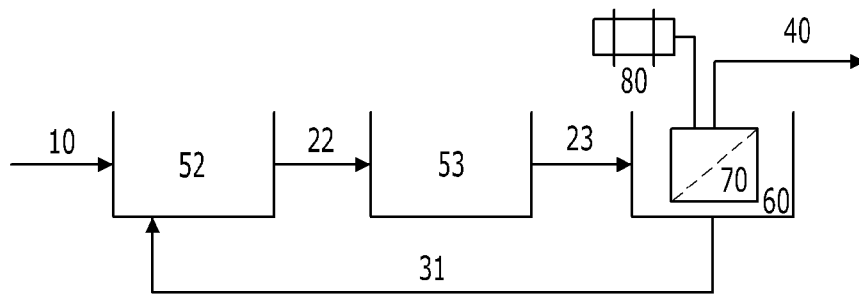
[Fig. 9]



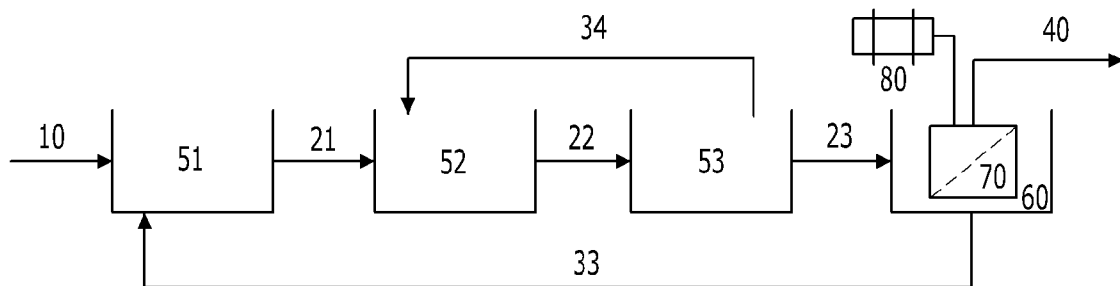
[Fig. 10]



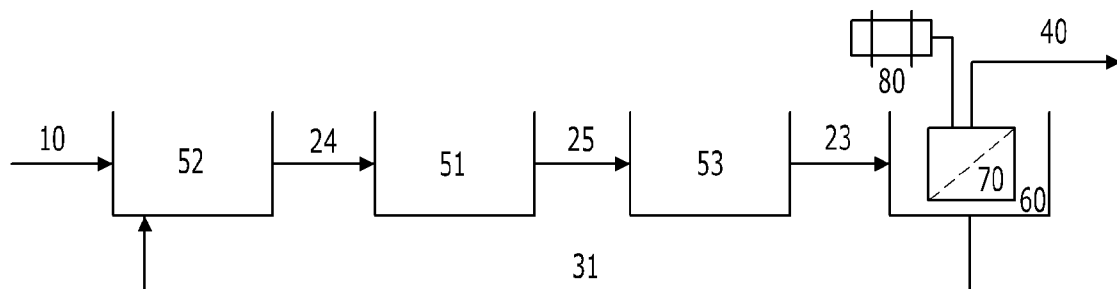
[Fig. 11]



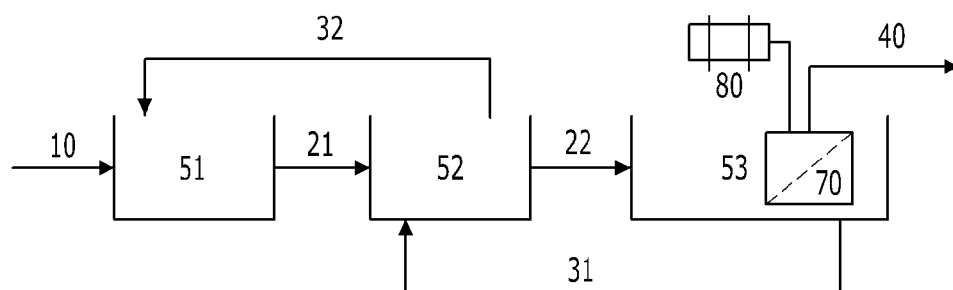
[Fig. 12]



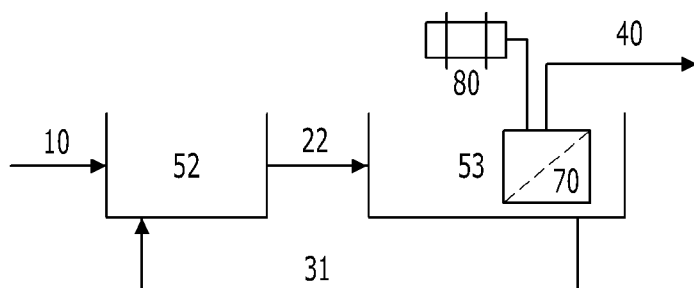
[Fig. 13]



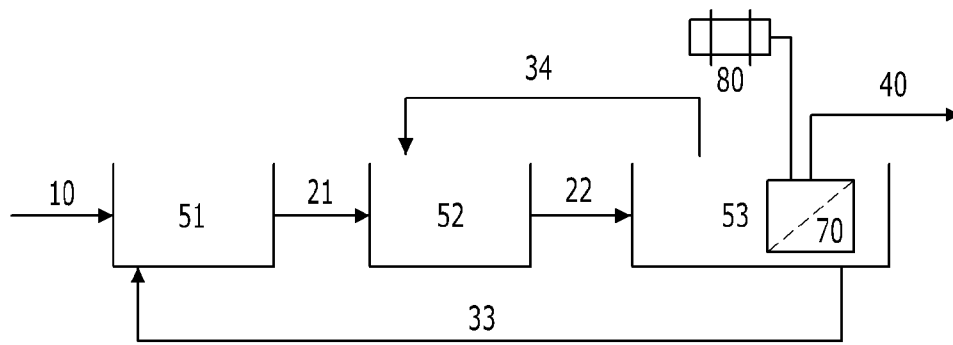
[Fig. 14]



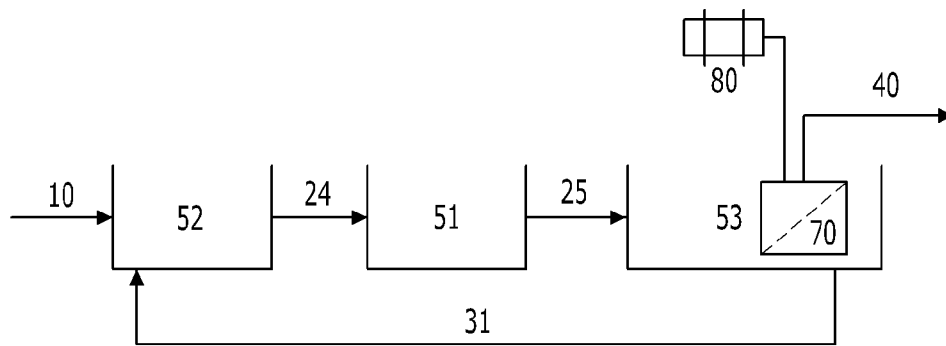
[Fig. 15]



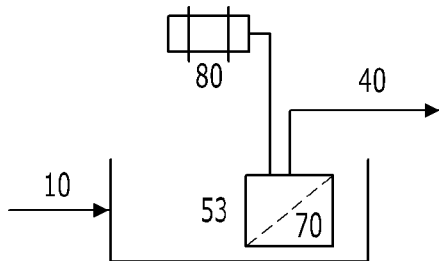
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/000501**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C02F 3/30(2006.01)i, C02F 3/28(2006.01)i, C02F 1/44(2006.01)i, B01D 63/00(2006.01)i, B01D 61/14(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F 3/30; B01D 65/08; B01D 25/12; B01D 65/02; B01D 63/02; B01D 63/16; B01D 65/04; B01D 25/32; C02F 1/00; C02F 3/28; C02F 1/44; B01D 63/00; B01D 61/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: membrane separation, mechanical reciprocating, frequency, amplitude, motor, anaerobic, anaerobic reactor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-0834712 B1 (KOLON CORPORATION) 02 June 2008 See abstract; claims 1, 4-5, 7-9; and figures 7-12.	1-4,6-7,12-14
Y		5,8-11
Y	KR 10-1430104 B1 (ILTO C&M) 14 August 2014 See abstract; paragraphs [0028], [0030], [0076]; claims 1-2; and figures 1-2.	5,8-11
A	WO 2014-058789 A1 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD. et al.) 17 April 2014 See abstract; claims 1-6; and figures 3-10.	1-14
A	KR 10-2012-0051678 A (LIU, Baochang et al.) 22 May 2012 See abstract; claim 1; and figures 1-4.	1-14
A	KR 10-2009-0080625 A (GS ENGINEERING & CONSTRUCTION CORP.) 27 July 2009 See abstract; claims 1-5; and figures 4-6.	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 MAY 2016 (24.05.2016)

Date of mailing of the international search report

24 MAY 2016 (24.05.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/000501

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0834712 B1	02/06/2008	NONE	
KR 10-1430104 B1	14/08/2014	NONE	
WO 2014-058789 A1	17/04/2014	EP 2903728 A1	12/08/2015
		EP 2960213 A2	30/12/2015
		KR 10-2015-0096647 A	25/08/2015
		US 2014-0097132 A1	10/04/2014
KR 10-2012-0051678 A	22/05/2012	EP 2452736 A1	16/05/2012
		EP 2452736 B1	19/02/2014
		US 2012-0103889 A1	03/05/2012
		US 8206582 B2	26/06/2012
		WO 2011-003271 A1	13/01/2011
KR 10-2009-0080625 A	27/07/2009	KR 10-0977059 B1	19/08/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C02F 3/30(2006.01)i, C02F 3/28(2006.01)i, C02F 1/44(2006.01)i, B01D 63/00(2006.01)i, B01D 61/14(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C02F 3/30; B01D 65/08; B01D 25/12; B01D 65/02; B01D 63/02; B01D 63/16; B01D 65/04; B01D 25/32; C02F 1/00; C02F 3/28; C02F 1/44; B01D 63/00; B01D 61/14

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 막분리, 기계적 왕복, 진동수, 진폭, 모터, 협기조, 무산소조

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-0834712 B1 (주식회사 코오롱) 2008.06.02 요약; 청구항 1, 4-5, 7-9; 및 도면 7-12 참조.	1-4, 6-7, 12-14
Y		5, 8-11
Y	KR 10-1430104 B1 ((유)일토씨엔엠) 2014.08.14 요약; 단락 [0028], [0030], [0076]; 청구항 1-2; 및 도면 1-2 참조.	5, 8-11
A	WO 2014-058789 A1 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD. 등) 2014.04.17 요약; 청구항 1-6; 및 도면 3-10 참조.	1-14
A	KR 10-2012-0051678 A (리우, 박오창 등) 2012.05.22 요약; 청구항 1; 및 도면 1-4 참조.	1-14
A	KR 10-2009-0080625 A (지에스건설 주식회사) 2009.07.27 요약; 청구항 1-5; 및 도면 4-6 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 05월 24일 (24.05.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 05월 24일 (24.05.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

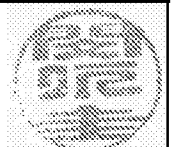
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

민인규

전화번호 +82-42-481-3326



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0834712 B1	2008/06/02	없음	
KR 10-1430104 B1	2014/08/14	없음	
WO 2014-058789 A1	2014/04/17	EP 2903728 A1 EP 2960213 A2 KR 10-2015-0096647 A US 2014-0097132 A1	2015/08/12 2015/12/30 2015/08/25 2014/04/10
KR 10-2012-0051678 A	2012/05/22	EP 2452736 A1 EP 2452736 B1 US 2012-0103889 A1 US 8206582 B2 WO 2011-003271 A1	2012/05/16 2014/02/19 2012/05/03 2012/06/26 2011/01/13
KR 10-2009-0080625 A	2009/07/27	KR 10-0977059 B1	2010/08/19