(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016 년 9 월 9 일 (09.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2016/140412 A1

(51) 국제특허분류:
B01D 61/00 (2006.01) *B01D 65/10* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008389

(22) 국제출원일: 2015 년 8 월 11 일 (11.08.2015)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2015-0031157 2015 년 3 월 5 일 (05.03.2015) KR

(71) 출원인: **성균관대학교 산학협력단 (RESEARCH BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY)** [KR/KR]; 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: **김지훈 (KIM, Ji Hoon)**; 16420 경기도 수원시 장안구 화산로 85, 103 동 1802 호, Gyeonggi-do (KR). **김형수 (KIM, Hyung Soo)**; 16883 경기도 용인시 수지구 죽전로 193 번길 35, 103 동 1001 호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: **손민 (SON, Min)**; 06302 서울시 강남구 양재천로 163 STX R&D 센터 6 층 한얼국제특허사무소, 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, 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.

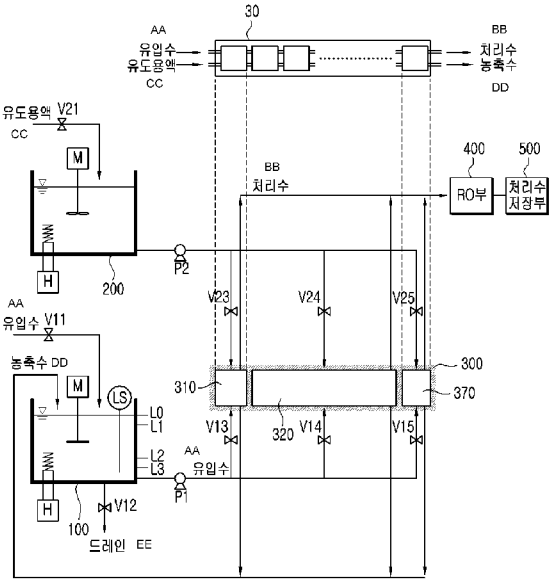
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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**: DEVICE AND METHOD FOR REAL-TIME MEMBRANE FOULING MONITORING IN FORWARD OSMOSIS MEMBRANE VESSEL

(54) **발명의 명칭** : 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치 및 방법



400 ... RO unit
500 ... Treated water storage unit
AA ... Influent water
BB ... Treated water
CC ... Draw solution
DD ... Condensed water
EE ... Drain

(57) **Abstract**: The present invention relates to the technical field of water treatment and, more specifically, provides monitoring device and method for detecting real-time the degree of membrane fouling of a forward osmosis membrane vessel in a forward osmosis membrane treatment device. To this end, the present invention comprises an FO treatment simulation unit which separates treated water and condensed water by means of simulation of a forward osmosis membrane vessel and FO treatment, wherein the FO treatment simulation unit has three cells that simulate elements of an actual FO treatment unit and wherein influent water flows into any one of the three cells on the basis of the water level of an influent water storage unit.

(57) **요약서**: 본 발명은 수처리 기술분야에 관한 것으로, 보다 상세하게는 정삼투막 처리 장치에서의 정삼투막 베셀의 막오염 정도를 실시간으로 감지하기 위한 감시 장치 및 그 방법을 제공한다. 이를 위하여, 본 발명은 정삼투막 베셀을 모사하여 FO 처리함으로써 처리수와 농축수로 구분하는 FO 처리 모사부를 포함하며, 이는 실제 FO 처리부의 엘리먼트들을 모사하는 세 개의 셀로 이루어지고, 유입수 저장부의 수위에 따라 세 개의 셀 중 어느 하나로 유입수가 유입된다.

WO 2016/140412 A1

명세서

발명의 명칭: 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 수처리 기술분야에 관한 것으로, 보다 상세하게는 정삼투막 처리 장치에서의 정삼투막 베셀의 막오염 정도를 실시간으로 감지하기 위한 감시 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 일반적으로 막여과 공정이란 분리막을 여과재로 사용하여 물을 통과시켜서 유입수 속의 불순한 물질을 분리 제거하고 깨끗한 여과수를 얻는 물리적 여과 방법을 의미한다.

[4] 최근 역삼투(RO, reverse osmosis) 여과와 반대 개념으로서 정삼투(FO, forward osmosis) 여과, 직삼투(DO, Direct Osmosis) 여과에 대한 상용화 연구가 활발히 진행되고 있다.

[5] 정삼투 공정은, 도 1a에 도시된 바와 같이, 서로 다른 농도의 용액인 유입수와 유도용액이 FO 처리부(30)에 투입되면, 선택적 투과성을 갖는 분리막(membrane)을 사이에 두고, 저농도 쪽의 물이 농도의 평형을 유지하기 위해 분리막을 통과하여 고농도 쪽으로 이동하는 물리 현상인 삼투(osmosis) 원리를 이용한다. 여기에서 고농도 쪽으로 상대적으로 많은 양의 물이 이동하여 발생되는 압력을 삼투압(osmotic pressure)이라 하는데, 정삼투 분리를 위한 구동력은 수압(hydraulic pressure)을 이용하는 역삼투 공정과 달리 삼투압 구배(osmotic pressure gradient)이다.

[6] 정삼투 공정은 많은 장점이 있다. 막오염 발생이 적고, 다양한 유입원수 종류에 따른 염분함유량의 농도 변화에도 처리할 수 있으며, 유도용액(draw solution)의 재생을 고려하지 않을 경우 역삼투 공정보다 에너지 소모가 매우 적다.

[7] 또한, 정삼투막 자체의 투과력 및 염제거율이 높고, 회수율도 비교적 높은 편이며, 담수화 설비의 개보수시 정삼투막은 역삼투막이나 나노여과막과 호환하여 교체할 수 있고, 모듈 집적이 가능하다.

[8] 그러나, 정삼투 공정은 단독 공정으로 상용하기 위해서는 상기와 같이 희석되는 유도용액(draw solution)의 처리수와의 분리 및 회수 및 재농축 등 재생에 필요한 높은 에너지 소모가 필수적이라는 문제가 있다. 따라서, 현재에는 담수화 기술로서 정삼투가 단독으로 상용화되지 못하며, 도 1b에 도시된 바와 같은 역삼투-정삼투 공정, 또는 MBR-정삼투 공정 등의 복합 공정이 주로 이용된다. 도 1b는 전처리부(10)와 유도용액 공급부(20)에서 공급된 전처리수 및 유도용액이 FO 처리부(30)에 주입된 후 RO부(40)에서 RO처리되어 최종 처리수가 생성됨을 도시한다.

[9] 한편, 이와 같은 FO 처리부(30)는 정삼투막 베셀로 이루어진다. 도 1c에는 정삼투막 베셀의 일례를 도시하는데, 예시적으로 7개의 엘리먼트(31~37)가 구비된 것으로 도시한다. 각각의 엘리먼트(31~37)들에는 정삼투막이 당연히 사용되는바, 여과 처리 과정에서 필연적으로 막오염이 발생한다. 도 1c의 정삼투막 베셀에 대한 구체적인 설명은 후술한다.

[10]

[11] 여기에서, "막오염(membrane fouling)"이란 분리막에 유입되는 유입수 중에 존재하는 여러 가지 이물질들이 여과막의 표면에 침착되거나 흡착되어 분리막의 투과수량을 감소시키는 현상이다. 원인 물질을 기준으로, 콜로이드 또는 부유고형물에 의한 입자물질 막오염, 자연유기물질 등 유기물의 흡착에 의한 유기물질 막오염, 미생물의 부착 또는 성장에 의한 생물 막오염, 금속염 등의 침전 또는 스케일에 의한 무기물질 막오염 등으로 구분할 수 있다.

[12] 담수화 시설에서 막오염은 분리막의 성능을 감소시키고 회수율을 낮추기에 실제 현장에서의 운영시 가장 큰 문제가 된다.

[13] 이를 해소하기 위하여, 막오염을 사전에 최소화하도록 전처리 공정을 강화하는 방법, 또는 주처리 공정의 운전 조건을 최적화하는 방법이 사용되기도 하나, 일반적으로는 막오염이 일정 수준 진행되었을 경우 초기상태로 분리막의 투과성능을 회복시키기 위해 플러싱(flushing) 등의 물리세정이나 화학약품 등을 통한 화학세정(CIP, cleaning in place)을 수행한다.

[14] 가장 효과적인 것은 화학세정(CIP)이라 할 수 있는데, 잦은 화학세정(CIP)을 수행할 경우 처리수 생산 정지로 인하여 생산 성능이 크게 악화되고, 소요되는 화학약품비 및 세정폐액 처리비의 등의 증가에 따른 유지 관리 성능도 악화되며, 더불어 사용된 분리막의 배제(rejection) 성능 악화 및 분리막의 변형 및 노화 등 궁극적으로 분리막 교체 시기를 앞당김으로써 전체 운영 관리비를 증가시키는 요인이 될 수 있다.

[15] 따라서, 세정을 적절한 시점에 수행하는 것이 매우 중요하며, 이를 위하여 막오염 물질의 정도를 효과적으로 예측하고 평가하는 방법의 중요성은 날로 높아져가고 있다. 종래에 이를 위한 다양한 방법들이 제안되고 사용되고 있는바, 구체적으로 검토한다.

[16]

[17] 현재 가장 널리 사용되는 방법은, SDI(Silt Density Index) 지수 측정 방법이라 할 수 있다.

[18] 이는, 유입원수의 SDI를 측정함으로써 획득되는 SDI 지수는 현재 역삼투막/정삼투막과 나노여과막을 사용하는 담수화 공정에서 유입원수의 막오염 경향을 예측하는 방법이다. 일반적으로, SDI 지수값이 2~3 미만이면 막오염은 심하지 않은 유입원수라고 것으로 판단하고, SDI 지수값이 5 이상이 될 경우 막오염 발생이 심한 유입원수라고 판단한다.

[19] 다만, SDI 지수는 막오염의 가능성을 간접적으로 측정하는 방법에 불과하며,

특히 직경 47 mm(달리 말하면, 0.45 공경(pore size))의 분리막을 이용하여 30psi의 압력으로 유입수를 통과시켜 측정하기 때문에 이보다 작은 크기의 콜로이드나 유기물 등의 영향을 평가할 수 없다는 큰 문제가 있다.

[20] 또한, 역삼투막/정삼투막과 나노여과막을 주로 사용하는 담수화 공정은 유입수가 흐르는 방향과 여과막의 투과 방향이 서로 직교하는 방향으로 운전되는 십자류(Cross-flow) 여과 모드를 사용하기 때문에, 전량여과(Dead-end) 모드와 여과 원리가 상이하다는 문제점이 있다.

[21] 이에, SDI 지수의 한계를 극복하기 위해 MFI(Modified fouling index) 측정 방법, MFI-UF(Modified fouling index by Ultrafilter) 측정 방법, MFI-NF(Modified fouling index by Nanofilter) 측정 방법 등이 제안되기도 하였으나, 이들 모두 한 개의 분리막을 사용하고, 마찬가지로 전량여과 모드로서 측정되기 때문에, 실제 담수화 공정에서의 십자류 여과모드와 상이하다는 문제점이 해결되지 않는다.

[22]

[23] 이와 관련하여, 특허문헌을 먼저 검토하면 다음과 같다.

[24] 한국공개특허 제10-2011-0089710호, 한국공개특허 제10-2014-0016417호, 한국공개특허 제10-2010-0057262호, 한국공개특허 제10-2013-0081436호, 한국공개특허 제10-2014-0076197호는 다양한 정밀여과(MF), 한외여과(UF), 나노여과(NF) 분리막을 조합 사용하여, 입자물질, 콜로이드물질, 유기물질 등의 의한 막오염 현상을 정량적인 막오염 지수로서 구분하고 막오염원별로 예측할 수 있도록 하는 방법을 제안한다.

[25] 측정 휴대성을 강화하고, 막오염 지수의 측정 정확도를 높이고, 측정 시간을 단축하기 위해 복수의 분리막으로 직렬 방식에서 병렬 방식으로 측정할 수 있게 한다는 점이 장점이다.

[26] 그러나, 이러한 방법들 역시 SDI 지수와 동일하게 0.45 공경의 막을 사용한다는 문제와, 실제 담수화 공정에서의 십자류 여과모드와 상이하다는 문제가 해결되지 않는다.

[27]

[28] 한국공개특허 제10-2014-0054670호는, 정밀여과(MF)과 한외여과(UF)의 저압으로 운전되는 막여과 공정에서 막오염 지수를 실시간으로 순간 막간 차압(TMP, trans-membrane pressure)의 변화율을 이용하여 산출하고, 산출된 막오염 지수에 따른 최적의 화학세정(CIP)을 선택적으로 수행할 수 있는 막오염 지수를 이용한 막오염을 제어할 수 있는 장치 및 방법을 제안한다.

[29] 마찬가지로, SDI 지수와 동일하게 0.45 공경의 분리막을 사용한다는 문제, 와, 실제 담수화 공정에서의 십자류 여과모드와 상이하다는 문제가 해결되지 않는다.

[30]

[31] 한국공개특허 제10-2013-0085220호는, 해수담수화 설비의 유량계, 압력계 등 센서로부터 측정 정보를 수신하여 역삼투막의 막오염 정도를 산출하여

제어부를 통해 진단 및 제어하는 실시간 모니터링 장치를 제안한다.

[32] 막오염의 조기 진단을 가능하게 한다는 점이 장점이나, 결과적으로 유량계, 압력계, pH 미터, 온도계 등 센서의 실시간 측정 및 정보를 해석을 통한 간접적인 막오염 진단이라는 점이 한계이다.

[33]

[34] 한국등록특허 제10-0811199호, 한국등록특허 제10-1318578호 및 한국공개특허 제10-2011-0102750호는, 크로마토그래피처럼 분자량 및 입자 크기 분포의 측정에 유용한 흐름장 흐름 분획(Flow Field Flow Fractionation) 기법을 활용하여, 자연유기물질의 분리 크로마토그램의 면적을 계산하여 막의 특성에 따른 흡착 정도를 분석하는 평가 방법을 제안한다. 또한, 역삼투막과 나노여과막의 다이나믹 히스테리시스(Dynamic hysteresis)를 측정하여 분리막의 막오염을 예측 및 화학적, 물리적 불균일성을 동시에 또는 개별적으로 측정할 수 있는 예측 방법을 제안한다.

[35] 그러나, 이는 유기 막오염에 한정된다는 점, 직접적인 측정 압력 범위에 한계가 있어 연속 측정이 불가능하다는 점이 문제이어서, 실제 담수화 시설에서 적용하기 불가능하다.

[36]

[37] 한국공개특허 제10-2014-0037357호는, 막오염 지수를 통해 막오염 정도를 예측하는 것뿐만 아니라, 오염된 분리막을 세정하여 수처리 공정을 정상화 시키는 것 또한 매우 중요하다는 점에 착안하여, 오염된 막을 세정하는 과정에서 사용되는 세정제의 선정 및 세정 성능에 관한 가이드라인 등의 객관적 근거를 확보하기 위한 방법을 제안한다. 즉, 오염된 상태의 분리막 표면에 세정제를 공급하고, 분리막에 세정수를 흘려줌으로써, 세정제에 의해 이물질에 제거되는 상태에 따라 분리막을 통과하는 세정수의 양을 측정하여 계산되는 막세척 지수와 막세척 지수 측정 장치를 제안한다.

[38] 그러나, 0.45 공경 이하의 막오염 확인이 어렵다는 점, 세정제 종류와 양 등이 모두 전처리 정밀여과(MF) 분리막의 여과 메커니즘에 기반을 두고 있어 실제 담수화 공정에서의 공경이 없는 나노여과(MF) 및 역삼투(RO) 분리막의 세정 조건과는 상이하기에 적용이 어렵다는 점이 문제이다.

[39] 이러한 문제점은, 용질과 용매 확산이동 원리에 의해 고압으로 운전되는 나노여과 분리막과 역삼투 분리막은 공경을 갖고 있지 않기 때문에, 공경을 갖고 체거름 방식 원리에 의해 저압으로 운전되는 정밀여과 분리막과 한외여과 분리막의 여과 메커니즘은 차이가 있다는 것에 기인한다.

[40] 즉, 나노여과막과 역삼투막/정삼투막은 정밀여과 분리막과 한외여과 분리막과 달리 일반적으로 화학약품을 첨가한 수세정 또는 에어스크라빙 등의 방법으로 공경을 막고 있는 입자물질, 유기물질, 무기물(스케일링), 생물 막오염에 대해 역세정이 불가능하다는 점에서, 여기에 제안된 기술을 역삼투/정삼투와 같은 담수화 설비에 적용하는 것이 사실상 불가능하다.

[41]

[42] 다음, 관련된 실제 상용화된 기기를 검토하면 다음과 같다.

[43] 도 2는 정삼투막 베셀의 막오염을 감지하는 설비를 도시한다(www.filtsep.com 참조). 실제 대부분의 정삼투 처리 설비는 하루에 수천 내지 수만 톤을 처리하기에, 주된 설비에 영향을 주지 않으면서도 담수화 설비를 모사할 수 있는 도 2와 같은 별도의 스키드(skid) 설비가 사용된다.

[44] 실제 정삼투막 처리 장치에는 다수의 정삼투막 베셀이 포함되기에, 도 2에 도시된 바와 같은 스키드 설비는 실제 정삼투막 처리 장치에 적용된 정삼투막 베셀 1개 정도 채택한다. 1개의 정삼투막 베셀의 막오염 정도를 살펴보면서, 실제 정삼투막 베셀의 막오염 정도를 추정한다.

[45] 그러나 이 경우 실제 정삼투막 베셀이 적용된다는 점, 해당 베셀에 투입되는 유입수를 조절하기 위한 다수의 설비들이 부착된다는 점 등으로 인하여, 초기 설치비 및 운영비가 높으며, 그럼에도 운영이 어려워서 실제 정삼투막 처리 장치의 막오염을 효과적으로 모사하지 못한다.

[46]

[47] (특허문헌 1) 한국공개특허 제10-2011-0089710호

[48] (특허문헌 2) 한국공개특허 제10-2014-0016417호

[49] (특허문헌 3) 한국공개특허 제10-2010-0057262호

[50] (특허문헌 4) 한국공개특허 제10-2013-0081436호

[51] (특허문헌 5) 한국공개특허 제10-2014-0076197호

[52] (특허문헌 6) 한국공개특허 제10-2014-0054670호

[53] (특허문헌 7) 한국공개특허 제10-2013-0085220호

[54] (특허문헌 8) 한국등록특허 제10-0811199호

[55] (특허문헌 9) 한국등록특허 제10-1318578호

[56] (특허문헌 10) 한국공개특허 제10-2011-0102750호

[57] (특허문헌 11) 한국공개특허 제10-2014-0037357호

[58]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[59] 이에, 본 발명은 전술한 바와 같이 특히 정삼투막 처리 공정에 있어서 정삼투막의 막오염 정도를 실시간으로 효과적이고 정확하게 감시할 수 있는 장치 및 방법을 제안하고자 한다.

[60] 도 1c를 다시 참조하여 정삼투막 베셀을 보다 상세히 설명하면, 일반적으로 3~10 개의 분리막 엘리먼트(element)가 연속적으로 집적되어 있다. 도 1b는 7개의 분리막 엘리먼트로 구성되어 있는 예를 도시하나, 그 개수에 제한되지 않음은 물론이다. 여기에서 첫 번째의 엘리먼트와 마지막 엘리먼트가 중요하다. 첫 번째의 리드 엘리먼트(lead element)는 처리수량이 가장 많고, 입자 막오염,

유기(생물) 막오염이 지배적인 막오염 현상이 유발된다. 마지막의 엔드 엘리먼트(end element)는 이전 엘리먼트들의 여과에 의한 농축이 가속화되어 처리수량이 가장 적고, 무기(스케일) 막오염이 지배적인 막오염 현상이 유발되어 그 양상이 다르다. 본 발명은 이러한 특성을 충분히 반영하여 효과적이고 정확한 막오염 현상을 예측하는 장치 및 방법을 제안하고자 한다.

[61] 또한, 도 1c의 예시에서 두 번째 엘리먼트부터 여섯 번째 엘리먼트까지의 미들 엘리먼트(middle element)는 막오염이 진행되는 과정의 엘리먼트이기에, 이를 모사하는데 있어서 빠르고 순차적인 순환 반복의 여과주기(filtration cycle)를 갖게 하는 것이 바람직한바, 이를 통하여 신속하게 예측하는 장치 및 방법을 제안하고자 한다.

[62]

과제 해결 수단

[63] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예는, 유입수 저장부(100); 유도용액 저장부(200); 및 상기 유입수 저장부(100)에 저장된 유입수와 상기 유도용액 저장부(200)에 저장된 유도용액이 유입되며, 정삼투막 베셀을 모사하여 이를 FO 처리함으로써 처리수와 농축수로 구분하는 FO 처리 모사부(300)를 포함하며, 상기 FO 처리 모사부(300)에서 구분된 농축수는 상기 유입수 저장부(100)로 재유입되며, 상기 FO 처리 모사부(300)는 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)을 포함하며, 상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라, 상기 유입수 저장부(100)로부터의 유입수와 상기 유도용액 저장부(200)로부터의 유도용액이 상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370) 중 어느 하나로 유입되는, 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치를 제안한다.

[64] 또한, 상기 제 1 F0셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)은 서로 구분되어 있는 것이 바람직하다.

[65] 또한, 상기 유입수 저장부(100)로 유입수가 유입되는 라인에 구비된 밸브(V11); 상기 유입수 저장부(100)로부터 드레인되는 라인에 구비된 밸브(V12); 상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유입수가 유입되는 라인에 각각 구비된 밸브(V13, V14, V15); 상기 유도용액 저장부(200)로 유도용액이 유입되는 라인에 구비된 밸브(V21); 상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유도용액이 유입되는 라인에 각각 구비된 밸브(V23, V24, V25); 상기 유입수 저장부(100)로부터 유입수가 유출되는 라인에 구비된 펌프(P1); 및 상기 유도용액 저장부(200)로부터 유도용액이 유출되는 라인에 구비된 펌프(P2)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[66] 또한, 상기 밸브들(V11, V12, V13, V14, V15, V21, V23, V24, V25)는 상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 그 개폐가 결정되며, 상기 펌프들(P1, P2)은 상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 그 작동이 결정되는 것이 바람직하다.

[67] 또한, 상기 유입수 저장부(100)의 수위를 감지하는 수위센서(LS)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[68] 또한, 상기 FO 처리 모사부(300)로부터 구분된 처리수를 RO 처리하는, RO 처리부(400)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[69] 또한, 상기 FO 처리 모사부(300)로부터 구분된 처리수로부터 유도용액을 회수하는 유도용액 회수부(450)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[70] 또한, 상기 유도용액 회수부(450)에서 회수된 유도용액은 상기 유도용액 저장부(200)에 재유입되는 것이 바람직하다.

[71] 또한, 상기 유입수 저장부(100) 내의 유입수 온도를 조절하는 수온조절장치(H); 및 상기 유입수 저장부(100) 내의 유입수를 교반하기 위한 구동기(M)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[72]

[73] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예는, 전술한 감지 장치; 유입수가 유입되어 전전처리되는 전전처리부(10); 상기 전전처리부(10)로부터 전전처리수가 유입되는 전처리부(20); 및 상기 전처리부(20)로부터 전처리수가 유입되어 FO 처리되어 처리수를 유출시키는 FO 처리부(30)를 포함하며, 상기 FO 처리부(30)는 정삼투막 베셀로서, 서로 연결된 다수의 FO 엘리먼트(element)(31~37)로 이루어지며, 상기 다수의 FO 엘리먼트(31~37)은 전처리수가 유입되는 최선단의 리드 엘리먼트(lead element)(31), 처리수가 유출되는 엔드 엘리먼트(end element)(37) 및 상기 리드 엘리먼트(31)와 상기 엔드 엘리먼트(37) 사이에 위치하는 다수의 미들 엘리먼트(middle element)(32~36)로 이루어지며, 상기 FO 처리 모사부(300) 중 상기 제 2 FO 셀(320)의 비율은, 상기 FO 처리부(30) 중 상기 다수의 미들 엘리먼트(32~36)의 비율에 상응하는, 정삼투막 처리 장치를 제안한다.

[74] 또한, 상기 유입수 저장부(100)의 전체 수위에 대비하여 현재 수위의 감소된 비율은, 상기 FO 처리부(30)의 회수율에 상응하는 것이 바람직하다.

[75] 또한, 상기 실시간 막오염 감시 장치의 상기 유입수 저장부(100)에 저장되는 유입수는, 상기 FO 처리부(30)에 유입되는 전처리수와 동일한 것이 바람직하다.

[76]

[77] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예는, (a) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 만수위(L0)인 경우, 유입수와 유도용액이 제 1 FO 셀(310)에 유입되는 단계; (b) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제 1 수위(L1)인 경우, 제 1 FO 셀(310)로의 유입이 중단되고, 유입수와 유도용액이 제 2 FO 셀(320)로 유입되는 단계; 및 (c) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제 2 수위(L2)인 경우, 제 2 FO 셀(320)로의 유입이 중단되고, 유입수와 유도용액이 제 3 FO 셀(370)로 유입되는 단계를 포함하는, 실시간 막오염 감시 방법을 제안한다.

[78] 또한, 상기 (c) 단계 이후에, (d) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제

3 수위(L3)인 경우, 제 3 FO 셀(370)로의 유입이 중단되고, 상기 유입수 저장부(100)에 남은 유체가 드레인되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[79] 또한, 상기 (a) 단계 이전에, (0) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 만수위(L0)에 이르도록, 유입수가 상기 유입수 저장부(100)로 유입되고, 그리고 유도용액이 상기 유도용액 저장부(200)로 유입되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[80] 또한, 상기 (0) 단계는, 제어부가 밸브(V11, V21))를 개방하는 단계를 포함하며, 상기 (a) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V13, V23)를 개방하며 상기 펌프(P1, P2)를 작동시키는 단계를 포함하며, 상기 (b) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V14, V24)를 개방하고 밸브(V13, V23)를 폐쇄하는 단계를 포함하며, 상기 (c) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V15, V25)를 개방하고 밸브(V14, V24)를 폐쇄하는 단계를 포함하며, 그리고 상기 (d) 단계는, 상기 제어부가 상기 밸브(V12)를 개방하고, 펌프(P1, P2)의 작동을 중지시키며 밸브(V15, V25)를 폐쇄하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[81] 또한, 상기 (d) 단계 이후, 상기 유입수 저장부(100)에 남은 유체가 모두 드레인 되었음을 확인한 후, 상기 (0) 단계로 회귀하는 것이 바람직하다.

[82] 또한, 상기 FO 처리 모사부(300)의 막오염 상태에 따라, 상기 FO 처리부(30)의 막오염 상태가 감지되는 것이 바람직하다.

[83]

발명의 효과

[84] 본 발명을 통해 정삼투막 베셀로 유입되는 유입수가 여과되는 처리수량과 막오염을 상용 분리막보다 수백 배 작은 막면적을 갖는 소형의 3개의 셀이 장착된 연속 담수화 장치를 통해 직접적으로 실시간으로 감시하고 재현할 수 있다.

[85] 이를 통하여, 막오염을 제거하기 위한 세정 시점에서 실제 주처리 공정 설비에 적용할 수 있도록 베셀 내 막오염 특성에 따른 정보를 제공할 수 있어서, 물리세정 및 화학세정 방법을 효과적으로 적용할 수 있다.

[86] 결과적으로, 본 발명을 통해 세정 공정시 소요되는 세정시간, 투입인력, 약품사용량, 세정폐액 발생량을 최소화가 가능하여 획기적으로 전체 설비 가동의 안정적 운영과 유지관리비의 경제적 절감효과를 달성할 수 있다.

[87]

도면의 간단한 설명

[88] 도 1a 및 도 1b는 종래의 일반적인 정삼투막 장치를 도시한다.

[89] 도 1c는 도 1a 및 도 1b에 도시된 정삼투막 장치를 이루는 정삼투막 베셀인 FO 처리부 내의 엘리먼트를 구분하여 설명하기 위한 개념도이다.

[90] 도 2는 정삼투막 베셀의 막오염을 모니터링하기 위한 종래 장치인 정삼투막 스키드의 사진이다.

[91] 도 3은 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 장치의 제 1 실시예를 설명하기 위한 개념도이며, 도 4는 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 장치의 제 2 실시예를 설명하기 위한 개념도

[92] 도 5는 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[93] 도 6은 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 방법을 설명하기 위하여, 밸브와 펌프의 작동/개폐 여부를 설명하기 위한 표이다.

[94]

발명의 실시를 위한 형태

[95] 이하에서, "유입수"는 정삼투막 베셀에 투입되는 유체를 의미한다. 해수, 폐수, 하수처리수, 기수 등의 원수 및 이들을 전처리한 전처리수 등 어떠한 유체이어도 무방하다.

[96] 이하에서, "유도용액"은 정삼투막 베셀에 투입되어 정삼투를 행하기 위한 고농도 용액을 의미한다. 예를 들어, 유입수가 하수처리수인 경우 유도용액은 해수일 수 있으나, 정삼투 처리를 위하여 적용될 수 있는 어떠한 유체이어도 무방하다.

[97] 이하에서, "FO 엘리먼트(FO element)"는 정삼투막 베셀을 이루는 단위를 의미하며, "FO 모듈(module)"로 지칭되기도 한다.

[98] 이하에서, "수위센서(LS)"는 유입수의 수위만을 감지하는 수단만을 의미하는 것이 아니라, 수위, 무게, 유량 등의 정보를 감지하는 모든 수단을 의미하며, 예를 들면 수위센서, 무게센서, 유량계 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[99] 이하에서 "펌프(P1, P2)"는 유체를 이송시키기 위한 압력을 부여하는 수단을 의미하고, 압력의 크기 등에 있어서 한정되지 않는다.

[100]

[101] <u>1. 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치의 설명 - 제 1 실시예(도 3)</u>

[102]

[103] *도 3을 참조하여, 본 발명에 따른 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치를 설명한다.

[104] 도 3의 상측에는 일반적인 정삼투막 처리 장치의 정삼투막 베셀이 도시된다. 도 1c를 참조하여 전술한 바와 같은 것으로, FO 처리부(30)가 정삼투막 베셀로 지칭될 수 있으며, 다수의 엘리먼트(31~37)로 이루어진다. 일반적으로 하나의 정삼투막 베셀은 3~10개의 엘리먼트로 이루어지며, 여기에서는 예시적으로 7개의 엘리먼트로 이루어진 경우를 설명한다.

[105] FO 엘리먼트(31~37)은 유입수와 유도용액이 유입되는 최선단의 리드 엘리먼트(lead element)(31), 처리수가 유출되는 최후단의 엔드 엘리먼트(end element)(37) 및 그 사이에 위치하는 다수의 미들 엘리먼트(middle element)(32~36)로 이루어진다. 도시된 미들 엘리먼트(32~36)는 5개이나, 그 개수에 제한이 없음은 전술한 바와 같다.

[106] 여기에서, 리드 엘리먼트(31)과 엔드 엘리먼트(37)가 중요하다. 유입수가 각각의 엘리먼트를 순차적으로 통과하기에, 정삼투막 처리 장치가 가동된 후 많은 시간이 경과하면 두 엘리먼트의 막오염 양상이 극명하게 다르기 때문이다.

[107] 유입수가 바로 유입되는 리드 엘리먼트(31)과, 선단의 엘리먼트들에서 어느 정도 처리가 이루어진 후 유입되는 엔드 엘리먼트(37)의 막오염 상태는 당연히 다를 수밖에 없다.

[108]

[109] *정삼투막 처리 장치의 막오염 상태를 확인하고 세정 타이밍 및 주기를 결정하여야 하는 실제 현장에서도 최선단과 최후단의 엘리먼트 오염 정도를 확인하는 것이 대단히 중요하다.

[110] 구체적인 막오염 양상을 살펴보면, 유입수가 유입되는 리드 엘리먼트(31)는 주로 입자막오염, 유기막오염이 이루어지며, 최후단의 엔드 엘리먼트(37)의 경우 주로 무기막오염(스케일링)이 이루어진다.

[111] 이에, 본 발명은, 이와 같은 점에 착안하여, 리드 엘리먼트(31)에 대응하는 제 1 FO 셀(310)과 엔드 엘리먼트(37)에 대응하는 제 3 FO 셀(370)을 별도로 구분하며, 그 사이의 미들 엘리먼트(32~36)는 하나의 제 2 FO 셀(320)로 설정한다.

[112] 여기에서, 제 2 FO 셀(320)의 크기는 실제 막오염 상태를 확인하고자 하는 미들 엘리먼트(32~36)의 크기 내지 용량에 상응하게 설정된다.

[113]

[114] 전술한 정삼투막 처리 장치를 모사하여 실시간 막오염 감시를 이루고자 하는 장치를 설명한다.

[115] 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 장치는, 실제 작동 중인 정삼투막 처리 장치와 비교하여 그 처리 절대량만을 감소시켜 동일한 수준으로서 작동하게 된다. 즉, 본 발명에 따른 FO 처리 모사부(300)의 각 FO 셀(310, 320, 370)의 막오염 정도를 확인함으로써, 실제 작동 중인 정삼투막 처리 장치의 막오염 정도를 해당 장치를 분해하거나 분석하지 않고도 추정할 수 있으며, 최적의 세정 효과를 거두기 위한 세정 방법 역시 추정 가능하다.

[116] 이와 같은 기능을 하는 핵심 부품은 FO 처리 모사부(300)이다. 이는, 실제 정삼투막 처리 장치의 FO 처리부(30)의 처리 과정을 모사하여 작동한다.

[117] 전술한 바와 같이, FO 처리부(30)의 리드 엘리먼트(31)에 대응하는 제 1 FO 셀(310), 엔드 엘리먼트(37)에 대응하는 제 3 FO 셀(370), 그 사이의 미들 엘리먼트(32~36)는 하나의 제 2 FO 셀(320)로 이루어진다.

[118] 각각의 FO 셀(310, 320, 370)은 실제 멤브레인을 작은 크기로 절취한 멤브레인 섹션을 이용한다. 멤브레인 섹션의 크기를 조절하거나, 또는 그 크기는 유사하게 하되 예를 들어 제 2 FO 셀(320)은 다수의 섹션을 적층하여 사용할 수도 있다.

[119] 이와 같이 멤브레인의 크기에 비례를 이용하여, FO 처리 모사부(300)에 정삼투막 처리 장치에 투입되는 유입수에 상응하는 양을 주입시키면, 결과적으로 FO 처리 모사부(300)의 막오염 진행은 실제 정삼투막 처리 장치의

FO 처리부(30)의 막오염 진행과 유사하게 이루어진다.

[120]

[121] 이제, FO 처리 모사부(300)에 유입되는 유입수가 저장되는 유입수 저장부(100)를 설명한다.

[122] 유입수 저장부(100)에는, 유입수 온도를 조절하는 수온조절장치(H), 유입수를 교반하기 위한 구동기(M)가 구비될 수 있다. 온도와 교반 정도를 별도의 제어부(미도시)를 이용하여 제어함으로써, FO 처리 모사부(300)가 FO 처리부(30)를 근사하게 모사할 수 있다.

[123] 유입수 저장부(100)에서 FO 처리 모사부(300)로 투입되는 유입수는, 유입수 저장부(100)의 수위를 감지함으로써 제어된다. 유입수 저장부(100)에는 그 수위를 감지하기 위한 수위센서(LS)가 구비된다.

[124] 또한, 유입수 저장부(100)로 유입수가 유입되는 라인에 밸브(V11)가 구비되고, 유입수 저장부(100)로부터 드레인되는 라인에 다른 밸브(V12)가 구비되고, 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유입수가 유입되는 라인에 각각 다른 밸브(V13, V14, V15)가 구비된다.

[125] 또한, 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유입수가 유입되는 라인에는 별도의 펌프(P1)가 더 구비된다.

[126]

[127] 다음, FO 처리 모사부(300)에 유입되는 유도용액이 저장되는 유도용액 저장부(200)를 설명한다.

[128] 유도용액 저장부(200)에도 역시 유도용액의 온도를 조절하는 수온조절장치(H), 유입수를 교반하기 위한 구동기(M)가 구비될 수 있다.

[129] 유도용액 저장부(200)에서 FO 처리 모사부(300)로 투입되는 유도용액은, 유입수 저장부(100)에서 유입되는 유입수와 같이, 유입수 저장부(100)의 수위를 감지함으로써 제어된다. 따라서, 유도용액 저장부(200)에 별도의 수위센서가 구비될 필요는 없다.

[130] 또한, 유도용액 저장부(200)으로 유도용액이 유입되는 라인에 밸브(V21)가 구비되고, 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유도용액이 유입되는 라인에 각각 다른 밸브(V23, V24, V25)가 구비된다.

[131] 또한, 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유도용액이 유입되는 라인에는 별도의 펌프(P2)가 더 구비된다.

[132] 제어부(미도시)는 이러한 밸브들(V11, V12, V13, V14, V15, V21, V23, V24, V25)과 펌프(P1, P2)를 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 조절하게 된다.

[133]

[134] FO 처리 모사부(300)에서 FO 처리가 이루어지면 유입수와 유도용액에 의하여 농축수와 희석된 유도용액이 구분되어 배출된다. 희석된 유도용액은 RO부(400)에서 RO 처리되어 별도의 처리수 저장부(400)에 저장되고 이때 발생되는 초기 농도의 유도용액은 유도용액 저장부(200)로 재유입되거나

드레인되며, FO 처리부(30)에서 발생한 농축수는 다시 유입수 저장부(100)로 재유입되어야 한다는 점이 중요하다. 농축수가 재유입되어야 전술한 바와 같이 엘리먼트별로 다른 막오염 정도를 모사할 수 있기 때문이다.

[135] 따라서, FO 처리 모사부(300)에 유입되는 유입수의 미리 설정된 비율에 따른 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 제어함으로써, 실제 FO 처리부(30)의 처리량에 상응하여 FO 처리 모사부(300)의 처리량을 제어할 수 있으며, 이를 통하여 FO 처리 모사부(300)의 막오염 진행은 FO 처리부(30)의 막오염 진행에 상응하게 진행될 것이다.

[136]

[137] 2. 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치의 설명 - 제 2 실시예(도 4)

[138] 도 4을 참조하여, 본 발명에 따른 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치의 제 2 실시예를 설명한다.

[139] 제 2 실시예는 제 1 실시예와 비교하여 RO부(400)가 아닌 유도용액 회수부(450)가 위치한다.

[140] 유도용액 회수부(450)는 RO 처리 모사부(300)에서 함께 유출되는 처리수에서 유도용액을 별도의 방법으로 구분하여 다시 유도용액 저장부(200)로 재유입시키고, 남은 처리수는 처리수 저장부(500)로 이동시킨다.

[141] 이러한 부분을 제외하면 제 1 실시예와 유사하다.

[142]

[143] 3. 정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 방법의 설명

[144] 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 실시간 막오염 감시 방법을 설명한다. 도 6은 제어부(미도시)가 제어하는 밸브(V11, V12, V13, V14, V15, V21, V23, V24, V25, V26)의 개폐와 펌프(P1, P2)의 작동을 도시한 것이다. 아래의 설명에서는 제어부에 대한 표현은 생략하도록 한다.

[145]

[146] 먼저, 준비 단계로서, 밸브(V1)를 개방하여 유입수 저장부(100)에 유입수가 유입된다(S10). 유입수 저장부(100)의 수위가 미리 설정된 만수위(L0)에 이른 경우(S20), 밸브(V11)가 폐쇄된다.

[147]

[148] 이제, 리드 엘리먼트(31)를 모사하는 제 1 FO 셀(310)에 유입수와 유도용액이 유입된다(S100). 이를 위하여, 밸브(V13, V23)가 개방되고 펌프(P1, P2)가 작동한다.

[149] 유입수가 유입되면 제 1 FO 셀(310)에서 FO 처리가 이루어진다. 처리수는 RO부(400)에서 RO 처리되거나(제 1 실시예), 또는 유도용액 회수부(450)에서 유도용액이 회수된 후(제 2 실시예) 처리수 저장부(400)에 저장된다. 농축수는 유입수 저장부(100)에 재유입된다. 이 과정에서 제 1 FO 셀(310)의 막오염이 진행되며, 유입수 저장부(100)의 수위는 점차 낮아진다.

[150] 유입수 저장부(100)의 수위가 미리 결정한 수위(L1)까지 낮아진 경우(L110) 제

1 FO 셀(310)은 미리 설정한 만큼의 막오염이 진행된 것이므로, 이제 제 2 FO 셀(320)로 진행한다.

[151]

[152] 미들 엘리먼트(32~36)를 모사하는 제 2 FO 셀(320)에 유입수가 유입된다(S200). 이를 위하여, 밸브(V14, V24)가 개방되며 밸브(V13, V23)가 폐쇄된다. 펌프(P1, P2)는 계속 작동 중이다.

[153] 이 때에 유입되는 유입수는 제 1 FO 셀(310)에 유입되는 유입수인 전처리수와 달리, 제 1 FO 셀(310)에서 처리수와 구분된 농축수가 포함된 유입수이므로, 실제 미들 엘리먼트(32~36)로 유입되는 유입수와 유사하다.

[154] 유입수가 유입되면 제 2 FO 셀(320)에서 FO 처리가 이루어진다. 처리수는 RO부(400)에서 RO 처리되거나(제 1 실시예), 또는 유도용액 회수부(450)에서 유도용액이 회수된 후(제 2 실시예) 처리수 저장부(400)에 저장된다. 농축수는 유입수 저장부(100)에 재유입된다. 이 과정에서 제 2 FO 셀(320)의 막오염이 진행되며, 유입수 저장부(100)의 수위는 점차 낮아진다.

[155] 유입수 저장부(100)의 수위가 미리 결정한 수위(L2)까지 낮아진 경우(L210) 제 2 FO 셀(320)은 미리 설정한 만큼의 막오염이 진행된 것이므로, 이제 제 3 FO 셀(370)로 진행한다.

[156]

[157] 마지막으로, 엔드 엘리먼트(37)를 모사하는 제 3 FO 셀(370)에 유입수가 유입된다(S300). 이를 위하여, 밸브(V15, V25)가 개방되며 밸브(V14, V24)가 폐쇄된다. 펌프(P1, P2)는 계속 작동 중이다.

[158] 이 때에 유입되는 유입수는 제 1 FO 셀(310)에 유입되는 유입수인 전처리수나 제 2 FO 셀(320)로 유입되는 유입수와 달리, 제 2 FO 셀(320)에서 처리수와 구분된 농축수가 포함된 유입수이므로, 실제 엔드 엘리먼트(37)로 유입되는 유입수와 유사하다.

[159] 유입수가 유입되면 제 3 FO 셀(370)에서 FO 처리가 이루어진다. 처리수는 RO부(400)에서 RO 처리되거나(제 1 실시예), 또는 유도용액 회수부(450)에서 유도용액이 회수된 후(제 2 실시예) 처리수 저장부(400)에 저장된다. 농축수는 유입수 저장부(100)에 재유입된다. 이 과정에서 제 3 FO 셀(370)의 막오염이 진행되며, 유입수 저장부(100)의 수위는 점차 낮아진다.

[160] 유입수 저장부(100)의 수위가 미리 결정한 수위(L3)까지 낮아진 경우(L310) 제 3 FO 셀(320)은 미리 설정한 만큼의 막오염이 모두 진행된 것이다.

[161]

[162] 이와 같이 1회의 사이클이 모두 완료되면, 밸브(V15, V25)가 폐쇄되고 펌프(P1, P2)는 작동을 정지하며, 유입수 저장부(100)를 드레인하기 위하여 밸브(V12)가 개방되고(S500), 밸브(V15, V25)가 폐쇄되고 펌프(P1, P2)는 작동을 정지한다.

[163] 추가 작동이 필요한 경우(S600) 다시 S10 단계로 진행한다.

[164]

[165]

[166] *이상, 본 명세서에는 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 도면에 도시한 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당업자라면 본 발명의 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

[167]

[168] (부호의 설명)

[169] 10: 전전처리부

[170] 20: 유도용액 공급부

[171] 30: FO 처리부

[172] 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37: FO 엘리먼트

[173] 40: RO부

[174] 100: 유입수 저장부

[175] 200: 유도용액 저장부

[176] 300: FO 처리 모사부

[177] 310: 제 1 FO 셀

[178] 320: 제 2 FO 셀

[179] 370: 제 3 FO 셀

[180] 400: RO부

[181] V11, V12, V13, V14, V15, V21, V23, V24, V25: 밸브

[182] P1, P2: 펌프

[183] LS: 수위센서

[184] H: 수온조절장치

[185] M: 구동기

청구범위

[청구항 1] 유입수 저장부(100);
유도용액 저장부(200); 및
상기 유입수 저장부(100)에 저장된 유입수와 상기 유도용액 저장부(200)에 저장된 유도용액이 유입되며, 정삼투막 베셀을 모사하여 이를 FO 처리함으로써 처리수와 농축수로 구분하는 FO 처리 모사부(300)를 포함하며,
상기 FO 처리 모사부(300)에서 구분된 농축수는 상기 유입수 저장부(100)로 재유입되며,
상기 FO 처리 모사부(300)는 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)을 포함하며,
상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라, 상기 유입수 저장부(100)로부터의 유입수와 상기 유도용액 저장부(200)로부터의 유도용액이 상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370) 중 어느 하나로 유입되는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 F0셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)은 서로 구분되어 있는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 유입수 저장부(100)로 유입수가 유입되는 라인에 구비된 밸브(V11);
상기 유입수 저장부(100)로부터 드레인되는 라인에 구비된 밸브(V12);
상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유입수가 유입되는 라인에 각각 구비된 밸브(V13, V14, V15);
상기 유도용액 저장부(200)로 유도용액이 유입되는 라인에 구비된 밸브(V21);
상기 제 1 FO 셀(310), 제 2 FO 셀(320) 및 제 3 FO 셀(370)로 유도용액이 유입되는 라인에 각각 구비된 밸브(V23, V24, V25);
상기 유입수 저장부(100)로부터 유입수가 유출되는 라인에 구비된 펌프(P1); 및
상기 유도용액 저장부(200)로부터 유도용액이 유출되는 라인에 구비된 펌프(P2)를 더 포함하는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,

상기 밸브들(V11, V12, V13, V14, V15, V21, V23, V24, V25)는 상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 그 개폐가 결정되며, 상기 펌프들(P1, P2)은 상기 유입수 저장부(100)의 수위에 따라 그 작동이 결정되는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 유입수 저장부(100)의 수위를 감지하는 수위센서(LS)를 더 포함하는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 6] 제 3 항에 있어서,
상기 FO 처리 모사부(300)로부터 구분된 처리수를 RO 처리하는, RO 처리부(400)를 더 포함하는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 7] 제 3 항에 있어서,
상기 FO 처리 모사부(300)로부터 구분된 처리수로부터 유도용액을 회수하는 유도용액 회수부(450)를 더 포함하는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 유도용액 회수부(450)에서 회수된 유도용액은 상기 유도용액 저장부(200)에 재유입되는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 9] 제 3 항에 있어서,
상기 유입수 저장부(100) 내의 유입수 온도를 조절하는 수온조절장치(H); 및
상기 유입수 저장부(100) 내의 유입수를 교반하기 위한 구동기(M)를 더 포함하는,
정삼투막 베셀 내 실시간 막오염 감시 장치.

[청구항 10] 제 3 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 따른 실시간 막오염 감시 장치;
유입수가 유입되어 전전처리되는 전전처리부(10);
상기 전전처리부(10)로부터 전전처리수가 유입되는 전처리부(20); 및
상기 전처리부(20)로부터 전처리수가 유입되어 FO 처리되어 처리수를 유출시키는 FO 처리부(30)를 포함하며,
상기 FO 처리부(30)는 정삼투막 베셀로서, 서로 연결된 다수의 FO 엘리먼트(element)(31~37)로 이루어지며,
상기 다수의 FO 엘리먼트(31~37)은 전처리수가 유입되는 최선단의 리드 엘리먼트(lead element)(31), 농축수가 유출되는

엔드 엘리먼트(end element)(37) 및 상기 리드 엘리먼트(31)와 상기 엔드 엘리먼트(37) 사이에 위치하는 다수의 미들 엘리먼트(middle element)(32~36)로 이루어지며,
상기 FO 처리 모사부(300) 중 상기 제 2 FO 셀(320)의 비율은, 상기 FO 처리부(30) 중 상기 다수의 미들 엘리먼트(32~36)의 비율에 상응하는,
정삼투막 처리 장치.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 유입수 저장부(100)의 전체 수위에 대비하여 현재 수위의 감소된 비율은, 상기 FO 처리부(30)의 회수율에 상응하는,
정삼투막 처리 장치.

[청구항 12] 제 10 항에 있어서,
상기 실시간 막오염 감시 장치의 상기 유입수 저장부(100)에 저장되는 유입수는, 상기 FO 처리부(30)에 유입되는 전처리수와 동일한,
정삼투막 처리 장치.

[청구항 13] 제 10 항에 따른 정삼투막 처리 장치에서 정삼투막 베셀의 막오염을 실시간으로 감지하는 방법으로서,
(a) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 만수위(L0)인 경우, 유입수와 유도용액이 제 1 FO 셀(310)에 유입되는 단계;
(b) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제 1 수위(L1)인 경우, 제 1 FO 셀(310)로의 유입이 중단되고, 유입수와 유도용액이 제 2 FO 셀(320)로 유입되는 단계; 및
(c) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제 2 수위(L2)인 경우, 제 2 FO 셀(320)로의 유입이 중단되고, 유입수와 유도용액이 제 3 FO 셀(370)로 유입되는 단계를 포함하는,
실시간 막오염 감시 방법.

[청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 (c) 단계 이후에,
(d) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 제 3 수위(L3)인 경우, 제 3 FO 셀(370)로의 유입이 중단되고, 상기 유입수 저장부(100)에 남은 유체가 드레인되는 단계를 더 포함하는,
실시간 막오염 감시 방법.

[청구항 15] 제 14 항에 있어서,
상기 (a) 단계 이전에,
(0) 상기 유입수 저장부(100)의 수위가 기 설정된 만수위(L0)에 이르도록, 유입수가 상기 유입수 저장부(100)로 유입되고, 그리고 유도용액이 상기 유도용액 저장부(200)로 유입되는 단계를 더

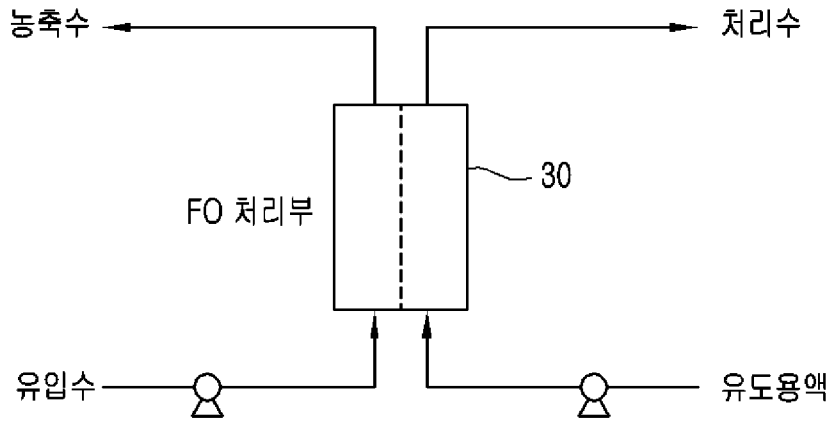
포함하는,
실시간 막오염 감시 방법.

[청구항 16] 제 15 항에 있어서,
상기 (0) 단계는, 제어부가 밸브(V11, V21))를 개방하는 단계를 포함하며,
상기 (a) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V13, V23)를 개방하며 상기 펌프(P1, P2)를 작동시키는 단계를 포함하며,
상기 (b) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V14, V24)를 개방하고 밸브(V15, V25)를 폐쇄하는 단계를 포함하며,
상기 (c) 단계는, 상기 제어부가 밸브(V15, V25)를 개방하고 밸브(V14, V24)를 폐쇄하는 단계를 포함하며, 그리고
상기 (d) 단계는, 상기 제어부가 상기 밸브(V12)를 개방하고, 펌프(P1, P2)의 작동을 중지시키며 밸브(V15, V25)를 폐쇄하는 단계를 포함하는,
실시간 막오염 감시 방법.

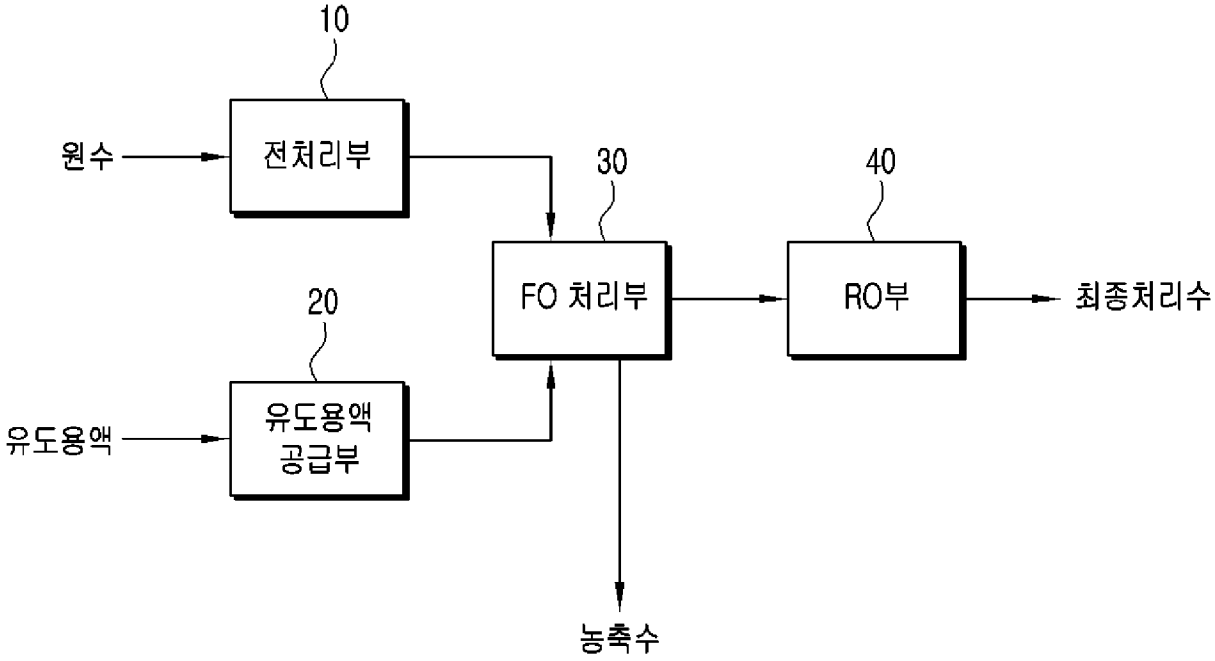
[청구항 17] 제 15 항에 있어서,
상기 (d) 단계 이후,
상기 유입수 저장부(100)에 남은 유체가 모두 드레인되었음을 확인한 후, 상기 (0) 단계로 회귀하는,
실시간 막오염 감시 방법.

[청구항 18] 제 13 항에 있어서,
상기 FO 처리 모사부(300)의 막오염 상태에 따라, 상기 FO 처리부(30)의 막오염 상태가 감지되는,
실시간 막오염 감시 방법.

[Fig. 1a]

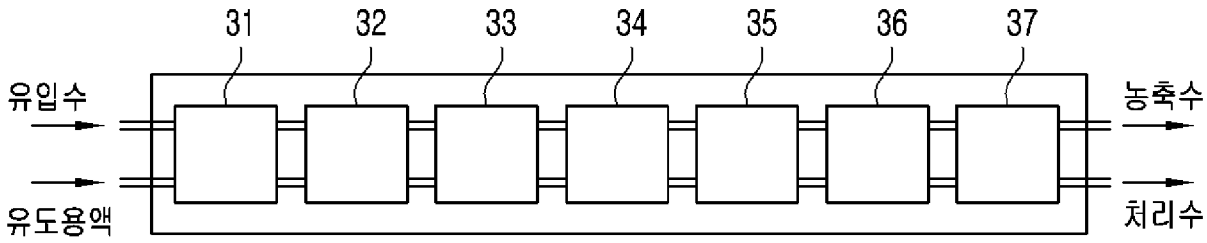


[Fig. 1b]

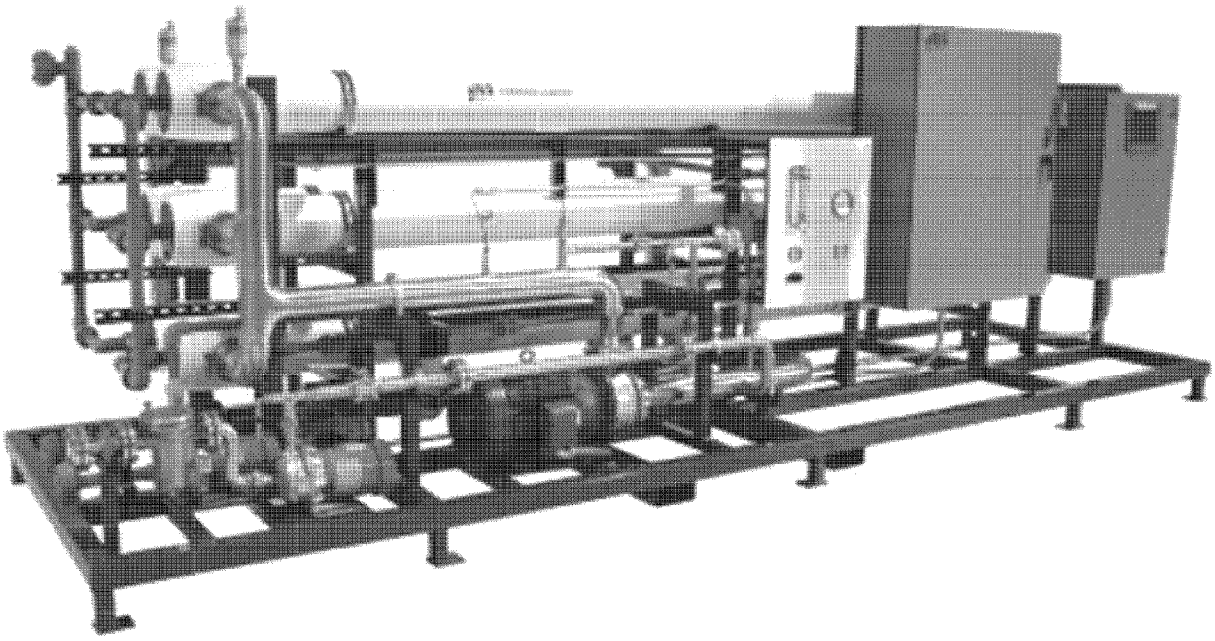


[Fig. 1c]

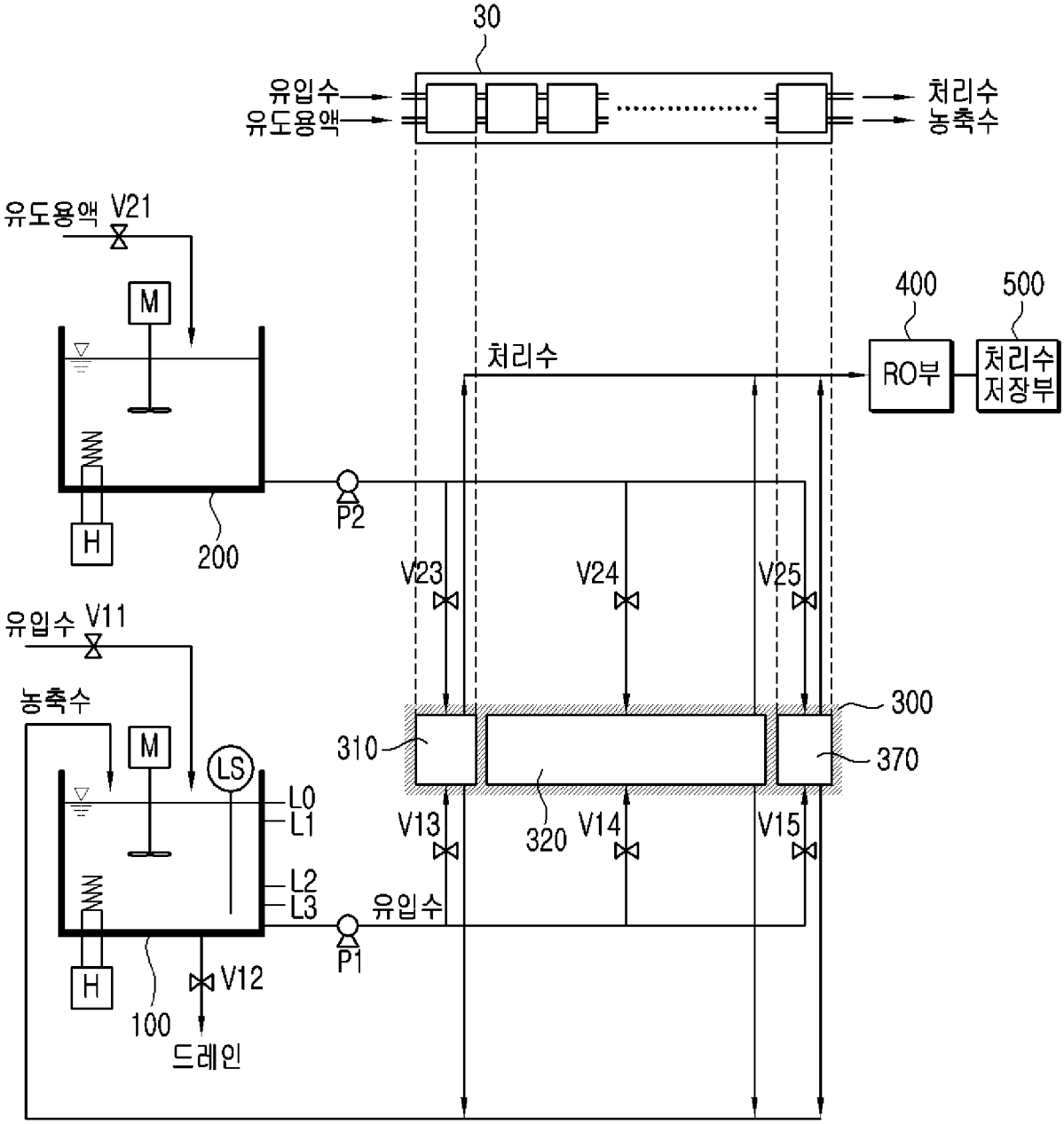
30



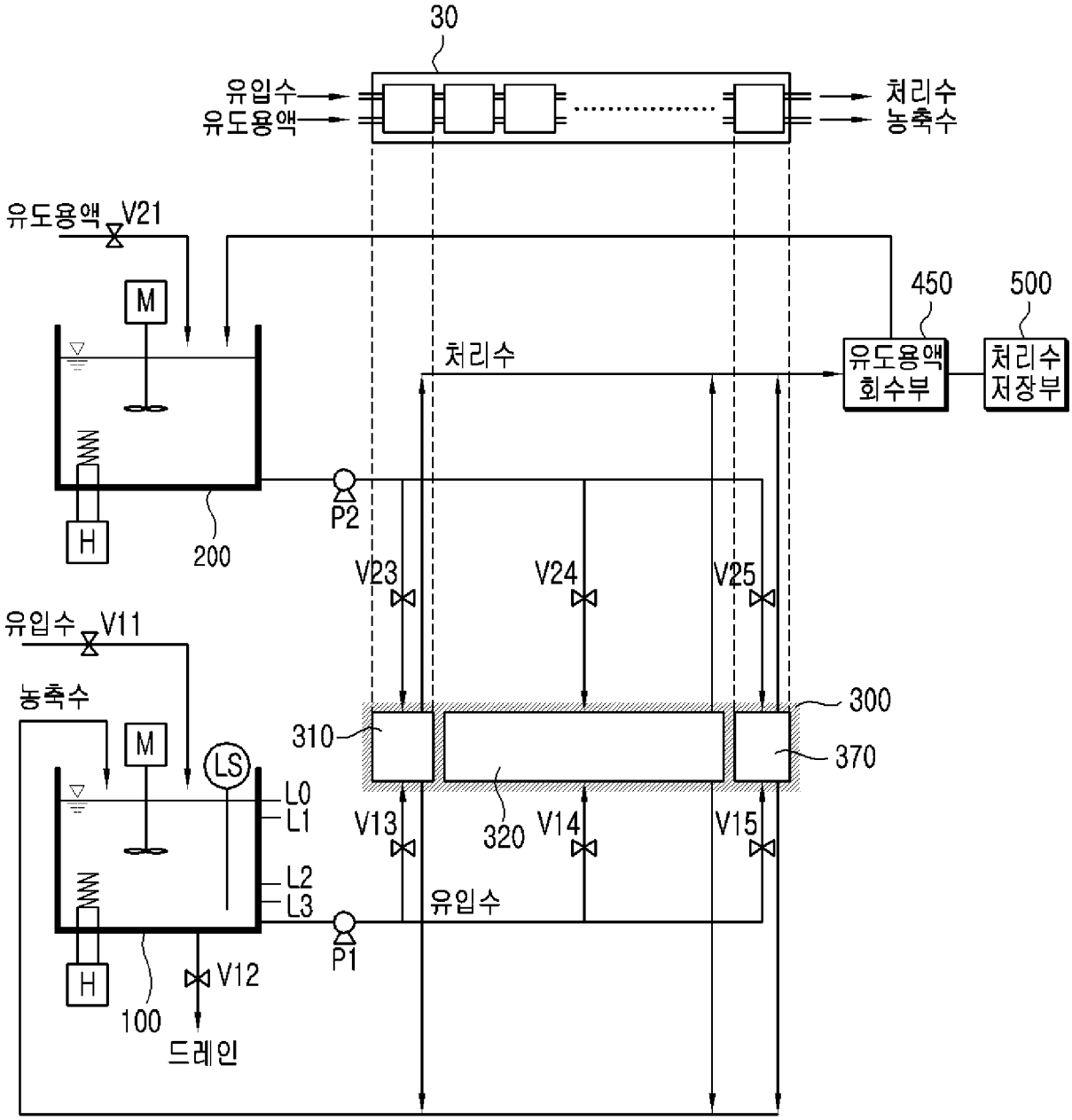
[Fig. 2]



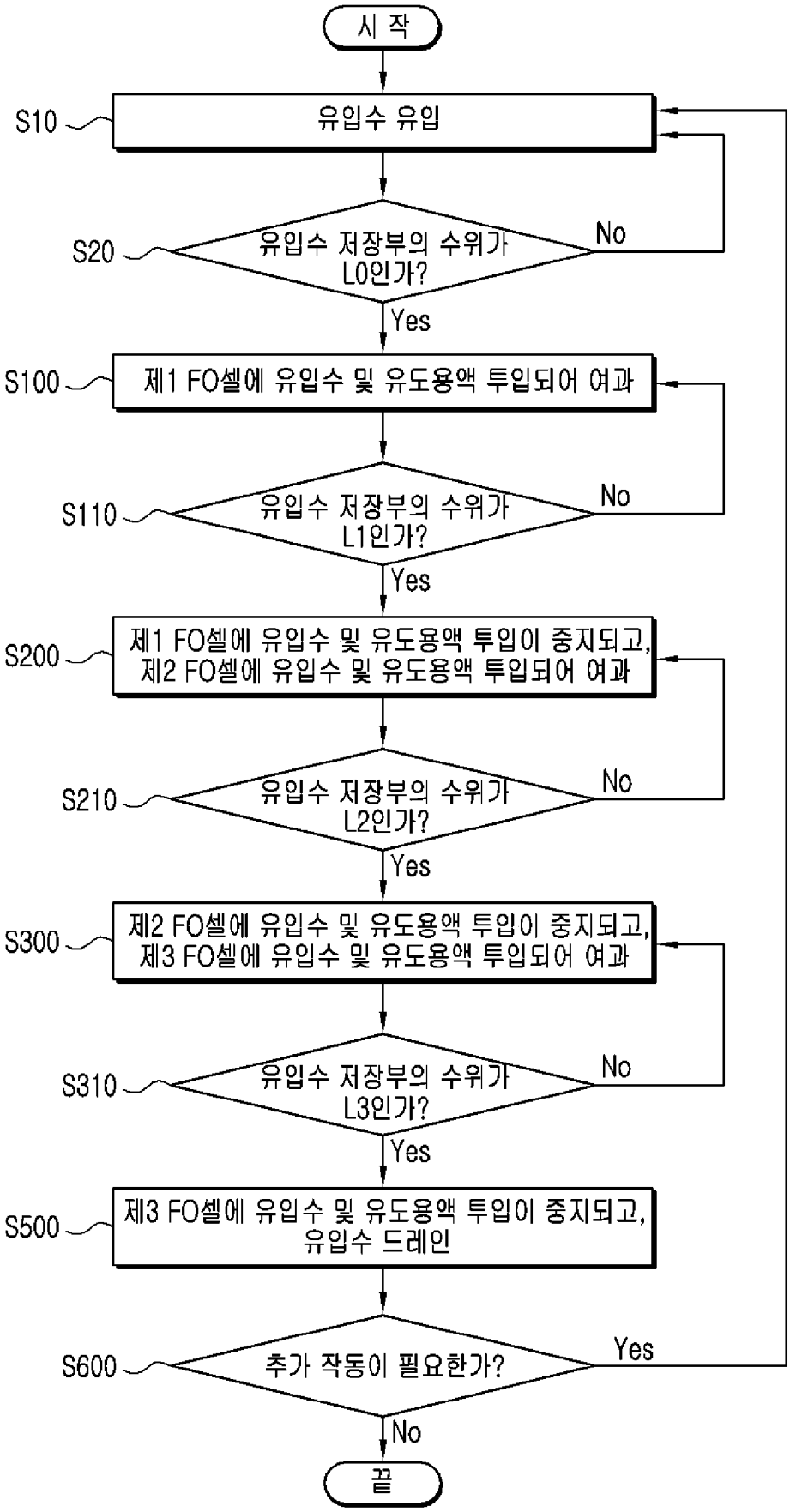
[Fig. 3]


30
유입수
유도용액
처리수
농축수
유도용액 V21
M
400
500
RO부
처리수 저장부
처리수
H
200
P2
V23
V24
V25
유입수 V11
농축수
300
310
370
M
LS
L0
L1
L2
L3
V13
320
V14
V15
유입수
P1
H
V12
100
드레인

[Fig. 4]


30
유입수
유도용액
처리수
농축수
유도용액 V21
M
450
500
처리수
유도용액 회수부
처리수 저장부
H
200
P2
V23
V24
V25
유입수 V11
농축수
M
LS
310
300
370
L0
L1
L2
L3
V13
320
V14
V15
유입수
H
100
V12
드레인
P1

[Fig. 5]


시 작
S10
유입수 유입
S20
유입수 저장부의 수위가 L0인가?
No
Yes
S100
제1 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입되어 여과
S110
유입수 저장부의 수위가 L1인가?
No
Yes
S200
제1 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입이 중지되고, 제2 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입되어 여과
S210
유입수 저장부의 수위가 L2인가?
No
Yes
S300
제2 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입이 중지되고, 제3 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입되어 여과
S310
유입수 저장부의 수위가 L3인가?
No
Yes
S500
제3 FO셀에 유입수 및 유도용액 투입이 중지되고, 유입수 드레인
S600
추가 작동이 필요한가?
Yes
No
끝

[Fig. 6]

구분	S10	S100	S200	S300	S500
P1, P2	정지	작동	작동	작동	정지
V11, V21	open	close	close	close	close
V12	close	close	close	close	open
V13, V23	close	open	close	close	close
V14, V24	close	close	open	close	close
V15, V25	close	close	close	open	close

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2015/008389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 61/00(2006.01)i, B01D 65/10(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)

B01D 61/00; G01N 7/10; B01D 65/08; B01D 61/12; G01N 15/08; C02F 1/44; B01D 35/14; B01D 61/02; B01D 65/10

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: forward osmosis membrane, membrane, FO, valve, membrane pollution, monitoring, water level

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1318578 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 16 October 2013 See abstract; claim 1; and figure 4.	1-18
A	KR 10-2013-0085220 A (LG ELECTRONICS INC.) 29 July 2013 See abstract; claims 1-15; and figures 1-6.	1-18
A	KR 10-2011-0089710 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 09 August 2011 See abstract; claims 1-12; and figure 1.	1-18
A	KR 10-2011-0067744 A (KOREA INSTITUTE OF CIVIL ENGINEERING AND BUILDING TECHNOLOGY) 22 June 2011 See abstract; claims 1-5; and figure 1.	1-18
A	KR 10-2013-0056711 A (LG ELECTRONICS INC.) 30 May 2013 See abstract; claims 1-11; and figures 1-2.	1-18

☐ 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	Date of mailing of the international search report
09 DECEMBER 2015 (09.12.2015)	**10 DECEMBER 2015 (10.12.2015)**
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.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2015/008389

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1318578 B1	16/10/2013	NONE	
KR 10-2013-0085220 A	29/07/2013	NONE	
KR 10-2011-0089710 A	09/08/2011	KR 10-1181549 B1	10/09/2012
KR 10-2011-0067744 A	22/06/2011	KR 10-1462565 B1	04/12/2014
KR 10-2013-0056711 A	30/05/2013	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2015/008389

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01D 61/00(2006.01)i, B01D 65/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B01D 61/00; G01N 7/10; B01D 65/08; B01D 61/12; G01N 15/08; C02F 1/44; B01D 35/14; B01D 61/02; B01D 65/10

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: 정삼투막, 멤브레인, FO, 밸브, 막오염, 모니터링, 수위

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1318578 B1 (고려대학교 산학협력단) 2013.10.16 요약; 청구항 1; 및 도면 4 참조.	1-18
A	KR 10-2013-0085220 A (엘지전자 주식회사) 2013.07.29 요약; 청구항 1-15; 및 도면 1-6 참조.	1-18
A	KR 10-2011-0089710 A (고려대학교 산학협력단) 2011.08.09 요약; 청구항 1-12; 및 도면 1 참조.	1-18
A	KR 10-2011-0067744 A (한국건설기술연구원) 2011.06.22 요약; 청구항 1-5; 및 도면 1 참조.	1-18
A	KR 10-2013-0056711 A (엘지전자 주식회사) 2013.05.30 요약; 청구항 1-11; 및 도면 1-2 참조.	1-18

☐ 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

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

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

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2015년 12월 09일 (09.12.2015)	2015년 12월 10일 (10.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
민인규
전화번호 +82-42-481-3326

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/008389

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1318578 B1	2013/10/16	없음	
KR 10-2013-0085220 A	2013/07/29	없음	
KR 10-2011-0089710 A	2011/08/09	KR 10-1181549 B1	2012/09/10
KR 10-2011-0067744 A	2011/06/22	KR 10-1462565 B1	2014/12/04
KR 10-2013-0056711 A	2013/05/30	없음	