



- (51) 국제특허분류: *C02F 1/44* (2006.01) *B01D 61/02* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/009021
- (22) 국제출원일: 2010년 12월 16일 (16.12.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1, 500-712 Gwangju (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **김준하 (KIM, Joon Ha)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1 광주과학기술원 환경공학과, 500-712 Gwangju (KR). **샤프사퍼 (SARP, Sarper)** [TR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1 광주과학기술원 환경공학과, 500-712 Gwangju (KR). **이지정 (LEE, Ji Jung)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1 광주과학기술원 환경공학과, 500-712 Gwangju (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 서울 서초구 양재동 82-2 우도빌딩 3층, 137-890 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

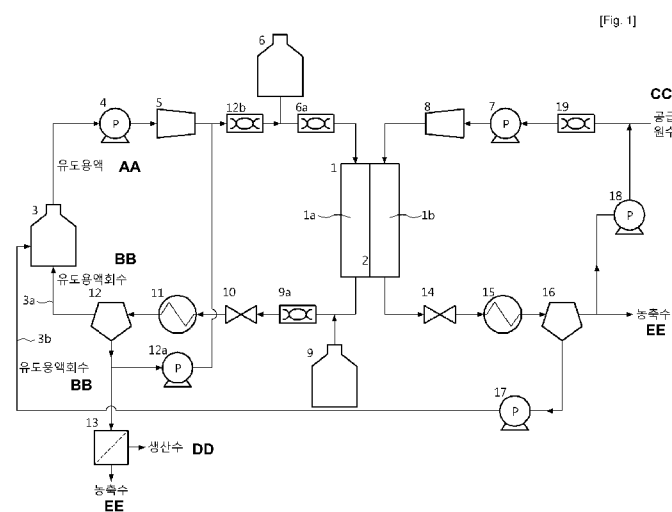
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: FORWARD-OSMOSIS, CONTINUOUS-PROCESS, WATER-TREATMENT SYSTEM AND METHOD USING PHASE CHANGES IN AN OSMOTICALLY ACTIVE SUBSTANCE

(54) 발명의 명칭 : 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법



AA ... Draw solution
BB ... Draw solution recovery
CC ... Source water supply
DD ... Product water
EE ... Concentrated water

(57) Abstract: Disclosed are a forward-osmosis, continuous-process, water-treatment system and method using phase changes in an osmotically active substance (osmotically active compound, OAC), that can easily change phase, whereby it is possible to effect isolation and recovery processing of a draw solution through a concept involving continuous processing via forward osmosis by making use of the osmotically active substance (OAC). According to a preferred embodiment of the present invention, the forward-osmosis, continuous-process, water-treatment system using phase changes in an osmotically active substance is capable of providing drinking water production technology as it makes it possible to effect isolation and recovery processing of a draw solution through a concept involving continuous processing via forward osmosis by making use of the OAC that can easily change phase. The water-treatment process making use of an OAC that can easily change phase of this kind can be used in fields of industry involving water-treatment processing of all types including sewage and waste water, groundwater and the like, not to mention seawater desalination.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



상 변화가 용이한 삼투성 활성물질(Osmotically Active Compound: OAC)을 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능한 삼투성 활성물질 (OAC)의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법이 개시된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템은 상 변화가 용이한 OAC 을 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능함으로써, 먹는 물 생산기술이 가능하다. 이러한 상 변화가 용이한 OAC 을 적용한 수처리 공정은 해수담수화 공정뿐만 아니라, 오폐수, 지하수 등 모든 수처리 공정 산업분야에 이용될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은, 수처리 공정에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 삼투성 활성 물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 생활용수나 공업용수로 직접 사용하기 힘든 바닷물(해수)로부터 염분을 포함한 용해물질을 제거하여 순도 높은 음용수 및 생활용수, 공업용수 등을 얻어내는 일련의 수처리 과정을 해수담수화 또는 해수탈염이라고 하고, 해수를 담수로 생산하는데 사용되는 설비를 해수담수화 설비 또는 해수담수화 플랜트라고 한다.
- [3] 해수담수화의 방식은 크게 기본원리에 따라 분류된다. 열원을 이용하여 해수를 가열하고 발생한 증기를 응축시켜 담수를 얻는 증발법과 삼투현상(Osmosis)을 역으로 이용하여 해수를 반투막(Semi-permeable Membrane)을 통과시켜 담수를 생산하는 역삼투법(Reverse Osmosis)이 해수담수화의 대표적인 방식이다.
- [4] 2000년 이후 사용된 해수담수화 공정기술은 증발법이 25%, 역삼투법이 60% 정도를 차지하고 있다.
- [5] 이 중에서 역삼투 방식의 경우, 기술개선, 멤브레인 단가 인하, 에너지 회수장치 사용 등으로 인해 생산비용이 최소 0.57\$/m³ 까지 달성된 사례가 있고 공정 자체의 개선이 지속되고 있는 것은 사실이지만, 더 이상의 생산 단가 인하를 기대하기는 것이 사실상 어렵다. 또한, 운영비용 중에서 전기에너지가 차지하는 부분이 1/3~1/2까지 되므로 경제성 면에서 한계가 있다.
- [6] 한편, 차세대 담수화 기술로 주목 받고 있는 정삼투 공정은 에너지 비용을 획기적으로 줄일 수 있는 장점에도 불구하고 현재 유도용액의 분리 및 회수 공정 기술이 확보되지 않아 연속적인 공정 운전이 불가능하기 때문에 음용수 생산에 적용하기가 어려운 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 상 변화가 용이한 삼투성 활성물질(Osmotically Active Compound: OAC)을 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [8] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 삼투성 활성물질(OAC)의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템은, 삼투성 활성물질(OAC)이 저장되는 유도용액 탱크와, 상기 유도용액 탱크로부터 공급되는 상기 유도용액을 가압하여 액화시키는 제 1 압축기와, 상기 제 1 압축기를 통해 가압된 상기 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 공급원수를 가압하는 제 2 압축기와, 상기 제 1 압축기를 통해 액화된 상기 유도용액과 상기 제 2 압축기를 통해 가압된 상기 공급원수가 내부의 멤브레인을 경계로 제 1 채널과 제 2 채널로 분리되게 유입되고 상기 멤브레인을 통해 상기 제 2 채널에서 상기 제 1 채널 방향으로 상기 공급원수의 물 성분이 투과하여 상기 유도용액이 희석되는 정삼투 공정이 수행되는 멤브레인 모듈과, 상기 멤브레인 모듈을 통해 희석된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 유도용액을 기화시키는 제 1 팽창밸브와, 상기 제 1 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액으로부터 액상의 생산수를 분리하는 제 1 상분리부를 포함할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 제 1 상분리부의 기화된 상기 유도용액은 제 1 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수된다.
- [11] 또한, 상기 멤브레인 모듈은 상기 멤브레인을 통해 상기 물 투과의 역방향으로 상기 유도용액의 역방향 확산이 발생하여 상기 유도용액이 소량 손실된다.
- [12] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템은, 상기 멤브레인 모듈을 통해 역방향 확산된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 멤브레인 모듈에서 출력되는 농축수에 포함된 상기 유도용액을 기화시키는 제 2 팽창밸브를 더 포함할 수 있다.
- [13] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템은, 상기 제 2 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액을 상기 농축수로부터 분리하는 제 2 상분리부를 더 포함할 수 있다.
- [14] 또한, 상기 제 2 상분리부를 통해 분리된 상기 유도용액은 제 2 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수된다.
- [15] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법은, (a) 제 1 압축기가 유도용액 탱크로부터 공급되는 유도용액을 가압하여 액화시키는 단계와, (b) 상기 제 1 압축기를 통해 가압된 상기 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 제 2 압축기가 공급원수를 가압하는 단계와, (c) 상기 제 1 압축기를 통해 액화된 상기 유도용액과 상기 제 2 압축기를 통해 가압된 상기 공급원수가 멤브레인 모듈의 내부 멤브레인을 경계로 제 1 채널과 제 2 채널로 분리되게 유입되는 단계와, (d) 상기 멤브레인을 통해 상기 제 2 채널에서 상기 제 1 채널 방향으로 상기 공급원수의 물 성분이 투과하여 상기 유도용액이 희석되는 정삼투 공정이 수행되는 단계와, (e) 제 1 팽창밸브가 상기 멤브레인 모듈을 통해 희석된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기

유도용액을 기화시키는 단계와, (f) 제 1 상분리부가 상기 제 1 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액으로부터 액상의 생산수를 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[16] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법은, (g) 상기 제 1 상분리부의 기화된 상기 유도용액을 제 1 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[17] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법은, (h) 제 2 팽창밸브가 상기 멤브레인 모듈을 통해 상기 물 투과방향과 역방향으로 확산된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 멤브레인 모듈에서 출력되는 농축수에 포함된 상기 유도용액을 기화시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[18] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법은, (i) 제 2 상분리부가 상기 제 2 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액을 상기 농축수로부터 분리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[19] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법은, (j) 상기 제 2 상분리부를 통해 분리된 상기 유도용액을 제 2 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 기타 실시 예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[21] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 상 변화가 용이한 OAC을 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능함으로써, 먹는 물 생산기술이 가능하다.

[22] 또한, 생산수를 얻기 위해 고압펌프를 사용하기 때문에 여전히 많은 에너지가 소비되는 기존의 역삼투식 해수담수화 기술을 대체할 수 있는 차세대 기술로 각광받을 수 있다.

[23] 또한, 물 재이용 분야에서 하이브리드 공정으로서 적용이 가능하며, 성장 잠재성이 높은 물 재이용 멤브레인 공정으로써 높은 수질의 생산수를 기대할 수 있다.

[24] 또한, 정삼투 연속공정 시스템을 이용한 저에너지형 먹는 물 생산 기술을 확보할 수 있고(대략 $<0.5\text{kWh/m}^3$), 저에너지 녹색기술로 평가받고 있는 정삼투 기술의 상용화가 가능하다.

[25] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[26] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템의 개략 구성도, 그리고,

- [27] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 구성 및 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 참고로, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [29] 설명하기에 앞서, 이하에서 설명되는 수처리 공정은 해수담수화 공정을 일 예로 들어 예시하였으나, 해수담수화 공정뿐만 아니라, 지하수, 처리폐수 등 모든 수처리 공정을 포함할 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [30] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 삼투성 활성물질(OAC)의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- [31] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템의 개략 구성도이다.
- [32] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템은 유도용액 탱크(3), 제 1 압축기(5), 제 2 압축기(8), 멤브레인 모듈(1), 제 1 팽창밸브(10), 제 2 팽창밸브(14), 제 1 상분리부(12) 및 제 2 상분리부(16) 등을 포함할 수 있다.
- [33] 유도용액 탱크(3)는 상 변화에 따른 정삼투 연속공정에 적합한 삼투성 활성물질(OAC)이 저장된다.
- [34] 여기서, 본 발명에 적합한 유도용액은 아래와 같은 특성을 가지고 있어야 한다.
- [35] 1. 유도용액 내의 삼투성 활성물질(Osmotically Active Compound: OAC)은 끓는점이 낮아야 하며, 10~30°의 범위를 갖는 것이 좋다.
- [36] 2. OAC는 수용액에 완전히 녹아야 한다.
- [37] 3. OAC는 분자량이 낮아야 하며, 30~150g/mol의 범위를 갖는 것이 좋다.
- [38] 4. 삼투성 유도용액은 상온(20~25°)에서 증기압이 낮아야 하며, 400~3000mmHg의 범위를 갖는 것이 좋다.
- [39] 즉, 본 발명에서는 위에 명시된 특성들을 만족하는 화합물을 삼투 활성물질로 사용한다. 예를 들어, 삼투 활성물질은 아세트알데하이드(acetaldehyde), 메틸아민(methylamine), 디메틸아민(dimethylamine), 트리메틸아민(trimethylamine) 등과 같은 화합물 중에서 선택할 수 있으며, 이에

국한되지 않는다.

- [40] OAC는 유도용액 탱크(3) 내에서 기체 상태로 존재하며, OAC가 손실되는 것을 방지하기 위해 유도용액 탱크(3)는 밀폐상태를 유지해야 한다.
- [41] 제 1 압축기(5)는 유도용액 탱크(3)로부터 공급되는 유도용액을 가압하여 액화시킨다. 즉, 제 1 압축기(5)는 유도용액 탱크(3)로부터 공급되는 기화 상태의 유도용액 OAC에 압력을 가하여 OAC를 액체 상태로 상변화시키는 역할을 한다.
- [42] 여기서, 제 1 압축기(5)의 입구측, 구체적으로는 유도용액 탱크(3)와 제 1 압축기(5) 사이에 저압펌프(4)가 구비되며, OAC를 완전히 액화시키기 위해 저압펌프(4)로 OAC를 지속적으로 제 1 압축기(5)에 공급한다.
- [43] 또한, 제 1 압축기(5)의 출구측에 혼합기(12b)가 구비되며, 혼합기(12b)는 유도용액의 삼투압을 조정하기 위해 일정한 비율로 액화된 OAC를 후술할 제 1 상분리기(12)로부터 이송되는 물과 혼합하여 주는 역할을 한다.
- [44] 또한, pH를 낮추면 OAC의 이온화를 도울 수 있으므로, 염기 탱크(6)로부터 염기를 주입하여 멤브레인 모듈(1) 이전에서 혼합기(6a)로 혼합해 주는 것이 바람직하다. 여기서, 염기는 수산화나트륨(NaOH)이 좋지만 이에 한정되지 않는다.
- [45] 제 2 압축기(8)는 공급원수(해수)에 마련되며, 제 1 압축기(5)를 통해 가압된 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 공급원수를 가압하는 역할을 한다.
- [46] 여기서, 제 2 압축기(8)의 입구측에 저압펌프(7)가 구비되며, 공급원수의 압력을 유도용액과 같게 하기 위하여 저압펌프(7)로 공급원수를 지속적으로 제 2 압축기(8)에 공급한다. 그 결과, 가압된 유도용액에 의해 멤브레인 분리 공정에 가해지는 압력의 효과를 상쇄할 수 있다.
- [47] 멤브레인 모듈(1)은 제 1 압축기(5)를 통해 액화된 유도용액과 제 2 압축기(8)를 통해 가압된 공급원수가 내부의 멤브레인(2)을 경계로 제 1 채널(1a)과 제 2 채널(1b)로 각각 분리되게 유입되고, 멤브레인(2)을 통해 제 2 채널(1b)에서 제 1 채널(1a) 방향으로 공급원수의 물 성분이 투과하여 유도용액을 희석하는 정삼투 공정이 수행된다.
- [48] 여기서, 정삼투(forward osmosis: FO)는 멤브레인(반투막)(2)을 사이에 두고 고농도의 유도용액을 해수와 접하게 하여 해수 중의 담수를 유도용액으로 흡수시킨 후 유도용액에서 담수 분리시키는 공정이다. 이때, 유도용액을 이용하여 분리막 사이의 삼투현상으로 해수 내의 물만을 고농도 용액 쪽으로 투과시킨 후 희석된 유도용액 내의 유도용액을 분리/농축하여 재사용하고 담수를 생산하는 방식이 정삼투 해수담수화이다. 정삼투 해수담수화 공정은 공지된 기술로 이해 가능하므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [49] 멤브레인(membrane)(2)은 반투막으로서, 본 실시예에서는 정삼투 멤브레인을 사용하는 것을 예시하였으나, 이에 한정되지 않고, 정삼투, 역삼투(reverse osmosis: RO), 나노여과(nanofiltration) 멤브레인을 선택적으로 사용할 수 있다.
- [50] 멤브레인 모듈(1)에서는 멤브레인(2)을 통해 물 투과의 역방향으로 유도용액의

역방향 확산이 발생하여 소량의 유도용액 손실이 발생할 수 있다.

- [51] 또한, 멤브레인 모듈(1) 이후에는 유도용액의 pH를 조절하기 위하여 산 탱크(9)로부터 희석된 유도용액에 산을 주입하여 혼합기(9a)로 혼합해 준다. 여기서, 산은 염산(HCl)이 좋지만 이에 한정되지 않는다.
- [52] 제 1 팽창밸브(10)는 멤브레인 모듈(1)을 통해 희석된 유도용액의 압력을 제거하여 유도용액의 OAC를 부분적으로 또는 완전하게 기화시키는 역할을 한다.
- [53] 또한, 제 1 팽창밸브(10)의 출구측에는 가열장치(11), 예컨대 히터가 구비되며, 가열장치(11)는 유도용액의 끓는점이 주위온도보다 높을 경우에 한해 임으로 사용할 수 있다.
- [54] 제 1 상분리부(12)는 제 1 팽창밸브(10)를 통해 기화된 유도용액으로부터 액상의 생산수(음용수)를 분리한다. 즉, 제 1 상분리부(12)에서는 기액분리에 의하여 액상의 생산수가 기화된 OAC로부터 분리된다.
- [55] 제 1 상분리부(12)와 유도용액 탱크(3) 사이를 연결하는 제 1 회수배관(3a)이 마련되어 제 1 상분리부(12)의 기화된 유도용액의 OAC는 제 1 회수배관(3a)을 통해 다시 유도용액 탱크(3)로 보내져 회수된다.
- [56] 또한, 제 1 상분리부(12)의 출구측에는 저압펌프(12a)가 구비되며, 저압펌프(12a)는 정해진 비율로 생산수를 혼합기(12b)에 지속적으로 공급하며 이는 액화된 OAC와 혼합된다.
- [57] 또한, pH조절 과정에서 유도용액에 주입된 음이온과 양이온의 염들이 생산된 음용수 내에 존재할 수 있으므로, 이차적으로 저압 멤브레인 모듈(가능하면 nanofiltration이 좋으나 이에 한정되지 않음)(13)을 적용하여 생산수로부터 이를 분리해 준다.
- [58] 제 2 팽창밸브(14)는 멤브레인 모듈(1)을 통해 역방향 확산된 유도용액의 압력을 제거하여 멤브레인 모듈(1)에서 출력되는 농축수에 포함된 유도용액을 기화시키는 역할을 한다.
- [59] 보다 상세하게는, 멤브레인(2)을 통해 물 투과의 역방향인 공급원수 측으로 OAC 손실이 발생하는 경우, 제 2 팽창밸브(14)로 압력을 제거해주면 역방향 확산으로 인해 농축수에 포함되어 있는 소량의 OAC가 부분적으로 혹은 완전하게 기화된다.
- [60] 또한, 제 2 팽창밸브(14)의 출구측에 가열장치(15), 예컨대 히터가 구비되며, 가열장치(15)는 유도용액의 끓는점이 주위온도보다 높을 경우에 임으로 사용하여 농축수를 가열할 수 있다.
- [61] 제 2 상분리부(16)는 농축수에 포함되어 있는 소량의 OAC를 농축수로부터 분리한다.
- [62] 제 2 상분리부(16)와 유도용액 탱크(3) 사이를 연결하는 제 2 회수배관(3b)이 마련되고 제 2 회수배관(3b) 상에 유도용액 회수용 펌프(17)가 마련되어 제 2 상분리부(16)에 의해 분리된 유도용액의 OAC는 유도용액 회수용 펌프(17)의

구동에 의해 제 2 회수배관(3b)을 통해 유도용액 탱크(3)로 다시 회수되어 재순환된다.

- [63] 제 2 상분리부(16)를 거친 농축수는 다시 공급원수와 혼합되거나 시스템 밖으로 배출된다. 이때, 제 2 상분리부(16)에서 공급원수측으로 연결되는 배관 상에 저압펌프(18)가 구비되며, 저압펌프(18)는 농축수의 일부를 지속적으로 공급원수의 공급부로 공급하여 공급원수와 농축수를 혼합기로 혼합함으로써 음용수 생산의 회수율을 높여준다.
- [64] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유도용액의 상 변화를 이용한 수처리 연속공정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [65] 도 2에 도시된 바와 같이, 유도용액은 유도용액 탱크(3) 내에 상온에서 기체 상태로 저장되어 저압펌프(4)의 구동에 따라 제 1 압축기(5)로 지속적으로 공급되고, 공급원수(해수)는 저압펌프(7)의 구동에 따라 제 2 압축기(8)로 지속적으로 공급된다.
- [66] 제 1 압축기(5)가 유도용액 탱크(3)로부터 공급되는 유도용액을 가압하여 액화시키고, 제 1 압축기(5)를 통해 가압된 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 제 2 압축기(8)가 공급원수를 가압한다.
- [67] 제 1 압축기(5)의 출구측에 마련된 혼합기(12b)가 유도용액의 삼투압을 조정하기 위해 일정한 비율로 액화된 OAC를 제 1 상분리기(12)로부터 이송되는 물과 혼합하여 준다.
- [68] 제 1 압축기(5)를 통해 액화된 유도용액이 멤브레인 모듈(1)의 제 1 채널(1a) 내로 유입되고 제 2 압축기(8)를 통해 가압된 공급원수가 멤브레인 모듈(1)의 제 2 채널(1b) 내로 유입되어 유도용액과 공급원수는 멤브레인(2)을 경계로 서로 마주하게 된다.
- [69] 멤브레인(2)을 통해 제 2 채널(1b)에서 제 1 채널(1a) 방향으로 공급원수의 물 성분이 투과하여 유도용액이 희석되는 정삼투 공정이 수행된다. 또한, 제 2 채널(1b)에서 제 1 채널(1a) 방향으로 공급원수의 물 성분이 투과됨에 따라 제 2 채널(1b)에서는 공급원수의 농축이 발생하고, 멤브레인 모듈(1)을 통해 물 투과방향과 역방향으로 소량의 유도용액의 확산이 진행될 수 있다.
- [70] 제 1 팽창밸브(10)가 멤브레인 모듈(1)을 통해 희석된 유도용액의 압력을 제거하여 유도용액의 OAC를 부분적으로 또는 완전하게 기화시킨다. 또한, 제 2 팽창밸브(14)가 멤브레인 모듈(1)을 통해 물 투과방향과 역방향으로 확산된 유도용액의 압력을 제거하여 멤브레인 모듈(1)에서 출력되는 농축수에 포함된 유도용액을 기화시킨다.
- [71] 이때, 제 1 팽창밸브(10)의 출구측에 구비된 가열장치(11)에 의해 유도용액이 가열되어 완전하게 기화된다. 또한, 제 2 팽창밸브(14)의 출구측에 구비된 가열장치(15)에 의해 농축수 및 역방향 확산된 유도용액이 가열되어 완전하게 기화된다.
- [72] 제 1 상분리부(12)는 제 1 팽창밸브(10) 및 가열장치(11)를 통해 기화된

유도용액으로부터 액상의 생산수를 분리한다. 즉, 제 1 상분리부(12)에서 기액분리에 의하여 액상의 생산수가 기화된 OAC로부터 분리된다. 제 1 상분리부(12)의 기화된 유도용액은 제 1 회수배관(3a)을 통해 다시 유도용액 탱크(3)로 회수되어 재순환하게 된다.

[73] 제 2 상분리부(16)는 제 2 팽창밸브(14) 및 가열장치(15)를 통해 농축수로부터 유도용액을 분리한다. 제 2 상분리부(16)에 의해 분리된 유도용액의 OAC는 유도용액 회수용 펌프(17)의 구동에 의해 제 2 회수배관(3b)을 통해 다시 유도용액 탱크(3)로 회수되어 재순환하게 된다.

[74] 본 발명에 따르면, 상 변화가 용이한 OAC를 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능함으로써, 먹는 물 생산기술이 가능하다. 또한, 생산수(음용수)를 얻기 위해 고압펌프를 사용하기 때문에 여전히 많은 에너지가 소비되는 기존의 역삼투식 해수담수화 기술을 대체할 수 있는 차세대 기술로 각광받을 수 있다.

[75] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적인 특징들이 변경되지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

[76] 본 발명은 상 변화가 용이한 OAC를 적용하여 정삼투 방식의 연속공정 개념을 통해 유도용액의 분리 및 회수 공정이 가능한 OAC의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템 및 방법을 제안한다. 이러한 상 변화가 용이한 OAC를 적용한 수처리 공정은 해수담수화 공정뿐만 아니라, 오폐수, 지하수 등 모든 수처리 공정 산업분야에 이용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 삼투성 활성물질(OAC)을 포함하는 유도용액이 저장되는 유도용액 탱크;
상기 유도용액 탱크로부터 공급되는 상기 유도용액을 가압하여 액화시키는 제 1 압축기;
상기 제 1 압축기를 통해 가압된 상기 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 공급원수를 가압하는 제 2 압축기;
상기 제 1 압축기를 통해 액화된 상기 유도용액과 상기 제 2 압축기를 통해 가압된 상기 공급원수가 내부의 멤브레인을 경계로 제 1 채널과 제 2 채널로 분리되게 유입되고, 상기 멤브레인을 통해 상기 제 2 채널에서 상기 제 1 채널 방향으로 상기 공급원수의 물 성분이 투과하여 상기 유도용액이 희석되는 정삼투 공정이 수행되는 멤브레인 모듈;
상기 멤브레인 모듈을 통해 희석된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 유도용액을 기화시키는 제 1 팽창밸브; 및
상기 제 1 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액으로부터 액상의 생산수를 분리하는 제 1 상분리부를 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 상분리부의 기화된 상기 유도용액은 제 1 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수되는 것을 특징으로 하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인 모듈은 상기 멤브레인을 통해 상기 물 투과의 역방향으로 상기 유도용액의 역방향 확산이 발생하여 상기 유도용액이 소량 손실되는 것을 특징으로 하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 멤브레인 모듈을 통해 역방향 확산된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 멤브레인 모듈에서 출력되는 농축수에 포함된 상기 유도용액을 기화시키는 제 2 팽창밸브를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 제 2 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액을 상기 농축수로부터 분리하는 제 2 상분리부를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서, 상기 제 2 상분리부를 통해 분리된 상기

유도용액은 제 2 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수되는 것을 특징으로 하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 시스템.

[청구항 7]

(a) 제 1 압축기가 유도용액 탱크로부터 공급되는 유도용액을 가압하여 액화시키는 단계;
 (b) 상기 제 1 압축기를 통해 가압된 상기 유도용액과 동일한 압력을 유지하도록 제 2 압축기가 공급원수를 가압하는 단계;
 (c) 상기 제 1 압축기를 통해 액화된 상기 유도용액과 상기 제 2 압축기를 통해 가압된 상기 공급원수가 멤브레인 모듈의 내부 멤브레인을 경계로 제 1 채널과 제 2 채널로 분리되게 유입되는 단계;
 (d) 상기 멤브레인을 통해 상기 제 2 채널에서 상기 제 1 채널 방향으로 상기 공급원수의 물 성분이 투과하여 상기 유도용액이 희석되는 정삼투 공정이 수행되는 단계;
 (e) 제 1 팽창밸브가 상기 멤브레인 모듈을 통해 희석된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 유도용액을 기화시키는 단계; 및
 (f) 제 1 상분리부가 상기 제 1 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액으로부터 액상의 생산수를 분리하는 단계를 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법.

[청구항 8]

제 7 항에 있어서, (g) 상기 제 1 상분리부의 기화된 상기 유도용액을 제 1 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수하는 단계를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서, (h) 제 2 팽창밸브가 상기 멤브레인 모듈을 통해 상기 물 투과방향과 역방향으로 확산된 상기 유도용액의 압력을 제거하여 상기 멤브레인 모듈에서 출력되는 농축수에 포함된 상기 유도용액을 기화시키는 단계를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법.

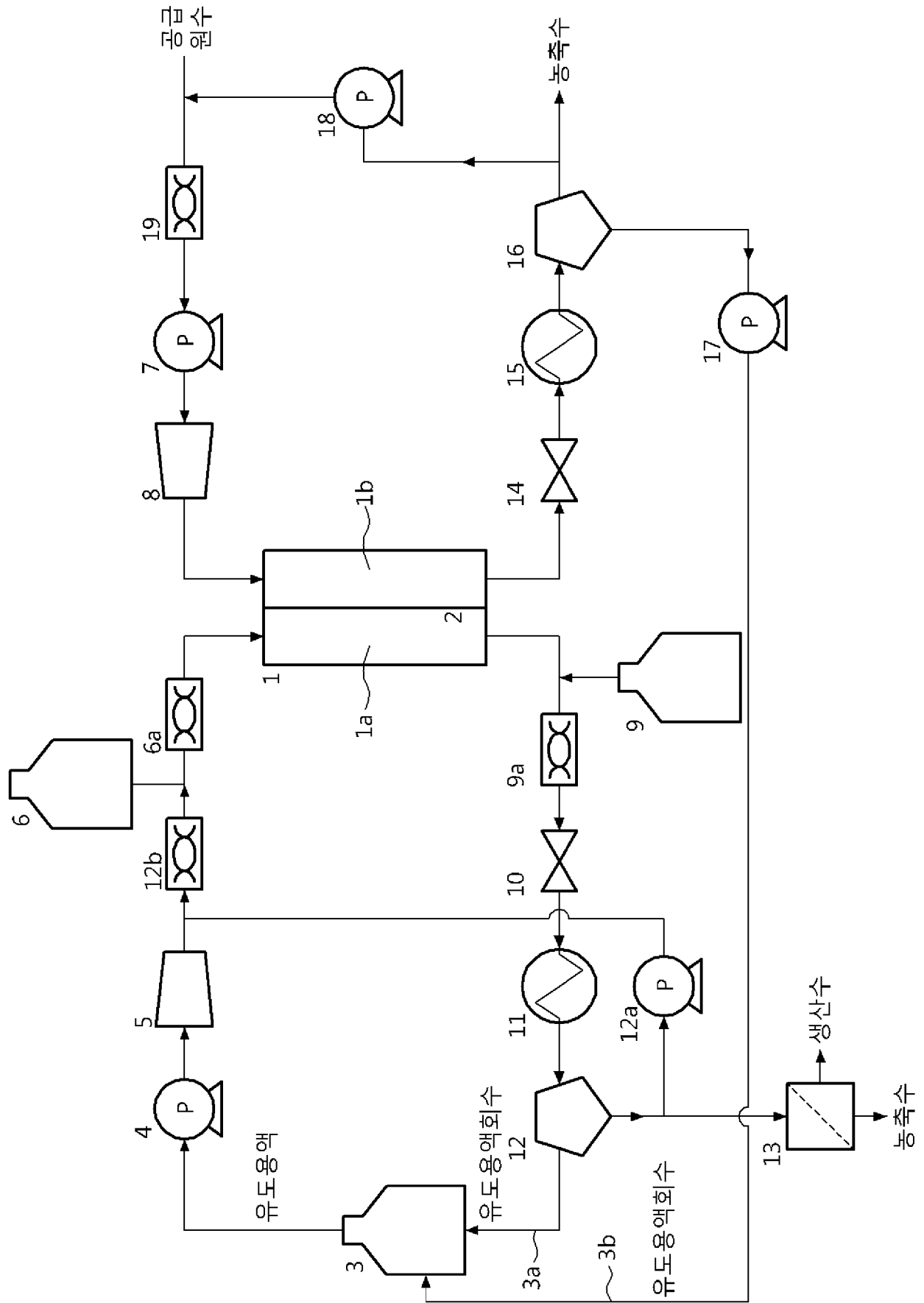
[청구항 10]

제 9 항에 있어서, (i) 제 2 상분리부가 상기 제 2 팽창밸브를 통해 기화된 상기 유도용액을 상기 농축수로부터 분리하는 단계를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법.

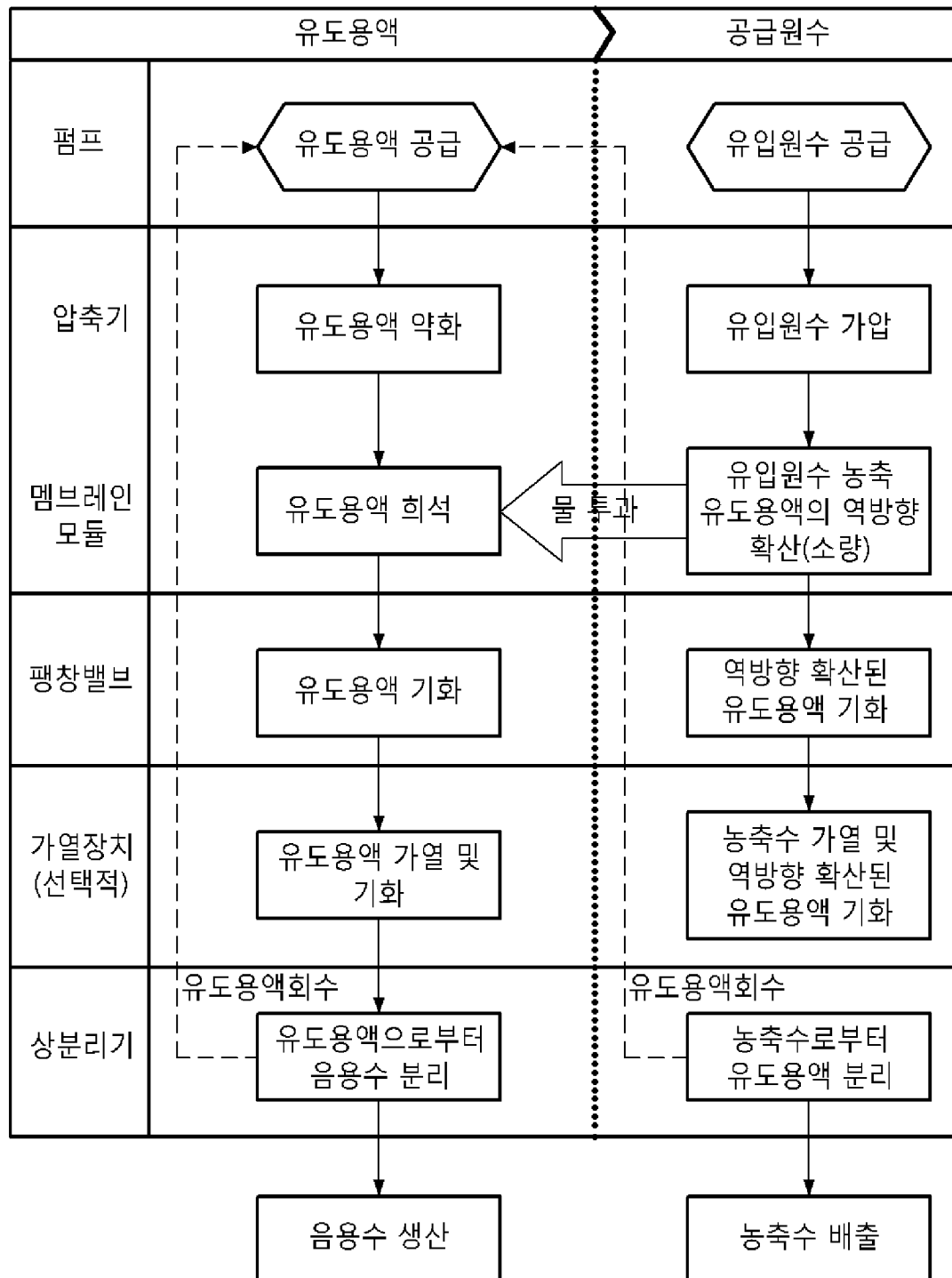
[청구항 11]

제 10 항에 있어서, (j) 상기 제 2 상분리부를 통해 분리된 상기 유도용액을 제 2 회수배관을 통해 상기 유도용액 탱크로 회수하는 단계를 더 포함하는 삼투성 활성물질의 상 변화를 이용한 정삼투 연속공정 수처리 방법.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2010/009021**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C02F 1/44(2006.01)i, B01D 61/02(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 1/44; C02F 1/04; B01D 61/04; B01D 21/30; B01D 61/00

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, permeability, draw solution, fresh water, phase separation, expansion, pressure, acetaldehyde, methylamine, compressor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009-0308727 A1 (KIRTS RICHARD EUGENE) 17 December 2009 Claims 1-6 and figure 2	1-11
A	WO 2010-080546 A1 (IYER, SUBRAMANIAN) 15 July 2010 Claims 1-21 and figure 2	1-11
A	WO 2006-047577 A1 (CASCADE DESIGNS, INC. et al.) 04 May 2006 Claims 1-20 and figures 4a-5b	1-11
A	Achilli, Andrea et al. Selection of inorganic-based draw solutions for forward osmosis applications. Journal of Membrane Science. November 2010, Vol. 364, No. 1/2, pages 233-241 See table 1 and conclusions	1-11



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

26 SEPTEMBER 2011 (26.09.2011)

Date of mailing of the international search report

27 SEPTEMBER 2011 (27.09.2011)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 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/KR2010/009021

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2009-0308727 A1	17.12.2009	NONE	
WO 2010-080546 A1	15.07.2010	AU 2009-335732 A1 US 2010-0155329 A1	15.07.2010 24.06.2010
WO 2006-047577 A1	04.05.2006	AU 2005-299387 A1 CA 2585407 A1 CN 101287537 A0 EP 1833595 A1 JP 2008-526467 A US 2007-0278153 A1	04.05.2006 04.05.2006 15.10.2008 19.09.2007 24.07.2008 06.12.2007

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C02F 1/44(2006.01)i, B01D 61/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C02F 1/44; C02F 1/04; B01D 61/04; B01D 21/30; B01D 61/00

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: 정삼투, 삼투성, 유도용액, 담수, 상분리, 팽창, 압력, 아세트알데하이드, 메틸아민, 압축기

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2009-0308727 A1 (KIRTS RICHARD EUGENE) 2009.12.17 청구항 1-6 및 도면 2	1-11
A	WO 2010-080546 A1 (IYER, SUBRAMANIAN) 2010.07.15 청구항 1-21 및 도면 2	1-11
A	WO 2006-047577 A1 (CASCADE DESIGNS, INC. 외 2명) 2006.05.04 청구항 1-20 및 도면 4a-5b	1-11
A	Achilli, Andrea et al. Selection of inorganic-based draw solutions for forward osmosis applications. Journal of Membrane Science. November 2010, Vol. 364, No. 1/2, pages 233-241 표 1 and 결론	1-11

☐ 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

2011년 09월 26일 (26.09.2011)

국제조사보고서 발송일

2011년 09월 27일 (27.09.2011)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

이정열

전화번호 82-42-481-5602



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2009-0308727 A1	2009. 12. 17	없음	
WO 2010-080546 A1	2010. 07. 15	AU 2009-335732 A1 US 2010-0155329 A1	2010. 07. 15 2010. 06. 24
WO 2006-047577 A1	2006. 05. 04	AU 2005-299387 A1 CA 2585407 A1 CN 101287537 A0 EP 1833595 A1 JP 2008-526467 A US 2007-0278153 A1	2006. 05. 04 2006. 05. 04 2008. 10. 15 2007. 09. 19 2008. 07. 24 2007. 12. 06