



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0127610  
(43) 공개일자 2013년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 63/02 (2006.01) B01D 61/00 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01) C02F 103/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0051262

(22) 출원일자 2012년05월15일

심사청구일자 2012년05월15일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

주영길

대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 106동 308호

홍승관

경기도 용인시 기흥구 영덕동 우남퍼스트빌리젠트 1505-301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인남춘

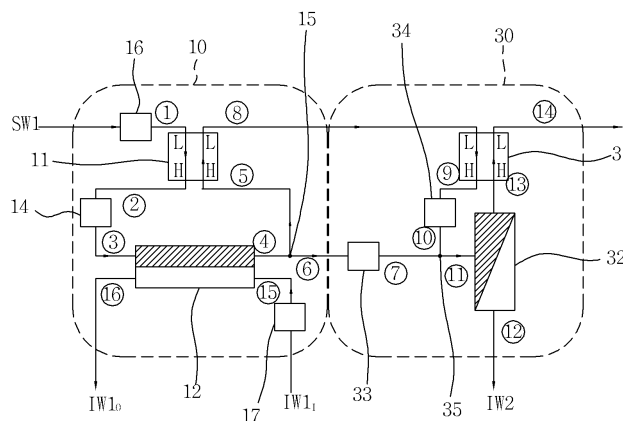
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템

### (57) 요약

본 발명은 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 방법은 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법에 있어서, 압력 지연 삼투 공정에 제1 염수와 제1 담수가 입력되어 상기 제1 염수의 유량이 증가된 제2 염수가 출력되는 PRO 전처리 단계와; 상기 제2 염수가 역삼투 공정에 적용되어 제2 담수가 생성되는 RO 담수화 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 압력 지연 삼투 공정과 역삼투 공정을 효과적으로 결합하여, 에너지 효율을 극대화시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**김봉철**

서울시 성북구 안암동5가 고려대학교 자연계 캠퍼스  
환경실험관 302호

**김정원**

서울시 관악구 신림12동 한양아파트 102동 1603호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법에 있어서,

압력 지연 삼투 공정에 제1 염수와 제1 담수가 입력되어 상기 제1 염수의 유량이 증가된 제2 염수가 출력되는 PRO 전처리 단계와;

상기 제2 염수가 역삼투 공정에 적용되어 제2 담수가 생성되는 RO 담수화 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 PRO 전처리 단계는

(a1) 상기 제1 염수가 제1 압력 교환 공정에 의해 가압되어 제1 가압 염수로 출력되는 단계와;

(a2) 상기 제1 가압 염수와 상기 제1 담수가 상기 압력 지연 삼투 공정에 입력되어 상기 제1 가압 염수의 유량이 증가한 PRO 출력 염수가 생성되는 단계와;

(a3) 상기 PRO 출력 염수 중 일부가 상기 제1 압력 교환 공정에 입력되어 상기 제1 염수와 압력 교환을 통해 감압되어 제1 감압 염수가 생성되는 단계와;

(a4) 상기 PRO 출력 염수 중 나머지와 상기 제1 감압 염수가 상기 제2 염수로 출력되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 RO 담수화 단계는

(b1) 상기 제1 감압 염수가 제2 압력 교환 공정에 의해 가압되어 제2 가압 염수로 출력되는 단계와;

(b2) 상기 PRO 출력 염수 중 나머지가 기 설정된 기준 압력이 되도록 가압되는 단계와;

(b3) 상기 가압된 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수가 합류하여 상기 역삼투 공정에 적용되어 상기 제2 담수가 생성되는 단계와;

(b4) 상기 역삼투 공정을 통해 생성되는 제3 염수가 상기 제2 압력 교환 공정에 입력되어 상기 제1 감압 염수와 압력 교환되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 PRO 전처리 단계는

(a5) 상기 제1 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제1 가압 염수의 압력을 보상하는 단계를 더 포함하고;

상기 RO 담수화 단계는

(b5) 상기 제2 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제2 가압 염수의 압력을 보상하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법.

### 청구항 5

압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템에 있어서,

제1 염수와 제1 담수가 입력되어 압력 지연 삼투 공정에 의해 상기 제1 염수의 유량을 증가시켜 제2 염수로 출력하는 PRO 전처리부와;

상기 제2 염수가 입력되어 역삼투 담수화 공정에 의해 제2 담수를 생성하는 RO 담수화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 PRO 전처리부는

상기 제1 염수를 압력 교환 공정을 통해 가압하여 제1 가압 염수로 출력하는 제1 압력 교환부와,

상기 제1 가압 염수와 상기 제1 담수가 입력되어 상기 압력 지연 삼투 공정을 통해 상기 제1 가압 염수의 유량을 증가시켜 PRO 출력 염수를 생성하는 PRO 공정부와,

상기 PRO 출력 염수를 상기 제1 압력 교환부와 상기 RO 담수화부로 각각 분기시키는 PRO 분기부를 포함하고;

상기 제1 압력 교환부는 상기 PRO 분기부를 통해 분기된 상기 PRO 출력 염수 중 일부를 입력받아 상기 제1 염수와 압력 교환시켜, 상기 제1 염수가 가압된 상기 제1 가압 염수와 상기 PRO 출력 염수가 감압된 제1 감압 염수를 생성하며;

상기 PRO 전처리부는 상기 PRO 분기부를 통해 분기된 상기 PRO 출력 염수 중 나머지와 상기 제1 감압 염수를 상기 제2 염수로 출력하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 RO 담수화부는

상기 제1 감압 염수를 압력 교환을 통해 가압하여 제2 가압 염수로 출력하는 제2 압력 교환부와,

상기 PRO 출력 염수 중 나머지를 기 설정된 기준 압력으로 가압하는 RO 펌핑부와,

상기 RO 펌핑부에 의해 가압된 상기 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수가 합류되는 RO 합류부와,

상기 RO 합류부를 통해 합류된 상기 가압된 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수를 상기 역삼투 공정에 적용하여 상기 제2 담수와 제3 염수를 생성하는 RO 공정부를 포함하며;

상기 제2 압력 교환부는 상기 제3 염수를 입력받아 상기 제1 감압 염수와 압력 교환시켜, 상기 제1 감압 염수가 가압된 상기 제2 가압 염수를 생성하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 PRO 전처리부는 상기 제1 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제1 가압 염수의 압력을 보상하는 PRO 압력 보상부를 더 포함하며;

상기 RO 담수화부는 상기 제2 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제2 가압 염수의 압력을 보상하는 RO 압력 보상부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 압력 지연 삼투 공정과 역삼투 공정을 효과적으로 결합하여, 에너지 효율을 극대화

[0001]

시킨 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 해수담수화 또는 염수담수화(이하, '염수담수화'라 함)란 염분을 포함하고 있는 해수 등에서 염분을 제거하여 담수를 얻는 것을 일컫는다. 이와 같은 염수담수화를 처리하는 방법으로는 크게 물의 증발 현상을 이용하는 증발법, 막의 차별성과 선택적 통과 능력을 이용하는 막여과법 등이 있으며, 상기 막여과법은 세부적으로 역삼투(RO : Reverse Osmosis)와 전기투석법(Electrodialysis)으로 구분된다.
- [0003] 이 중, 역삼투를 이용한 염수담수화 방법은 반투막을 사이에 두고 해수에 삼투압보다 높은 역삼투압을 가하여 담수를 추출하는 방법으로서, 증발법에 비하여 에너지 소비량이 적고 조작성이 용이한 장점이 있어 근래에 널리 이용되고 있다.
- [0004] 이와 같이, 염수의 분리 및 정제가 이루어지는 고분자 분리막에서, 물과 염을 분리하기 위해서는 용존되어 있는 성분들에 의해 유발되는 삼투압 이상의 압력을 염수에 가해주어야 분리가 일어나기 시작한다. 염수 중 해수 내에 용존되어 있는 염의 농도는 일반적으로 30,000 ~ 45,000 ppm으로서 이 농도에서 유발되는 삼투압은 20~30 기압이다. 즉, 해수에서 소량의 담수를 획득하기 위해서는 20 기압 이상의 압력을 가해주어야 한다.
- [0005] 해수의 높은 삼투압을 극복하고 담수를 생산하는데 필요한 구동력으로서 고압 펌프를 이용하게 되는데, 고압 펌프의 모터를 구동하기 위해서 필요한 에너지는  $1\text{m}^3$ 의 담수를 생산하는데 대략 3~5 kWh/ $\text{m}^3$ 가 된다.
- [0006] 근래에, 역삼투를 이용한 염수담수화 공정에서 사용되는 에너지를 절감하기 위한 에너지 회수 장치가 개발되어 적용되고 있으며, 일 예로 미국공개특허 US2012/0037566에서는 압력 지연 삼투(PRO : Pressure Retarded Osmosis)를 이용한 에너지 회수를 제안하고 있으며, 도 1은 상기 미국공개특허 US2012/0037566에 개시된 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0007] 이에, 본 발명은 미국공개특허 US2012/0037566를 비롯한 기존의 역삼투를 이용한 염수담수화 시스템보다 에너지 효율을 보다 극대화시킬 수 있는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0008] 또한, 기존의 염수담수화 시스템보다 막여과 회수율을 높여, 동일한 양의 담수를 생산하는데 필요한 염수의 양을 줄여, 해수와 같은 염수의 전처리 비용을 낮추는데 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법에 있어서, 압력 지연 삼투 공정에 제1 염수와 제1 담수가 입력되어 상기 제1 염수의 유량이 증가된 제2 염수가 출력되는 PRO 전처리 단계와; 상기 제2 염수가 역삼투 공정에 적용되어 제2 담수가 생성되는 RO 담수화 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법에 의해서 달성된다.
- [0010] 여기서, 상기 PRO 전처리 단계는 (a1) 상기 제1 염수가 제1 압력 교환 공정에 의해 가압되어 제1 가압 염수로 출력되는 단계와; (a2) 상기 제1 가압 염수와 상기 제1 담수가 상기 압력 지연 삼투 공정에 입력되어 상기 제1 가압 염수의 유량이 증가한 PRO 출력 염수가 생성되는 단계와; (a3) 상기 PRO 출력 염수 중 일부가 상기 제1 압력 교환 공정에 입력되어 상기 제1 염수와 압력 교환을 통해 감압되어 제1 감압 염수가 생성되는 단계와; (a4) 상기 PRO 출력 염수 중 나머지와 상기 제1 감압 염수가 상기 제2 염수로 출력되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 RO 담수화 단계는 (b1) 상기 제1 감압 염수가 제2 압력 교환 공정에 의해 가압되어 제2 가압 염수로 출력되는 단계와; (b2) 상기 PRO 출력 염수 중 나머지가 기 설정된 기준 압력이 되도록 가압되는 단계와; (b3) 상기 가압된 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수가 합류하여 상기 역삼투 공정에 적용되어 상기 제2 담수가 생

성되는 단계와; (b4) 상기 역삼투 공정을 통해 생성되는 제3 염수가 상기 제2 압력 교환 공정에 입력되어 상기 제1 감압 염수와 압력 교환되는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 PRO 전처리 단계는 (a5) 상기 제1 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제1 가압 염수의 압력을 보상하는 단계를 더 포함하고; 상기 RO 담수화 단계는 (b5) 상기 제2 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제2 가압 염수의 압력을 보상하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 한편, 상기 목적은 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따라, 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템에 있어서, 제1 염수와 제1 담수가 입력되어 압력 지연 삼투 공정에 의해 상기 제1 염수의 유량을 증가시켜 제2 염수로 출력하는 PRO 전처리부와; 상기 제2 염수가 입력되어 역삼투 담수화 공정에 의해 제2 담수를 생성하는 RO 담수화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 염수와 담수 간의 농도차를 이용한 저에너지 염수담수화 시스템에 의해서도 달성될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 PRO 전처리부는 상기 제1 염수를 압력 교환 공정을 통해 가압하여 제1 가압 염수로 출력하는 제1 압력 교환부와, 상기 제1 가압 염수와 상기 제1 담수가 입력되어 상기 압력 지연 삼투 공정을 통해 상기 제1 가압 염수의 유량을 증가시켜 PRO 출력 염수를 생성하는 PRO 공정부와, 상기 PRO 출력 염수를 상기 제1 압력 교환부와 상기 RO 담수화부로 각각 분기시키는 PRO 분기부를 포함하고; 상기 제1 압력 교환부는 상기 PRO 분기부를 통해 분기된 상기 PRO 출력 염수 중 일부를 입력받아 상기 제1 염수와 압력 교환시켜, 상기 제1 염수가 가압된 상기 제1 가압 염수와 상기 PRO 출력 염수가 감압된 제1 감압 염수를 생성하며; 상기 PRO 전처리부는 상기 PRO 분기부를 통해 분기된 상기 PRO 출력 염수 중 나머지와 상기 제1 감압 염수를 상기 제2 염수로 출력할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 RO 담수화부는 상기 제1 감압 염수를 압력 교환을 통해 가압하여 제2 가압 염수로 출력하는 제2 압력 교환부와, 상기 PRO 출력 염수 중 나머지를 기 설정된 기준 압력으로 가압하는 RO 펌핑부와, 상기 RO 펌핑부에 의해 가압된 상기 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수가 합류되는 RO 합류부와, 상기 RO 합류부를 통해 합류된 상기 가압된 PRO 출력 염수와 상기 제2 가압 염수를 상기 역삼투 공정에 적용하여 상기 제2 담수와 제3 염수를 생성하는 RO 공정부를 포함하며; 상기 제2 압력 교환부는 상기 제3 염수를 입력받아 상기 제1 감압 염수와 압력 교환시켜, 상기 제1 감압 염수가 가압된 상기 제2 가압 염수를 생성할 수 있다.

[0016] 그리고, 상기 PRO 전처리부는 상기 제1 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제1 가압 염수의 압력을 보상하는 PRO 압력 보상부를 더 포함하며; 상기 RO 담수화부는 상기 제2 가압 염수의 압력이 상기 기준 압력과 일치하도록 상기 제2 가압 염수의 압력을 보상하는 RO 압력 보상부를 더 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0017] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 압력 지연 삼투 공정과 역삼투 공정을 효과적으로 결합하여, 에너지 효율을 극대화시킨 압력 지연 삼투와 역삼투를 이용한 저에너지 염수담수화 방법 및 염수담수화 시스템이 제공된다.

## 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 미국공개특허 US2012/0037566에 도시된 시스템의 구성을 도시한 도면이고,  
 도 2는 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템의 구성을 도시한 도면이고,  
 도 3은 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 방법을 설명하기 위한 도면이고,  
 도 4는 미국공개특허 US2012/0037566의 FIG.3에 도시된 내용을 나타낸 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.

[0020] 도 2는 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템은 PRO 전처리부(10)와 RO 담수화부(30)를 포함한다.

[0021] PRO 전처리부(10)는 제1 염수(SW1)와 제1 담수(IW1<sub>1</sub>)를 입력받는다. 그리고, PRO 전처리부(10)는 제1 염수

(SW1)와 제1 담수(IW<sub>1</sub>)를 압력 지연 삼투(PRO : Pressure Retarded Osmosis) 공정에 의해 제1 염수(SW1)의 유량을 증가시켜 제2 염수로 출력한다. RO 담수화부(30)는 제2 염수를 입력받고, 역삼투(RO : Reverse Osmosis) 담수화 공정에 의해 제2 염수를 담수화하여 제2 담수(IW2)를 생성한다.

- [0022] 도 2를 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 본 발명에 따른 PRO 전처리부(10)는 제1 압력 교환부(11), PRO 공정부(12) 및 PRO 분기부(15)를 포함할 수 있다.
- [0023] 제1 압력 교환부(11)는 제1 염수(SW1)를 압력 교환 공정을 통해 가압하여 제1 가압 염수로 출력된다. 보다 구체적으로 설명하면, 제1 압력 교환부(11)의 저압 입력단으로 제1 염수(SW1)가 입력되고, 압력 교환 공정을 통해 제1 가압 염수가 고압 출력단으로 출력된다.
- [0024] 여기서, 제1 염수(SW1)와 압력 교환되는 PRO 출력 염수는 PRO 분기부(15)를 통해 공급되어 제1 압력 교환부(11)의 고압 입력단으로 입력되는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [0025] PRO 공정부(12)는 제1 가압 염수와 제1 담수(IW<sub>1</sub>) 사이에서 압력 지연 삼투를 발생시켜, 제1 담수(IW<sub>1</sub>)의 일부를 제1 가압 염수 측으로 투과되고 나머지 제1 담수(IW<sub>0</sub>)가 PRO 공정부(12)로부터 빠져 나간다. 이에 따라 제1 가압 염수의 유량이 증가하고 이에 따른 삼투압이 감소된 PRO 출력 염수가 PRO 공정부(12)에 의해 생성된다. 여기서, 제1 담수(IW<sub>1</sub>)는 담수 취수 펌프(17)에 의해 취수되어 PRO 공정부(12)로 유입된다.
- [0026] PRO 분기부(15)는 PRO 공정부(12)에 의해 생성된 PRO 출력 염수를 제1 압력 교환부(11)와 RO 담수화부(30)로 각각 분기시킨다. 즉, PRO 공정부(12)로부터 출력된 PRO 출력 염수의 일부, 예를 들어 50%는 제1 압력 교환부(11)로 전달되고, 나머지 50%는 RO 담수화부(30)로 전달된다.
- [0027] 여기서, PRO 분기부(15)로부터 분기되어 제1 압력 교환부(11)로 전달되는 PRO 출력 염수는 제1 압력 교환부(11)의 고압 입력단으로 입력되어 저압 입력단으로 입력된 제1 염수(SW1)와 압력 교환 공정이 진행된다.
- [0028] 이에 따라, 상술한 바와 같이, 저압 입력단으로 입력된 제1 염수(SW1)는 고압 입력단으로 입력된 PRO 출력 염수와 압력 교환되어 가압되고, 고압 출력단을 통해 제1 가압 염수로 전환로 출력된다. 그리고, 고압 입력단으로 입력된 PRO 출력 염수는 저압 입력단으로 입력된 제1 염수(SW1)와 압력 교환되어 감압되고, 저압 출력단을 통해 제1 감압 염수로 전환되어 출력된다.
- [0029] 상기와 같은 구성에 따라, PRO 전처리부(10)에 의해 출력되는 제2 염수는 PRO 분기부(15)를 통해 분기되어 RO 담수화부(30)로 전달되는 PRO 출력 염수와, 제1 압력 교환부(11)의 저압 출력단을 통해 출력되는 제1 감압 염수를 포함하게 된다.
- [0030] 한편, 본 발명에 따른 RO 담수화부(30)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 압력 교환부(31), RO 펌핑부(33), RO 합류부(35) 및 RO 공정부(32)를 포함할 수 있다.
- [0031] 제2 압력 교환부(31)는 PRO 전처리부(10)의 제1 압력 교환부(11)로부터 전달되는 제1 감압 염수를 압력 교환을 통해 가압하여 제2 가압 염수로 출력하는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다. 그리고, RO 펌핑부(33)는 PRO 전처리부(10)로부터 전달되는 PRO 출력 염수를 기 설정된 기준 압력으로 가압하여 RO 합류부(35)로 출력한다.
- [0032] RO 합류부(35)는 RO 펌핑부(33)에 의해 가압된 PRO 출력 염수와, 제2 압력 교환부(31)로부터 출력되는 제2 가압 염수를 합류하여 RO 공정부(32)로 전달한다. 그리고, RO 공정부(32)는 RO 합류부(35)를 통해 합류된 PRO 출력 염수(RO 펌핑부(33)에 의해 가압된 상태)와 제2 가압 염수를 역삼투 공정에 적용하여 제2 담수(IW2)와 제2 염수를 생성한다.
- [0033] 여기서, RO 공정부(32)를 통해 생성된 제2 담수(IW2)는 PRO 출력 염수와 제2 가압 염수가 혼합된 염수로부터 역삼투 공정을 통해 염수 중 일부가 역삼투막을 투과하여 생성되는 것으로, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템에 의해 생성되는 담수이다.
- [0034] 그리고, RO 공정부(32)에 의해 생성된 제3 염수는 제2 압력 교환부(31)의 고압 입력단으로 입력되어 제1 감압 염수와 압력 교환하게 된다. 보다 구체적으로 설명하면, PRO 전처리부(10)의 제1 압력 교환부(11)로부터 전달되는 제1 감압 염수는 제2 압력 교환부(31)의 저압 입력단으로 입력되고, RO 공정부(32)로부터의 제3 염수는 제2 압력 교환부(31)의 고압 입력단으로 입력된다.
- [0035] 그리고, 제1 감압 염수와 제3 염수가 제2 압력 교환부(31)에서 압력 교환되고, 제1 감압 염수는 가압되어 제2 가압 염수로 제2 압력 교환부(31)의 고압 출력단을 통해 출력되고, 제3 염수는 감압되어 제2 압력 교환부(31)의

저압 출력단을 통해 출력된다.

- [0036] 여기서, 본 발명에 따른 PRO 전처리부(10)는 제1 가압 염수의 압력이 상술한 기준 압력과 일치하도록 제1 가압 염수의 압력을 보상하는 PRO 압력 보상부(14)를 포함할 수 있다. 이를 통해, 제1 염수(SW1)가 제1 압력 교환부(11)에서 PRO 출력 염수와 압력 교환을 통해 가압될 때, PRO 출력 염수의 압력이 모두 제1 염수(SW1)에 전달되지 않은 경우를 대비하여 제1 가압 염수의 압력을 기준 압력과 일치시킬 수 있게 된다.
- [0037] 또한, 본 발명에 따른 RO 담수화부(30)는 제2 가압 염수의 압력이 기준 압력과 일치하도록 제2 가압 염수의 압력을 보상하는 RO 압력 보상부(34)를 포함할 수 있다. 이를 통해, 제1 가압 염수가 제2 압력 교환부(31)에서 제3 염수와 압력 교환을 통해 가압될 때, 제3 염수의 압력이 모두 제1 가압 염수로 전달되지 않은 경우를 대비하여 제2 가압 염수의 압력을 기준 압력과 일치시킬 수 있게 된다. 따라서, RO 펌핑부(33)에 의해 기준 압력으로 가압된 RO 출력 염수와 제2 가압 염수의 압력이 일치하는 상태에서 RO 합류부(35)에서 합류될 수 있다.
- [0038] 이하에서는, 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템에 따른 저에너지 염수담수화 방법에 대해 상세히 설명한다. 도 2에 도시된 참조번호 ① 내지 ⑭는 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템의 각 구성요소의 통과 전 및 통과후의 염수 또는 담수를 설명하기 위한 것으로, ①은 제1 염수(SW1), ②는 제1 가압 염수, ③은 PRO 압력 보상부(14)를 통과한 제1 가압 염수, ④는 PRO 출력 염수, ⑤는 PRO 출력 염수 중 PRO 분기부(15)에 의해 분기되어 제1 압력 교환부(11)로 향하는 PRO 출력 염수, ⑥은 PRO 출력 염수 중 PRO 분기부(15)에 의해 분기되어 RO 담수화부(30)의 RO 펌핑부(33)로 향하는 PRO 출력 염수, ⑦은 RO 펌핑부(33)에 의해 가압된 PRO 출력 염수, ⑧은 제1 압력 교환부(11)의 저압 출력단을 통해 출력되는 제1 감압 염수, ⑨는 제2 압력 교환부(31)의 고압 출력단을 통해 출력되는 제2 가압 염수, ⑩은 RO 압력 보상부(34)를 통과한 제2 가압 염수, ⑪은 RO 합류부(35)에서 합류된 PRO 출력 염수 및 제2 가압 염수, ⑫는 RO 공정부(32)로부터 생성된 제2 담수(IW2), ⑬은 RO 공정부(32)로부터 출력되는 제3 염수, ⑭는 제2 압력 교환부(31)의 저압 출력단에서 출력되는 염수의 위치를 나타내고 있다.
- [0039] 도 2 및 도 3을 참조하여 설명하면, 제1 염수(SW1)는 염수 취수 펌프(16)에 의해 취수된다(S11). 그리고, 취수된 제1 염수(SW1)는 제1 압력 교환기의 저압 입력단으로 입력되고, PRO 출력 염수와 제1 압력 교환 공정을 통해 가압되어 제1 가압 염수로 고압 출력단을 통해 출력된다(S11). 여기서, 제1 압력 교환기의 고압 출력단으로부터 출력되는 제1 가압 염수는 PRO 압력 보상부(14)를 통해 기준 압력과 일치하도록 보상될 수 있음은 상술한 바와 같다.
- [0040] PRO 압력 보상부(14)를 통해 압력이 보상된 제1 가압 염수는 PRO 공정부(12)에 입력되어 압력 지연 삼투 공정을 통해 그 유량이 증가된 PRO 출력 염수로 출력된다(S12).
- [0041] 그리고, PRO 출력 염수는 PRO 분기부(15)에 의해 제1 압력 교환부(11)와 RO 담수화부(30)의 RO 펌핑부(33) 측으로 분기되어 이동하는데, 제1 압력 교환부(11)로 향하는 PRO 출력 염수는 제1 압력 교환 공정을 통해 제1 염수(SW1)와 압력 교환되어 제1 감압 염수로 출력되어 제2 압력 교환부(31)로 향하게 된다. 반면, RO 펌핑부(33)로 향하는 PRO 출력 염수는 RO 펌핑부(33)에 의해 기준 압력으로 가압되어(S13) RO 공정부(32)로 향하게 된다.
- [0042] 한편, 제2 압력 교환부(31)에서는 제2 압력 교환 공정이 진행되는데(S14), S11 단계에서의 제1 압력 교환 공정을 통해 출력된 제1 감압 염수가 제2 압력 교환부(31)의 저압 입력단을 통해 입력되고, RO 담수화 공정(S15) 단계에서 생성된 제3 염수가 고압 입력단을 통해 입력되어 상호 압력 교환된다.
- [0043] 이 때, 제2 압력 교환부(31)의 고압 출력단을 통해 출력되는 제2 가압 염수는 S13 단계에서 가압된 PRO 출력 염수와 RO 합류부(35)에서 합류되어 RO 공정부(32)로 입력되어, RO 담수화 공정, 즉 역삼투 담수화 공정을 통해 제2 담수(IW2)가 생성되고, 나머지 염수가 제3 염수로 제2 압력 교환부(31)로 향하게 된다.
- [0044] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템이 염수를 담수화하는데 있어 에너지 효율이 향상됨을 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4는 상술한 미국공개특허 US2012/0037566의 FIG.3에 도시된 내용을 나타낸 것이다.
- [0045] 도 4를 참조하여 설명하면, 상기 미국공개특허에 개시된 시스템을 통해 생성된 담수( $H_2O$ )는 압력(P) 및 삼투압( $\pi$ )이 '0'이고, 유량(Q)은 '1'이다. 상기 미국공개특허에 개시된 시스템을 통해 생성된 담수( $H_2O$ )의 유량을 기준으로 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템의 주요 위치에서의 염수 및 담수의 압력(P), 삼투압( $\pi$ ), 및 유량(Q)을 정리하면 [표 1]과 같다.

[0046] [표 1]

|   | P<br>[bar] | $\pi$<br>[bar] | Q<br>[m <sup>3</sup> /d] |
|---|------------|----------------|--------------------------|
| ① | 0.2        | 25             | 1                        |
| ③ | 12.5       | 25             | 1                        |
| ④ | 12.5       | 12.5           | 2                        |
| ⑤ | 12.5       | 12.5           | 1                        |
| ⑥ | 12.5       | 12.5           | 1                        |
| ⑦ | 25         | 12.5           | 1                        |
| ⑧ | 0.2        | 12.5           | 1                        |
| ⑩ | 25         | 12.5           | 1                        |
| ⑪ | 25         | 12.5           | 2                        |
| ⑫ | 0          | 0              | 1                        |
| ⑬ | 25         | 25             | 1                        |
| ⑭ | 0.2        | 25             | 1                        |
| ⑮ | 0.07       | 0              | 2                        |
| ⑯ | 0          | 0              | 1                        |

[0047]

[0048] 상기 [표 1]과 도 4를 참조하여 설명하면, 동일한 양의 담수를 생성하는데 있어, 상기 미국등록특허는 펌프(도 1의 160)가 압력 교환기(도 1의 170)에서 출력되는 압력(P)=25 bar, 삼투압( $\pi$ )=25 bar, 유량(Q)=1 m<sup>3</sup>/d인 염수를 압력(P)=50 bar으로 높이는 반면, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템은 RO 펌프부(33)가 압력(P)=12.5 bar, 삼투압( $\pi$ )=12.5 bar, 유량(Q)=1 m<sup>3</sup>/d인 염수를 압력(P)=25 bar로 높임에 따라 염수담수화 공정에서 소모되는 에너지를 상기 미국등록특허와 대비할 때 절반으로 줄일 수 있게 된다.

[0049] 또한, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템이 PRO 압력 보상부(14), RO 압력 보상부(34)의 구성을 제시하고 있으나, 이는 상기 미국공개특허에서도 소실되는 압력의 보상을 위해 필요한 구성으로 저압 펌프 형태로 마련되고, 소실되는 압력의 크기를 고려할 때 전체 시스템에서 소모되는 에너지가 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템이 상기 미국공개특허에 개시된 시스템보다 효율적임은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

[0050] 그리고, 막여과 회수율 측면에서, 상기 미국등록특허의 경우 투입되는 염수의 양의 50%(도4의 두 곳의 SW in을 통해 Q=2 m<sup>3</sup>/d가 되고, 생성되는 담수 H<sub>2</sub>O의 Q=1 m<sup>3</sup>/d가 됨)가 담수로 전환되는 반면, 본 발명에 따른 저에너지 염수담수화 시스템은 투입되는 염수의 양의 100%(도 2 및 [표 1]의 ①에서의 Q=1 m<sup>3</sup>/d, ⑫에서의 Q=1 m<sup>3</sup>/d)가 담수로 전환되는 바, 동일한 양의 담수를 생산하는데 필요한 염수의 양을 현저히 줄일 수 있게 되어 해수와 같은 염수의 전처리 공정의 규모 및 비용을 절반으로 줄일 수 있게 된다.

[0051] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해될 것이다.

## 부호의 설명

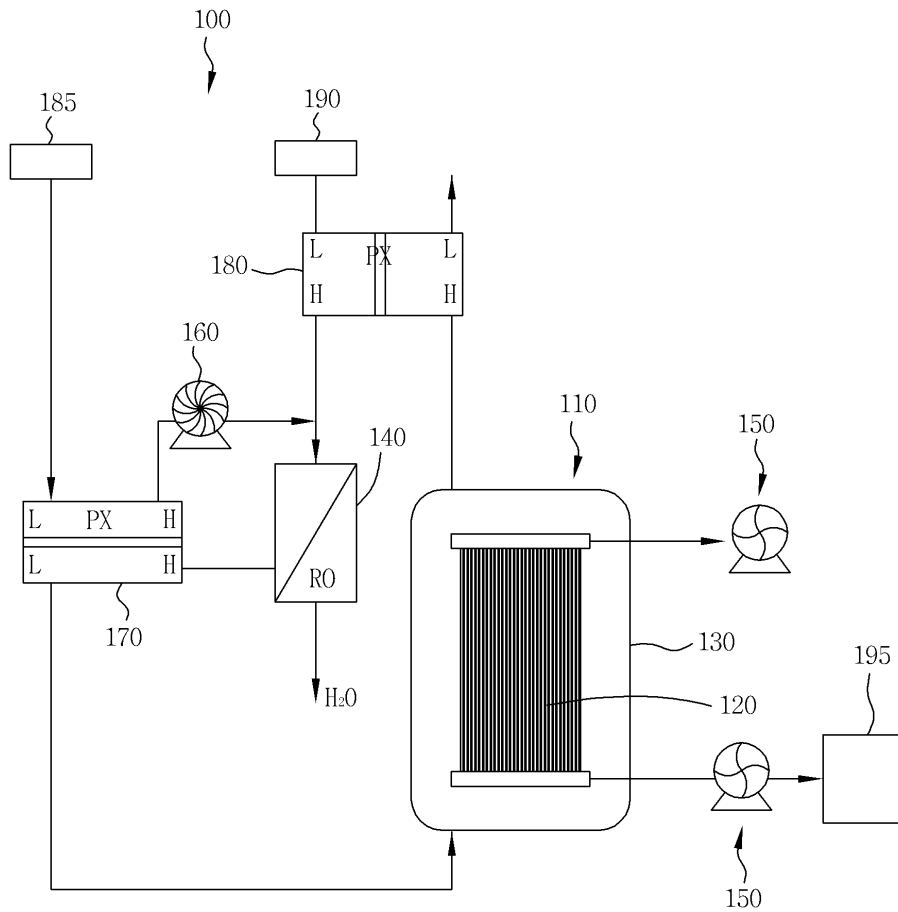
[0052] 10 : PRO 전처리부

11 : 제1 압력 교환부

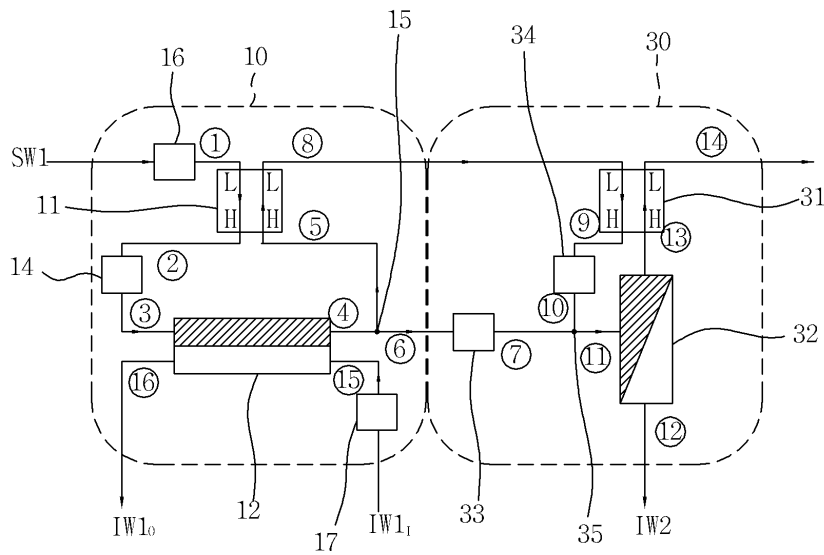
- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 12 : PRO 공정부   | 14 : PRO 압력 교환부 |
| 15 : PRO 분기부   | 16 : 염수 취수 펌프   |
| 17 : 담수 취수 펌프  | 30 : RO 담수화부    |
| 31 : 제2 압력 교환부 | 33 : RO 펌핑부     |
| 34 : RO 압력 보상부 | 35 : RO 합류부     |

도면

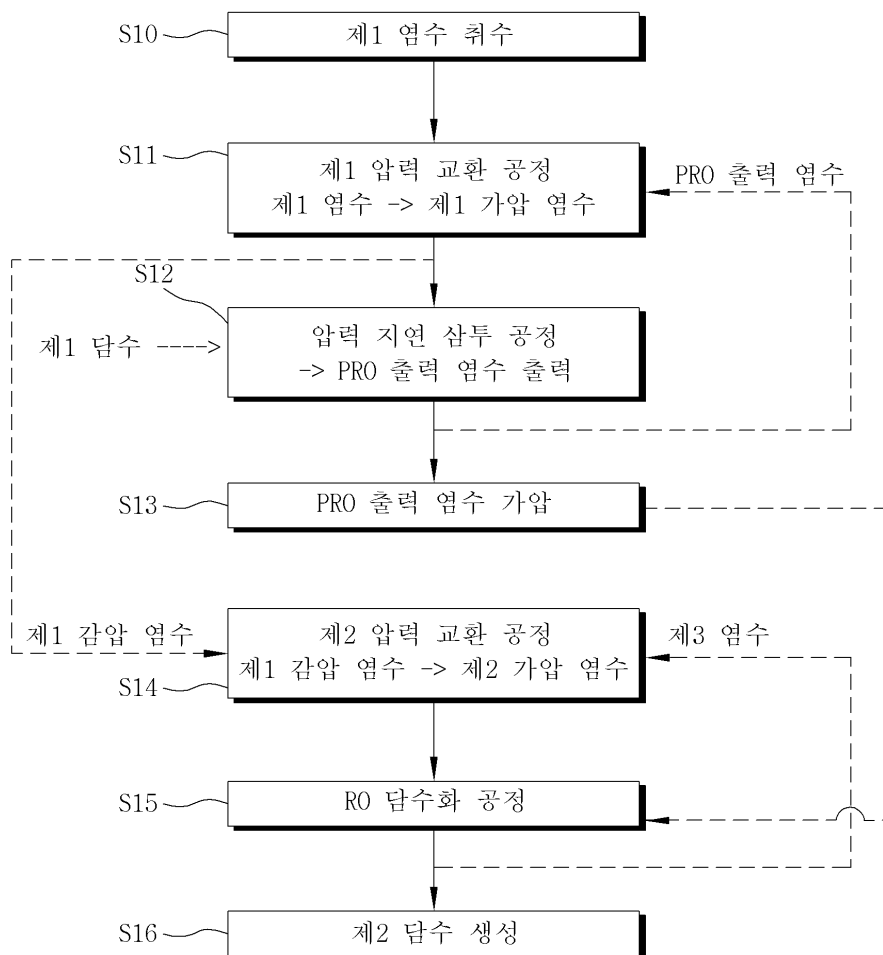
도면1



도면2



도면3



도면4

