(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월27일
(11) 등록번호 10-1399747
(24) 등록일자 2014년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 61/02 (2006.01) *B01D 61/10* (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01) *C02F 103/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0033562
(22) 출원일자 2013년03월28일
심사청구일자 2013년03월28일
(56) 선행기술조사문헌
US20070246426 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
홍승관
경기 용인시 기흥구 흥덕중앙로105번길 40, 1505동 301호 (영덕동, 흥덕마을15단지흥덕우남퍼스트빌리젠트)
김정원
서울 관악구 미성5길 33, 102동 1603호 (신림동, 한양아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인남촌

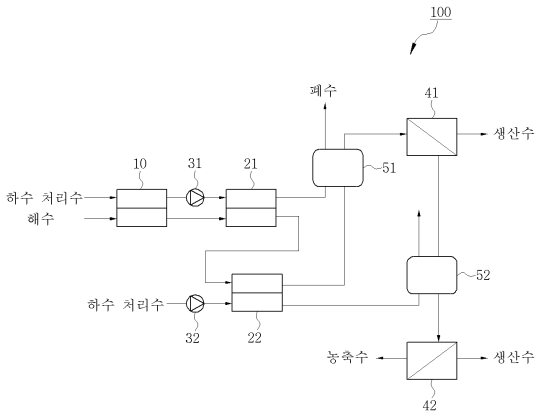
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김민조

(54) 발명의 명칭 **정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 관한 것으로, 해수와 하수 처리수를 입력받아 해수를 1차적으로 희석시키는 정삼투부와; 상기 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수를 가압하는 제1 가압 펌프와; 상기 정삼투부로부터 배출되는 1차 희석된 해수와 상기 제1 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 1차 희석된 해수를 2차적으로 희석시키는 제1 가압 정삼투부와; 입력되는 하수 처리수를 가압하는 제2 가압 펌프와; 상기 제1 가압 정삼투부로부터 배출되는 2차 희석된 해수와 상기 제2 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 2차 희석된 해수를 3차적으로 희석시키는 제2 가압 정삼투부와; 상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제1 역삼투부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 역삼투 공정 및 가압식의 정삼투 공정을 혼합하여 정삼투 공정에 따른 모듈 수를 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

오윤택

서울 서초구 고무래로 35, 107동 2401호 (반포동, 반포리체아파트)

김봉철

서울 성북구 안암로 145, 302호 환경실험관 (안암동5가, 고려대학교이과대학)

김인혁

서울 성북구 보문로29다길 31, 113동 1101호 (삼선동2가, 대우푸르지오아파트)

(56) 선행기술조사문헌

WO2009037515 A2

KR1020120007133 A

KR1020110045941 A

KR1020110045941 A

특허청구의 범위

청구항 1

정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 있어서,

해수와 하수 처리수를 입력받아 해수를 1차적으로 희석시키는 정삼투부와;

상기 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수를 가압하는 제1 가압 펌프와;

상기 정삼투부로부터 배출되는 1차 희석된 해수와 상기 제1 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 1차 희석된 해수를 2차적으로 희석시키는 제1 가압 정삼투부와;

입력되는 하수 처리수를 가압하는 제2 가압 펌프와;

상기 제1 가압 정삼투부로부터 배출되는 2차 희석된 해수와 상기 제2 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 2차 희석된 해수를 3차적으로 희석시키는 제2 가압 정삼투부와;

상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제1 역삼투부를 포함하는 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 역삼투부로부터 배출되는 농축수를 입력받아 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제2 역삼투부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 가압 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 가압하여 상기 제1 역삼투부로 유입시키는 제1 압력 교환부와;

상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 상기 제1 역삼투부로부터 배출되는 농축수를 가압하여 상기 제2 역삼투부로 유입시키는 제2 압력 교환부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 가압 펌프의 압력은 상기 제1 가압 펌프의 압력보다 큰 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 가압 펌프는 저압 펌프로 마련되며;

상기 제2 가압 펌프는 고압 펌프로 마련되는 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 관한 것으로써, 보다 상세하게는 정삼투 공정, 역삼투 공정 및 가압식의 정삼투 공정을 혼합한 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 전세계적으로 물부족 문제가 심화되고 있다. 지구상 물의 약 97%가 해수이고, 나머지 담수 중에서도 인간이 사용할 수 있는 양은 많지 않다. 또한, 기상이변과 사막화, 수자원 오염 등으로 인하여 물부족은 더욱 더 심해져 2015년에는 전 세계 인구의 약 38%가 물 부족의 영향을 받을 것으로 전망하고 있다.

[0003] 이러한 물 부족 현상을 해결하기 위해서 강변 여과수나 지하수 이용, 인공 강우 등의 방법이 대두되고 있으나, 근본적인 문제를 해결하기 위해 무한 자원인 해수를 담수화하는 방법이 가장 현실적인 방법을 부각되고 있다.

[0004] 해수담수화 또는 염수담수화(이하, '해수담수화'라 함)란 염분을 포함하고 있는 해수 등에서 염분을 제거하여 담수를 얻는 것을 일컫는다. 이와 같은 해수담수화를 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.

[0005] 이 중, 역삼투를 이용한 해수담수화 방법은 반투막을 사이에 두고 해수에 삼투압보다 높은 역삼투압을 가하여 담수를 추출하는 방법으로서, 증발법에 비하여 에너지 소비량이 적고 조작이 용이한 장점이 있어 근래에 널리 이용되고 있다.

[0006] 이와 같이, 해수의 분리 및 정제가 이루어지는 고분자 분리막에서, 물과 염을 분리하기 위해서는 용존되어 있는 성분들에 의해 유발되는 삼투압 이상의 압력을 해수에 가해주어야 분리가 일어나기 시작한다. 해수 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.

[0007] 해수의 높은 삼투압을 극복하고 담수를 생산하는데 필요한 구동력으로서 고압 펌프를 이용하게 되는데, 고압 펌프의 모터를 구동하기 위해서 필요한 에너지는 $1m^3$의 담수를 생산하는데 대략 3~5 kWh/m^3가 된다.

[0008] 근래에, 역삼투를 이용한 해수담수화 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.

[0009] 또한, 미국등록특허 US6849184에서는 정삼투(FO : Forward Osmosis) 공정을 통해 삼투압을 수리학적 압력으로 전환시키고 해수를 희석시킨 후, 이를 역삼투 공정에 유입하여 생산수를 생산하는 방법을 개시하고 있는데, 상대적으로 적은 에너지만을 소비하는 효과를 제공하고 있다.

[0010] 그런데, 미국등록특허 US6849184에서와 같이 역삼투 공정의 전단에 정삼투 공정을 진행하여 해수를 전처리하는 경우, 해수의 농도가 낮을수록 정삼투 공정에서의 생산 효율이 증가하게 되는데, 해수의 농도를 낮출수록 정삼투 공정을 수행하기 위한 정삼투 모듈의 개수는 지수 함수적으로 증가하게 되어 전체 설비 비용을 증가시키는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 정삼투 공정, 역삼투 공정 및 가압식의 정삼투 공정을 혼합하여 정삼투 공정에 따른 모듈 수를 감소시킬 수 있는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적은 본 발명에 따라, 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 있어서, 해수와 하수 처리수를 입력받아 해수를 1차적으로 희석시키는 정삼투부와; 상기 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수를 가압하는 제1 가압 펌프와; 상기 정삼투부로부터 배출되는 1차 희석된 해수와 상기 제1 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수

를 입력받아 1차 희석된 해수를 2차적으로 희석시키는 제1 가압 정삼투부와; 입력되는 하수 처리수를 가압하는 제2 가압 펌프와; 상기 제1 가압 정삼투부로부터 배출되는 2차 희석된 해수와 상기 제2 가압 펌프에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 2차 희석된 해수를 3차적으로 희석시키는 제2 가압 정삼투부와; 상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제1 역삼투부를 포함하는 것을 특징으로 하는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템에 의해서 달성된다.

[0013] 여기서, 상기 제1 역삼투부로부터 배출되는 농축수를 입력받아 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제2 역삼투부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제1 가압 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 가압하여 상기 제1 역삼투부로 유입시키는 제1 압력 교환부와; 상기 제2 가압 정삼투부로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 상기 제1 역삼투부로부터 배출되는 농축수를 가압하여 상기 제2 역삼투부로 유입시키는 제2 압력 교환부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 제2 가압 펌프의 압력은 상기 제1 가압 펌프의 압력보다 클 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제1 가압 펌프는 저압 펌프로 마련되며; 상기 제2 가압 펌프는 고압 펌프로 마련될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 역삼투 공정 및 가압식의 정삼투 공정을 혼합하여 정삼투 공정에 따른 모듈 수를 감소시킬 수 있는 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 미국공개특허 US2012/0037566에 도시된 시스템의 구성을 도시한 도면이고,

도 2는 본 발명에 따른 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템의 구성을 도시한 도면이고,

도 3은 본 발명에 따른 제1 가압식 정삼투부 또는 제2 가압식 정삼투부에서 농도와 압력에 따른 수투과율를 나타낸 그래프이고,

도 4는 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템의 효과를 설명하기 위한 도면이다

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

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

[0020] 도 2는 본 발명에 따른 정삼투 및 역삼투를 이용한 해수 담수화 시스템(100)의 구성을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템(100)은 정삼투부(10), 제1 가압 펌프(31), 제1 가압 정삼투부(21), 제2 가압 펌프(32), 제2 가압 정삼투부(22) 및 제1 역삼투부(41)를 포함할 수 있다.

[0021] 정삼투부(10)는 해수와 하수 처리수를 입력받아 해수를 1차적으로 희석시킨다. 본 발명에 따른 정삼투부(10)는 해수와 하수 처리수 사이에 정삼투막이 형성되어, 해수의 하수 처리수 간의 농도 차이, 즉 삼투압 차이에 의해 하수 처리수의 일부가 정삼투막을 투과하여 해수 측으로 이동함으로써, 해수가 1차적으로 희석된다.

[0022] 제1 가압 펌프(31)는 정삼투부(10)로부터 배출되는 하수 처리수를 가압한다. 그리고, 제1 가압 펌프(31)에 의해 가압된 하수 처리수는 제1 가압 정삼투부(21)로 입력된다. 또한, 정삼투부(10)에서 1차적으로 희석된 해수는 정삼투부(10)로부터 배출되어 제2 가압 정삼투부(22)로 입력된다.

[0023] 제1 가압 정삼투부(21)은 정삼투부(10)로부터 배출되는 1차 희석된 해수와, 제1 가압 펌프(31)에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 1차 희석된 해수를 2차적으로 희석시킨다. 여기서, 제1 가압 정삼투부(21)은 정삼투부(10)에서와 마찬가지로 1차 희석된 해수와 가압된 하수 처리수 간의 삼투압 차에 의해 하수 처리수의 일부가 정삼투막을 투과하여 해수 측으로 이동함으로써, 해수가 2차적으로 희석된다.

[0024] 이 때, 정삼투부(10)에 의해 1차적으로 희석된 해수와 하수 처리수의 삼투압 차이는 감소된 상태이나, 하수 처리수가 제1 가압 펌프(31)에 의해 가압되어 제1 가압 정삼투부(21)로 유입됨으로써, 삼투압 외에 물리적인 수압

의 증가로 인해 제1 가압 정삼투부(21)에서의 정삼투 과정이 효과적으로 일어날 수 있게 된다.

[0025] 한편, 제1 가압 정삼투부(21)로부터 배출되는 2차 희석된 해수는 제2 가압 정삼투부(22)로 입력된다. 그리고, 제2 가압 펌프(32)는 입력되는 하수 처리수를 가압하여 제2 가압 정삼투부를 향해 배출한다.

[0026] 제2 가압 정삼투부(22)는 제1 가압 정삼투부(21)로부터 배출되는 2차 희석된 해수와, 제2 가압 펌프(32)에 의해 가압된 하수 처리수를 입력받아 제1 가압 정삼투부(21)에서와 마찬가지로 제1 가압 정삼투부(21)에 의해 2차 희석된 해수를 3차적으로 희석시킨다. 여기서, 제2 가압 정삼투부(22)에서 삼투압 외에 물리적인 수압의 증가로 인해 정삼투 과정이 효과적으로 일어나는 것은 제1 가압 정삼투부(21)에 대응한다.

[0027] 제1 역삼투부(41)는 제2 가압 정삼투부(22)로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하게 된다.

[0028] 상기와 같은 구성에 따라, 제1 가압 정삼투부(21) 및 제2 가압 정삼투부(22)가 제1 가압 펌프(31) 및 제2 가압 펌프(32)에 의해 가압된 하수 처리수를 이용하여 해수를 희석시킴으로써, 동일한 농도로 희석시키는데 있어 기존의 정삼투막 만을 이용하는 경우에 비해 설비 수를 현저히 감소시킬 수 있게 된다. 또한, 정삼투 공정에서의 희석율을 증가시킴으로써, 하수 및 재이용수의 농축률의 증가와 이에 따른 오염물 처리 용량을 감소시킬 수 있게 된다.

[0029] 도 3은 본 발명에 따른 제1 가압식 정삼투부(10) 또는 제2 가압식 정삼투부(10)에서 농도와 압력에 따른 수투과율를 나타낸 그래프이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 농도가 낮을수록 동일한 운전 압력에서 수투과율의 증가율이 커지는 것을 확인할 수 있으며, 동일 농도에서는 압력이 증가할수록 수투과율의 증가율이 커지는 것을 확인할 수 있다.

[0030] 여기서, 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템(100)에서는 제1 가압 펌프(31)의 압력이 제2 가압 펌프(32)의 압력보다 작은 것을 사용할 수 있다. 즉, 제1 가압 펌프(31)는 저압 펌프로 마련하고, 제2 가압 펌프(32)는 고압 펌프로 마련할 수 있다.

[0031] 이에 따라, 희석율이 낮은 제1 가압 정삼투부(21)에서 저압으로 운전하고, 희석율이 높은 제2 가압 정삼투부(22)에서 고압으로 운전하여 공정의 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0032] 한편, 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템(100)은, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 역삼투부(41)로부터 배출되는 농축수를 입력받아 역삼투 공정에 따라 담수화하여 생산수를 배출하는 제2 역삼투부(42)를 포함할 수 있다. 그리고, 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템(100)은 제1 압력 교환부(51) 및 제2 압력 교환부(52)를 포함할 수 있다.

[0033] 제1 압력 교환부(51)은 제1 가압 정삼투부(21)로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 제2 가압 정삼투부(22)로부터 배출되는 3차 희석된 해수를 가압하여 제1 역삼투부(41)로 유입시킨다. 이를 통해, 제1 역삼투부(41)로 유입되는 전체 또는 일부 해수의 압력이 증가하여 역삼투 공정에 따른 에너지 소모량이 제1압력교환부(51)에서 전달되는 만큼 절감시킬 수 있게 된다.

[0034] 마찬가지로, 제2 압력 교환부(52)는 제2 가압 정삼투부(22)로부터 배출되는 하수 처리수의 압력을 이용하여 제1 역삼투부(41)로부터 배출되는 농축수를 가압하여 제2 역삼투부(42)로 유입시킨다. 이를 통해, 제2 역삼투부(42)로 유입되는 전체 또는 일부 농축수의 압력이 증가하여 역삼투 공정에 따른 에너지 소모량이 제1 압력교환부(52)에서 전달되는 만큼 절감시킬 수 있게 된다.

[0035] 도 4는 본 발명에 따른 해수 담수화 시스템(100)의 효과를 설명하기 위한 도면이다. 도 4는 기존의 정삼투 공정만을 역삼투 공정의 전단에 배치할 때와, 본 발명에 따른 제1 가압 정삼투부(21) 및 제2 가압 정삼투부(22)와 같이 하수 처리수를 가압하여 이용할 때와의 차이를 보여주는 것으로, 해수가 동일한 농도로 도달할 때까지의 막 모듈의 개수를 나타내고 있다.

[0036] 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 가압 정삼투부(21) 또는 제2 가압 정삼투부(22)(PFO)와 같이 가압식의 정삼투 공정이 기존의 정삼투 공정(FO)보다 막 모듈의 개수를 줄이는데 효과적임을 확인할 수 있다.

[0037] 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 정해질 것이다.

부호의 설명

[0038] 100 : 해수 담수화 시스템

10 : 정삼투부 21 : 제1 가압 정삼투부

22 : 제2 가압 정삼투부 31 : 제1 가압 펌프

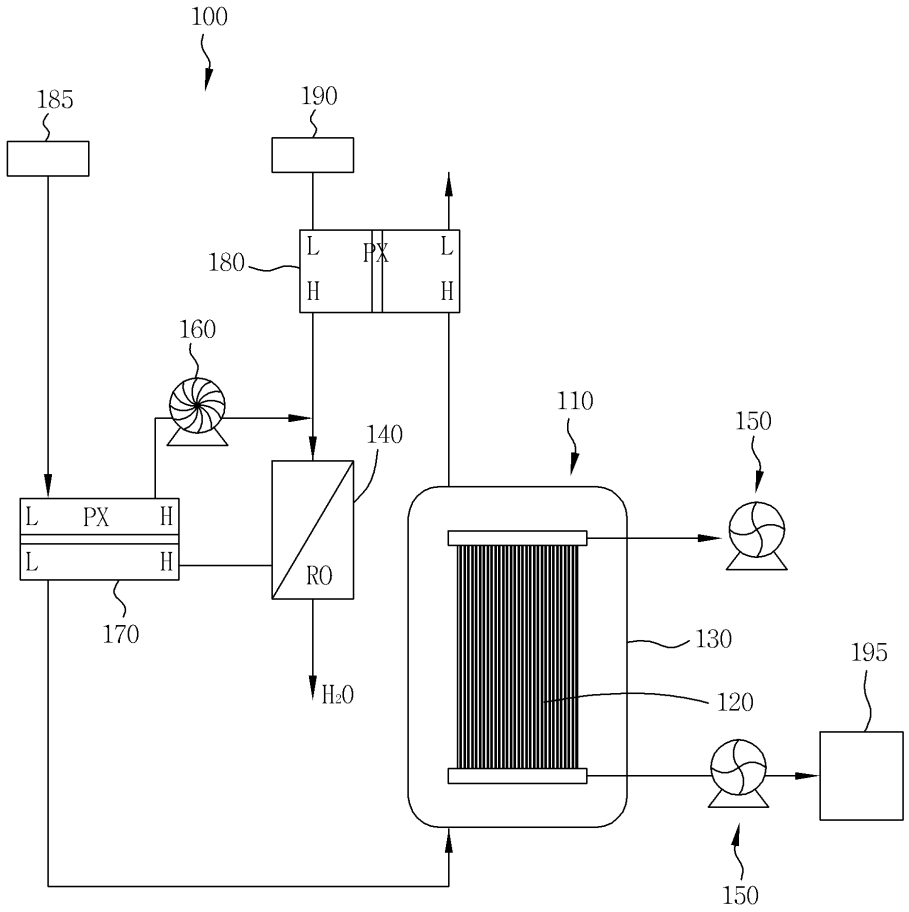
32 : 제2 가압 펌프 41 : 제1 역삼투부

42 : 제2 역삼투부 51 : 제1 압력 교환부

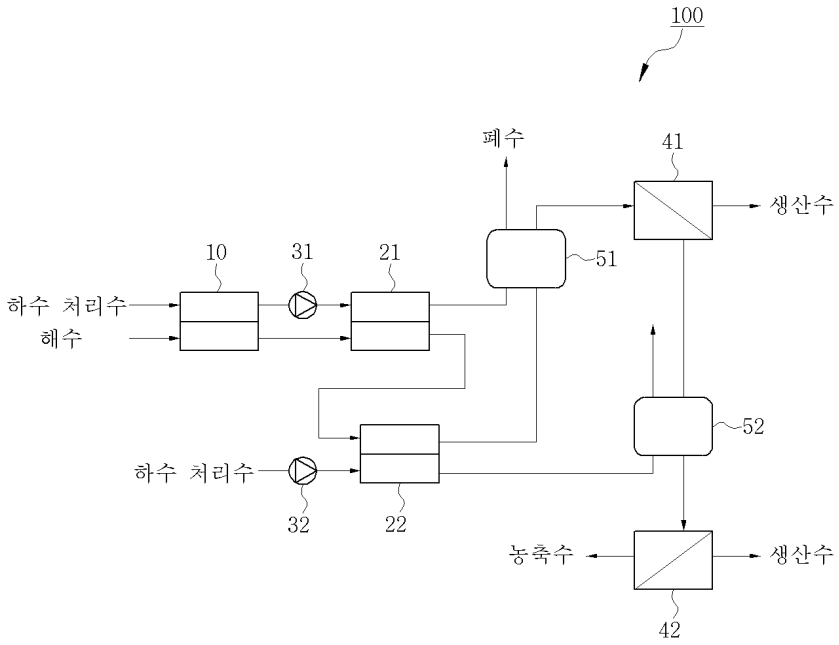
52 : 제2 압력 교환부

도면

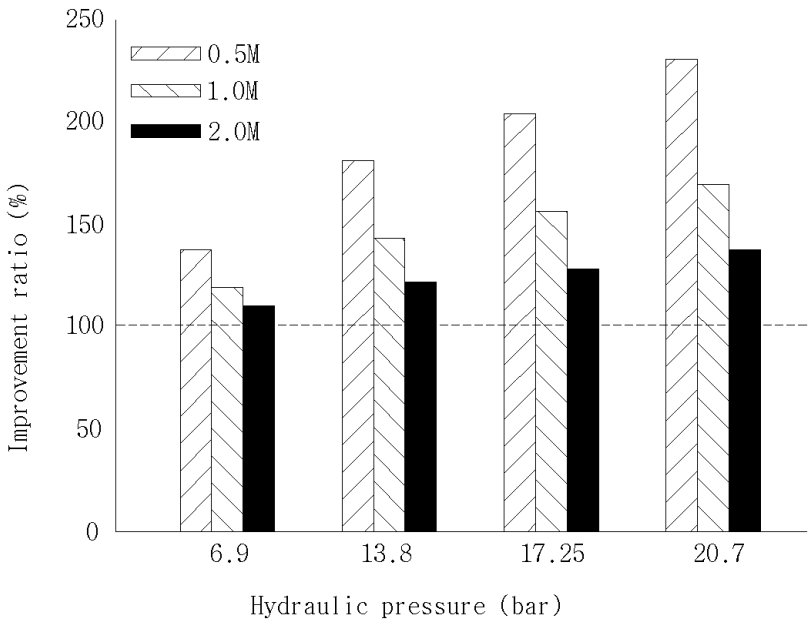
도면1



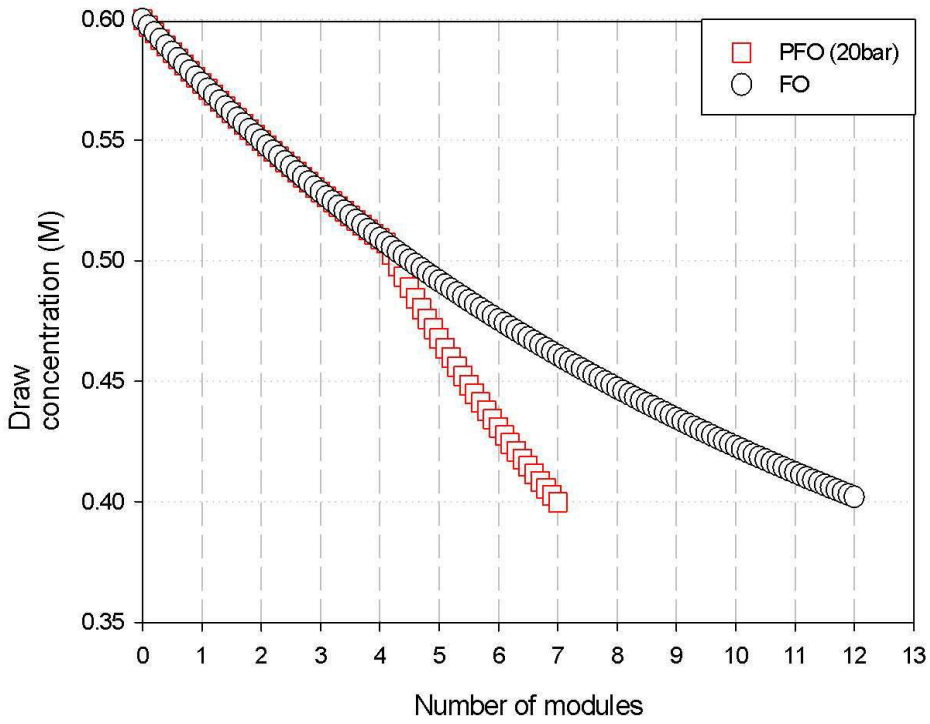
도면2


100
폐수
41
생산수
10
31
21
51
하수 처리수
해수
52
하수 처리수
32
22
농축수
생산수
42

도면3


250
200
150
100
50
0
0.5M
1.0M
2.0M
Improvement ratio (%)
6.9
13.8
17.25
20.7
Hydraulic pressure (bar)

도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 명세서

【보정세부항목】 문단 [0025]

【변경전】

제2 가압 정삼부투을 향해

【변경후】

제2 가압 정삼투부를 향해

【직권보정 2】

【보정항목】 명세서

【보정세부항목】 문단 [0003]

【변경전】

물 부적 현상을

【변경후】

물 부족 현상을