



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월04일
 (11) 등록번호 10-1229482
 (24) 등록일자 2013년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C02F 1/44 (2006.01) C02F 103/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0076175
 (22) 출원일자 2012년07월12일
 심사청구일자 2012년07월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100987294 B1
 KR101179489 B1

(73) 특허권자
 한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
 김유창
 대전 서구 월평3동 누리아파트 108동 702호
 이공훈
 대전 유성구 전민동 엑스포아파트 306동 502호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이진용

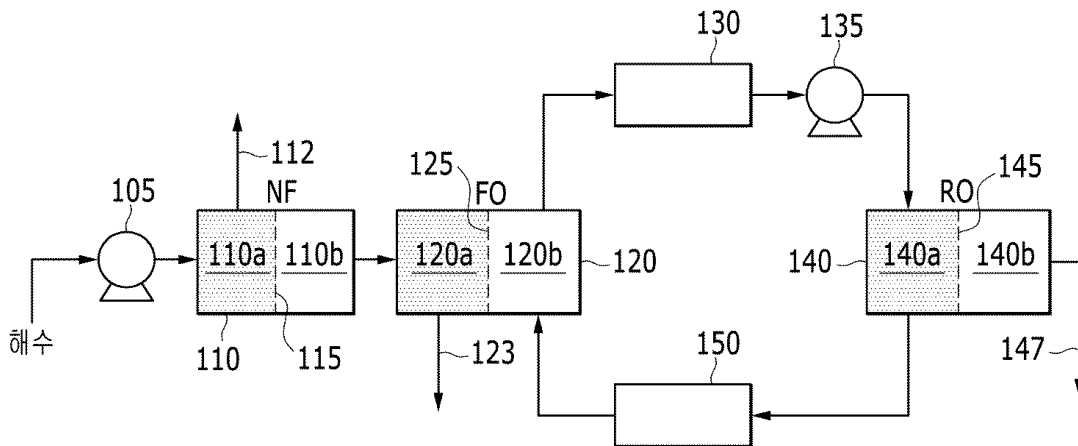
(54) 발명의 명칭 하이브리드형 해수 담수화 장치 및 방법

(57) 요약

본 기재의 해수 담수화 장치는, 고효수율형 나노여과막(nanofiltration membrane)을 포함하고, 전처리된 해수(海水)를 유입하여 제1 농축수(concentrate)와 제1 투과수로 분리하여 배출하는 제1 막분리 모듈(membrane module); 정삼투막(forward osmosis membrane)을 포함하고, 상기 제1 막분리 모듈의 후단에 연결되며, 상기 정삼투막으로 분리되는 서로 다른 영역으로 상기 제1 투과수와 유도용액을 각각 유입하여 제2 농축수(concentrate)와 희석유도용액(diluted draw solution)으로 분리하여 배출하는 제2 막분리 모듈; 상기 제2 막분리 모듈의 후단에 연결되어 상기 희석유도용액을 유입하고, 역삼투막을 포함하여 상기 희석유도용액을 농축유도용액(concentrated draw solution)으로 배출하고 담수(fresh water)를 회수하는 제3 막분리 모듈을 포함한다. 그리고 상기 제3 막분리 모듈은 상기 제2 막분리 모듈에 연결되어 상기 농축유도용액을 상기 제2 막분리 모듈에 상기 유도용액으로 공급한다.

대표도

100



(72) 발명자

김영

대전 유성구 용산동 725 푸르지오하임 206동 504호

오동욱

대전 유성구 반석동 반석마을아파트 710동 403 호

박인섭

대전 유성구 노은동 498-26번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M02680

부처명 지식경제부

연구사업명 지경부-국가연구개발사업(II)

연구과제명 정삼투식 담수 공정기술 개발 (3/3)

주관기관 기계연구원

연구기간 2011.10.01~2012.09.30

특허청구의 범위

청구항 1

고회수율형 나노여과막(nanofiltration membrane)을 포함하고, 전처리된 해수(海水)를 유입하여 제1 농축수(concentrate)와 제1 투과수로 분리하여 배출하는 제1 막분리 모듈(membrane module);

정삼투막(forward osmosis membrane)을 포함하고, 상기 제1 막분리 모듈의 후단에 연결되며, 상기 정삼투막으로 분리되는 서로 다른 영역으로 상기 제1 투과수와 유도용액을 각각 유입하여 제2 농축수(concentrate)와 희석유도용액(diluted draw solution)으로 분리하여 배출하는 제2 막분리 모듈;

상기 제2 막분리 모듈의 후단에 연결되어 상기 희석유도용액을 유입하고, 역삼투막을 포함하여 상기 희석유도용액을 농축유도용액(concentrated draw solution)으로 배출하고 담수(fresh water)를 회수하는 제3 막분리 모듈을 포함하고,

상기 제3 막분리 모듈은 상기 제2 막분리 모듈에 연결되어 상기 농축유도용액을 상기 제2 막분리 모듈에 상기 유도용액으로 공급하는 하이브리드형 해수 담수화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 막분리 모듈은 상기 정삼투막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고,

상기 제1 영역은 상기 제1 막분리 모듈의 후단에 연결되어 상기 제1 투과수를 유입하며, 상기 제2 영역은 상기 제3 막분리 모듈에 연결되어 상기 제3 막분리 모듈로부터 배출되는 상기 농축유도용액을 유입하는 하이브리드형 해수 담수화 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 막분리 모듈은 상기 고회수율형 나노여과막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고,

상기 제1 영역으로 상기 해수를 유입하고, 상기 제2 영역으로부터 상기 제1 투과수를 배출하며, 상기 제1 영역으로부터 상기 제1 농축수를 배출하도록 구성된 하이브리드형 해수 담수화 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제3 막분리 모듈은 상기 역삼투막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고,

상기 제1 영역으로 상기 희석유도용액을 유입하고, 상기 제2 영역으로부터 상기 담수를 배출하며, 상기 제1 영역으로부터 상기 농축유도용액을 배출하도록 구성된 하이브리드형 해수 담수화 장치.

청구항 5

해수를 유입하여 나노여과막을 통해 상기 해수 중의 용매와 이온성 물질의 일부가 투과하도록 하여 상기 해수를 제1 농축수와 제1 투과수로 분리하여 배출하는 제1 나노여과막 분리단계;

정삼투막 사이에 두고 상기 제1 투과수와 유도용액을 위치시켜 상기 용매가 상기 정삼투막을 투과하도록 하여 제2 농축수와 희석유도용액으로 분리하여 배출하는 정삼투막 분리단계; 및

상기 희석유도용액을 유입하여 역삼투막을 통해 상기 용매가 투과하도록 하여 농축유도용액을 배출하고 담수를 회수하는 역삼투막 분리단계

를 포함하는 해수 담수화 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 정삼투막 분리단계에서 배출되는 희석유도용액을 희석유도용액 저장부에 저장하는 단계; 및

상기 저장된 희석유도용액을 희석유도용액용 가압펌프를 통해 상기 역삼투막의 일측으로 공급하는 단계를 더 포함하는 해수 담수화 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 역삼투막 분리단계에서 배출되는 농축유도용액을 유도용액 저장부에 공급하는 단계;

상기 유도용액 저장부에 저장된 유도용액을 상기 정삼투막의 일측으로 공급하는 단계를 더 포함하는 해수 담수화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 해수를 담수화하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 나노여과막, 정삼투막, 역삼투막을 이용한 하이브리드형 담수화 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 지구 상에는 많은 양의 물이 존재하지만 인간이 안전하게 먹을 수 있는 물은 부족한 실정이다. 이러한 이유 등으로 인해 해수를 담수화하는 기술이 개발되고 있다.

[0003] 해수로부터 담수를 획득하기 위해서는 해수에 용존되어 있거나 부유되어 있는 성분들 중 용수 및 음용수 기준에 부적합한 성분을 제거하는 공정이 요구된다. 해수를 담수화하는 방법으로는 역삼투법 및 전기투석법, 원수를 증기로 변화시켜서 담수화하는 증발법, 냉동법, 태양열이용법 등이 있다. 그 중에서 주로 사용되는 담수화 방법은 역삼투법과 전기 투석법이다.

[0004] 역삼투법을 이용한 담수화 장치는, 물에 용해되어 있는 이온성 물질은 거의 배제되고 순수한 물은 통과되는 역삼투막에 의해 해수 중에 용해되어 있는 이온성 물질을 제거하는 구조를 갖는다.

[0005] 이와 같은 원수로부터 이온성 물질과 순수한 물을 분리시키기 위해서는 삼투압 이상의 높은 압력을 필요로 하는데, 이 압력을 역삼투압이라고 하며, 해수 담수화의 경우 대략 50 ~ 70 바아(bar) 정도의 높은 압력을 필요로 한다. 이러한 역삼투압을 제공하기 위해 역삼투법을 이용한 담수화 장치에는 원수를 가압하는 원수공급수단(고압펌프 등)이 설치된다.

[0006] 일반적으로 상기와 같은 원수공급수단으로 많은 전력을 소모하는 고압펌프를 사용하기 때문에 해수의 담수화에 상당한 에너지가 소모되는 단점이 있었다.

[0007] 최근에는 역삼투 방식도 에너지 소비가 크기 때문에 고압펌프 등을 사용하지 않고 순수한 삼투현상만을 이용해서 해수에서 담수를 얻어내는 정삼투 방식이 개발되었다. 이 정삼투 방식의 경우 해수보다 아주 고농도의 유도용액(예, 고농도의 중탄산 암모늄(NH₄HCO₃) 용액)을 사용하여 해수의 물을 삼투현상에 의해 추출하는 방식으로, 이 방식의 경우 희석된 유도용액에서 담수를 얻기 위해 추가로 열에너지가 소비된다는 단점이 있다. 폐열을 사용하는 경우를 제외하고는 일반적인 역삼투식 담수화 방식에 비해 에너지 소비가 더 큰 방식으로 알려져 있다. (중탄산 암모늄 용액의 경우, 가열해주면 암모니아와 이산화탄소 기체로 분리가 되며, 재사용 또한 용이하지 않은 것으로 알려져 있다.)

[0008] 즉, 어떤 방식의 담수화 장치든 적은 에너지 소비 특성을 유지하면서 해수에 대한 담수의 회수율을 높이는 노력이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기한 바와 같은 기술적 배경을 바탕으로, 본 발명은 나노여과막, 정삼투막, 역삼투막의 조합을 통하여 에너지

소비를 과다하게 증가시키지 않으면서도 해수에 대한 담수의 회수율을 향상시킬 수 있는 하이브리드형 담수화 방법과 이를 구현하는 하이브리드형 담수화 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드형 해수 담수화 장치는, 고회수율형 나노여과막(nanofiltration membrane)을 포함하고, 전처리된 해수(海水)를 유입하여 제1 농축수(concentrate)와 제1 투과수로 분리하여 배출하는 제1 막분리 모듈(membrane module); 정삼투막(forward osmosis membrane)을 포함하고, 상기 제1 막분리 모듈의 후단에 연결되며, 상기 정삼투막으로 분리되는 서로 다른 영역으로 상기 제1 투과수와 상기 제1 투과수보다 농도가 아주 높은 유도용액을 각각 유입하여 제2 농축수(concentrate)와 희석유도용액(diluted draw solution)으로 분리하여 배출하는 제2 막분리 모듈; 상기 제2 막분리 모듈의 후단에 연결되어 상기의 희석유도용액을 유입하고, 역삼투막을 포함하여 상기 희석유도용액에서 담수(fresh water)를 얻고 농축유도용액(concentrated draw solution)을 배출하는 제3 막분리 모듈을 포함한다.
- [0011] 그리고 상기 제3 막분리 모듈은 상기 제2 막분리 모듈에 연결되어 상기 농축유도용액을 상기 제2 막분리 모듈에 상기 유도용액으로 공급한다.
- [0012] 상기 제2 막분리 모듈은 상기 정삼투막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제1 영역은 상기 제1 막분리 모듈의 후단에 연결되어 상기 제1 투과수를 유입하며, 상기 제2 영역은 상기 제3 막분리 모듈에 연결되어 상기 제3 막분리 모듈로부터 배출되는 상기 농축유도용액을 유입할 수 있다.
- [0013] 상기 제1 막분리 모듈은 상기 고회수율형 나노여과막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제1 영역으로 상기 전처리된 해수를 유입하고, 상기 제2 영역으로부터 상기 제1 투과수를 배출하며, 상기 제1 영역으로부터 상기 제1 농축수를 배출하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 상기 제3 막분리 모듈은 상기 역삼투막으로 분리되는 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제1 영역으로 상기 희석유도용액을 유입하고, 상기 제2 영역으로부터 상기 담수를 배출하며, 상기 제1 영역으로부터 상기 농축유도용액을 배출하도록 구성될 수 있다.
- [0015] 상기 제2 막분리 모듈과 상기 제3 막분리 모듈 사이에는 희석유도용액 저장부가 연결되어 상기 희석유도용액을 저장할 수 있다.
- [0016] 상기 제1 막분리 모듈의 전단에는 해수용 가압펌프가 연결되어 상기 해수를 공급 및 가압할 수 있다.
- [0017] 상기 제2 막분리 모듈과 상기 제3 막분리 모듈 사이에는 희석유도용액 가압펌프가 연결되어 상기 희석유도용액을 상기 제3 막분리 모듈로 공급할 수 있다.
- [0018] 상기 제3 막분리 모듈과 상기 제2 막분리 모듈 사이에는 유도용액 저장부가 연결되어 상기 농축유도용액을 저장할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 담수화 방법은, 해수를 유입하여 고회수율형 나노여과막을 통해 상기 해수 중의 용매와 이온성 물질의 일부가 투과하도록 하여 상기 해수를 제1 농축수와 제1 투과수로 분리하여 배출하는 고회수율형 나노여과막 분리단계; 정삼투막을 사이에 두고 상기 제1 투과수와 유도용액을 위치시켜 상기 용매가 상기 정삼투막을 투과하도록 하여 제2 농축수와 희석유도용액으로 분리하여 배출하는 정삼투막 분리단계; 및 상기 희석유도용액을 유입하여 역삼투막을 통해 상기 용매가 투과하도록 하여 농축유도용액을 배출하고 담수를 회수하는 역삼투막 분리단계를 포함한다.
- [0020] 본 실시예의 정삼투식 해수 담수화 방법은, 상기 정삼투막 분리단계에서 배출되는 희석유도용액을 희석유도용액 저장부에 저장하는 단계; 및 상기 저장된 희석유도용액을 희석유도용액 가압펌프를 통해 상기 역삼투막의 일측으로 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 본 실시예의 정삼투식 해수 담수화 방법은, 상기 역삼투막 분리단계에서 배출되는 농축유도용액을 유도용액 저장부에 공급하는 단계; 및 상기 유도용액 저장부의 유도용액을 상기 정삼투막의 일측으로 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 상기한 바와 같은 본 발명의 정삼투식 담수화 장치에 의하면, 고회수율형 나노여과막, 정삼투막, 역삼투막의 조

합을 통하여 에너지 소비를 과다하게 증가시키지 않으면서도 해수에 대한 담수의 회수율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 정삼투식 해수 담수화 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

[0025] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 정삼투식 해수 담수화 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 해수 담수화 장치(100)는 고회수율형 나노여과막(115)을 포함하는 제1 막분리 모듈(110)과 정삼투막(125)을 포함하는 제2 막분리 모듈(120) 및 역삼투막(145)을 포함하는 제3 막분리 모듈(140)을 포함한다. 제2 막분리 모듈(120)은 상기 제1 막분리 모듈(110)의 후단에 연결되고, 제3 막분리 모듈(140)은 상기 제2 막분리 모듈(120)의 후단에 연결된다.

[0027] 여기서, '고회수율형' 나노여과막이라고 하면 배제율은 최대한 낮추고 상대적으로 회수율을 최대한 높인 나노여과막을 의미한다. 즉, 막의 구조는 크게 활성층과 지지층으로 구분되는데, 활성층은 분리 기능을 하고 지지층은 고압에서 상기 막이 강도를 갖도록 한다. 이 때, 상기 활성층에 사용되는 재료의 종류와 조성을 조정하여, 물을 많이 얻는 것, 즉 회수율을 높이는 것에 초점을 맞출 것인지, 얻고자 하는 물의 수질, 즉 배제율에 초점을 맞출 것인지를 결정할 수 있다. 따라서 나노여과막을 구성하는 활성층 재료의 종류와 조성을 조정하여 배제율을 낮추고 회수율을 높여 고회수율형 나노여과막을 제작할 수 있다.

[0028] 상기 제2 막분리 모듈(120)과 제3 막분리 모듈(140) 사이에는 희석유도용액 저장부(130)와 희석유도용액 가압펌프(135)가 위치한다. 상기 희석유도용액 저장부(130)는 상기 제2 막분리 모듈(120)의 후단에 연결되면서 상기 희석유도용액 가압펌프(135)를 통해 상기 제3 막분리 모듈(140)과 연결된다.

[0029] 상기 제3 막분리 모듈(140)은 다시 유도용액 저장부(150)에 연결되고, 상기 유도용액 저장부(150)는 상기 제2 막분리 모듈(120)에 연결된다. 상기 유도용액 저장부(150)는 유도용액으로 황산 마그네슘(MgSO₄)과 염화 마그네슘(MgCl₂)이 혼합된 용액을 저장한다. 상기 유도용액은 황산 마그네슘과 염화 마그네슘을 물에 녹여서 혼합한다. 초기에 설정된 유도용액의 농도만큼 황산 마그네슘과 염화 마그네슘을 물에 녹인 후, 저장 시 농도를 균일하게 유지할 수 있도록 교반기로 상기 혼합액을 교반시킬 수 있다. 상기 교반기는 유도용액 저장부(150) 내에 구비될 수도 있다.

[0030] 제1 막분리 모듈(110)의 전단에는 해수용 가압펌프(105)가 연결되어 전처리된 해수를 상기 제1 막분리 모듈(110)에 공급한다. 상기 해수용 가압펌프(105)를 이용하여 전처리된 해수를 유입하는 단계에서 공지의 전처리 과정을 거칠 수 있다. 전처리는 취수한 해수에서 이온성 물질 외에 부유하는 입자성 물질과 유기물을 제거하는 단계로 전통적으로는 응집침전-모래여과-카트리지 여과를 사용하지만, 최근에는 막여과를 전처리로 사용하여 응집침전-막여과(마이크로 여과 또는 한외 여과)를 사용하기도 한다.

[0031] 제1 막분리 모듈(110)은 상기 고회수율형 나노여과막(115)으로 분리되는 제1 영역(110a)과 제2 영역(110b)을 포함한다. 일반적으로 막(membrane)은 제조 시 회수율을 높이면 배제율이 낮아지고, 반대로 배제율을 높이면 회수율이 낮아지게 되는데, 본 실시예에서의 나노여과막(115)은 회수율은 높고 배제율은 낮은 고회수율형 나노여과막을 사용한다. 상기 제1 영역(110a)으로 상기 해수를 유입하면, 해수 중에 포함된 용매(물)와 이온성 물질 중 일부가 상기 고회수율형 나노여과막(115)을 투과하여 제2 영역(110b)으로 이동하게 된다. 용매(물)와 이온성 물질 중 일부가 투과하고 제1 영역(110a)에 남은 잔류물은 이온성 물질의 농도가 높아진 상태로 제1 농축수(concentrate)가 되어 제1 농축수 라인(112)을 통해 배출되며, 제2 영역(110b)으로 이동한 농도가 낮아진 해수는 제1 투과수가 되어 배출된다.

[0032] 일반적으로 역삼투막과 나노여과막을 둘 다 이온성 물질을 제거할 수 있는 막이지만, 역삼투막의 경우는 1가 이온(Na⁺, Cl⁻ 등)과 2가 이온(Mg²⁺, SO₄²⁻ 등)을 포함하는 거의 모든 이온성 물질을 분리하는데 반해 나노여과막은 2가 이온에 대한 분리성은 높지만 1가 이온에 대한 분리성은 아주 낮은 막이다. 또한, 나노여과막의 경우에도

종류가 다양하여 회수율은 높지만 배제율이 낮은 고회수율형 나노여과막과 회수율은 낮지만 배제율은 높은 고배제율형 나노여과막이 있어서 사용 목적에 따라 선택적으로 적용할 수 있다.

- [0033] 제2 막분리 모듈(120)은 상기 정삼투막(125)으로 분리되는 제1 영역(120a)과 제2 영역(120b)을 포함한다. 상기 제1 영역(120a)은 상기 제1 막분리 모듈(110)의 후단에 연결되어 상기 제1 막분리 모듈(110)의 제2 영역(110b)으로부터 배출되는 제1 투과수를 유입하며, 상기 제2 영역(110b)은 유도용액 저장부(150)에 연결되어 농축유도용액(concentrated draw solution)을 유입한다. 상기 유도용액 저장부(150)는 상기 제3 막분리 모듈(140)의 후단에 연결되며, 결과적으로 상기 제2 막분리 모듈(120)의 제2 영역(120b)은 유도용액 저장부(150)를 통하여 제3 막분리 모듈(140)과 연결된다.
- [0034] 정삼투막은 역삼투막이나 나노여과막과는 달리 압력차에 기반을 둔 공정에 사용하는 것이 아니라 농도차에 기반을 둔 공정에 사용 가능한 막이기 때문에 막의 두께가 역삼투막과 나노여과막에 비해 상당히 얇은 것이 특징이다. 즉, 압력차를 이용하지 않기 때문에 막의 지지층의 두께가 아주 얇으며, 따라서 압력차에 의해 물이 이동하는 것이 아니라 농도차에 의해 고농도 유도용액이 물을 끌어당기게 된다.
- [0035] 상기 제2 막분리 모듈(120)의 제1 영역(120a)으로 유입된 제1 투과수는 상기 제2 영역(120b)으로 유입된 농축유도용액보다 삼투압(osmotic pressure)이 낮기 때문에 상기 제1 투과수에 포함된 용매(물)가 상기 정삼투막(125)을 투과하여 제2 영역(120b)으로 이동하면서 상기 농축유도용액을 희석시킨다. 이렇게 희석된 희석유도용액(diluted draw solution)은 제2 영역(120b)으로부터 배출되어 희석유도용액 저장부(130)에 저장된다.
- [0036] 상기한 바와 같이 제1 막분리 모듈(110)을 거치면서 유입되는 해수는 농도가 낮아진 상태의 제1 투과수로 제2 막분리 모듈(120)로 유입되고, 이 경우 고농도의 해수가 직접 상기 제2 막분리 모듈(120)로 유입되어 정삼투 현상에 의해 용매(물)가 이동하는 양보다 더 많은 양의 용매(물)를 이동시킬 수 있다. 즉, 정삼투막(125)을 사이에 두고 위치하는 원수(原水)와 유도용액의 삼투압 차이가 동일하더라도 상기 원수의 농도가 높을 때에는 막의 지지층에서 발생하는 내부농도 분극현상 때문에 용매(물)의 이동량이 적어지기 때문에, 본 실시예에서와 같이 정삼투막(125)의 일측으로 유입되는 공급수(제1 투과수)의 농도를 고회수율형 나노여과막을 통해 낮춰줌에 따라 용매(물)의 이동량을 증가시킬 수 있고, 결과적으로 해수 담수화 장치(100)의 회수율을 향상시킬 수 있다. 고회수율형 나노여과막의 기능은 정삼투막으로 들어가는 공급수의 농도를 2가 이온들을 제거함으로써 농도를 낮추어 주어 정삼투막에서의 처리효율을 높이기 위함이다. 또한 나노여과막에서는 1가 이온의 일부도 제거된다. 단, 전체적인 공정의 회수율을 높이기 위해 고배제율형 나노여과막보다는 고회수율형 나노여과막을 사용한다. '배제율'은 장치에 유입되는 원수(해수)와 생산수(담수) 농도의 차(差)와 원수(해수) 농도의 비(比)로 정의되며, '회수율'은 장치에 유입되는 해수의 양에 대해 회수하는 담수의 양의 비(比)로 정의될 수 있다.
- [0037] 제3 막분리 모듈(140)은 상기 역삼투막(145)으로 분리되는 제1 영역(140a)과 제2 영역(140b)을 포함한다. 역삼투막(145)은 사용하는 유도용액이 2가 이온으로 구성되어 있을 뿐만 아니라 희석된 유도용액이 유입되기 때문에 역삼투막으로 처리가 가능하다. 상기 제1 영역(140a)은 희석유도용액 가압펌프(135)와 연결되어 상기 제2 막분리 모듈(120)의 제2 영역(120b)으로부터 배출되는 희석유도용액을 유입한다. 희석유도용액이 유입되면 용매(물)가 역삼투막(145)을 투과하여 제2 영역(140b)으로 이동하게 된다. 용매(물)가 투과하고 제1 영역(140a)에 남은 잔류물은 농도가 높아진 상태로 농축유도용액이 되어 배출되며, 제2 영역(140b)으로 이동한 용매(물)는 담수(fresh water)가 되어 회수될 수 있다. 농축유도용액은 상기 제3 막분리 모듈(140)의 제1 영역(140a)에 연결된 유도용액 저장부(150)로 공급된다. 상기 역삼투막(145)으로 저압형 역삼투막을 적용할 수 있다.
- [0038] <정삼투식 해수 담수화 방법>
- [0039] 이하에서는 도 1에 도시된 해수 담수화 장치를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 담수화 방법에 대하여 설명한다.
- [0040] 먼저, 전처리된 해수를 유입하여 고회수율형 나노여과막(115)을 통해 상기 해수 중의 용매(물)와 이온성 물질의 일부가 투과하도록 하여 상기 해수를 제1 농축수와 제1 투과수로 분리하여 배출한다(고회수율형 나노여과막 분리단계).
- [0041] 다음으로, 정삼투막(125)을 사이에 두고 상기 제1 투과수와 유도용액을 위치시켜 상기 투과수 중 용매(물)가 상기 정삼투막(125)을 투과하도록 하여 제2 농축수와 희석유도용액으로 분리하여 배출한다(정삼투막 분리단계).
- [0042] 다음으로, 상기 희석유도용액을 유입하여 역삼투막(145)을 통해 상기 용매(물)가 투과하도록 하여 농축유도용액을 배출하고 담수를 회수한다(역삼투막 분리단계).

[0043] 본 실시예에 따른 정삼투식 해수 담수화 방법에 따르면, 상기 정삼투막 분리단계에서 배출되는 회석유도용액을 회석유도용액 저장부(130)에 저장하고, 상기 저장된 회석유도용액을 회석유도용액 가압펌프(135)를 통해 상기 역삼투막(145)의 일측으로 공급할 수 있다.

[0044] 한편, 본 실시예에 따른 해수 담수화 방법에 따르면, 상기 역삼투막 분리단계에서 배출되는 농축유도용액을 유도용액 저장부(150)에 공급하여, 상기 유도용액을 상기 정삼투막(125)의 일측으로 공급하여 정삼투 현상을 유발하게 한다. 따라서 유도용액은 정삼투막(125) 일측을 통과하면서 회석이 되고 역삼투막(145)의 일측을 통과하면서 다시 농축이 되어 재사용하게 된다. 상기 역삼투막(145)으로 저압형 역삼투막을 적용할 수 있다.

[0045] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구 범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

- [0046] 100 : 해수 담수화 장치 105 : 해수용 가압펌프
- 110 : 제1 막분리 모듈 112 : 제1 농축수 라인
- 115 : 고회수율형 나노여과막 120 : 제2 막분리 모듈
- 125 : 정삼투막 130 : 회석유도용액 저장부
- 135 : 회석유도용액 가압펌프 140 : 제3 막분리 모듈
- 145 : 역삼투막 150 : 유도용액 저장부

도면

도면1

