



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0112908
(43) 공개일자 2019년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/44 (2006.01) C02F 1/66 (2006.01)
H01M 12/08 (2015.01) C02F 103/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 1/441 (2013.01)
C02F 1/66 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0034850
(22) 출원일자 2018년03월27일
심사청구일자 2018년03월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
홍승관
경기도 용인시 기흥구 영덕동 우남퍼스트빌리젠트 1505-301호
김정빈
서울특별시 서초구 효령로20길 49-5, 301호(방배동, 금강하이츠빌라)
(74) 대리인
특허법인남춘

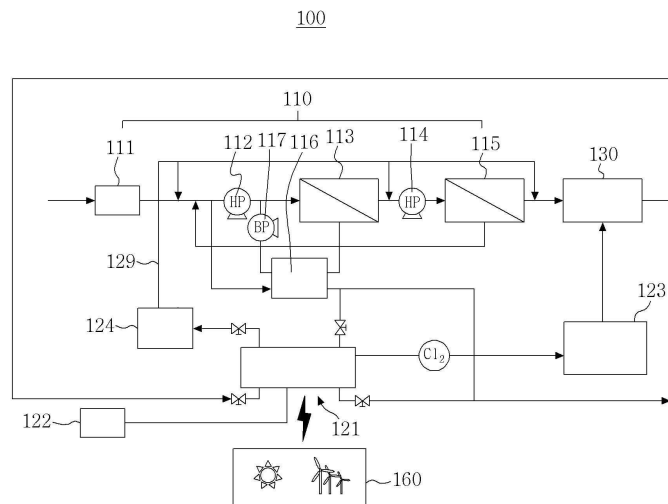
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트는, 염이 함유된 유입수가 역삼투공정을 거치면서 염이 제거된 생산수와 염이 농축된 농축수로 수처리되는 해수담수화공정부; 해수담수화공정부에 연결되고, 해수담수화공정부에서 배출된 생산수가 저장되는 생산수저장탱크; 및 해수담수화공정부와 생산수저장탱크에 연결되어, 충전 시 해수담수화공정부에서 농축수를 제공받아 농축수에 함유된 염으로부터 염소기체 및 나트륨이온을 발생시키고, 방전 시 생산수저장탱크에서 생산수를 제공받아 생산수와 나트륨이온과의 화학반응에 의해 수산화나트륨수용액을 발생시키는 해수전지부를 포함하고, 염소기체는 해수전지부에서 생산수저장탱크로 공급되어 생산수를 소독하고, 수산화나트륨수용액은 해수전지부에서 해수담수화공정부로 공급되어 역삼투공정 전후에 유입수의 pH를 조절하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01M 12/08 (2019.01)

C02F 2103/08 (2013.01)

C02F 2201/009 (2013.01)

H01M 2300/0065 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18IFIP-B116952-03

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 플랜트연구사업

연구과제명 중동지역 맞춤형 저에너지 해수담수화플랜트 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.17 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

염이 함유된 유입수가 역삼투공정을 거치면서 염이 제거된 생산수와 염이 농축된 농축수로 수처리되는 해수담수화공정부;

상기 해수담수화공정부에 연결되고, 상기 해수담수화공정부에서 배출된 상기 생산수가 저장되는 생산수저장탱크; 및

상기 해수담수화공정부와 상기 생산수저장탱크에 연결되어, 충전 시 상기 해수담수화공정부에서 상기 농축수를 제공받아 상기 농축수에 함유된 염으로부터 염소기체 및 나트륨이온을 발생시키고, 방전 시 상기 생산수저장탱크에서 상기 생산수를 제공받아 상기 생산수와 상기 나트륨이온과의 화학반응에 의해 수산화나트륨수용액을 발생시키는 해수전지부를 포함하고,

상기 염소기체는 상기 해수전지부에서 상기 생산수저장탱크로 공급되어 상기 생산수를 소독하고,

상기 수산화나트륨수용액은 상기 해수전지부에서 상기 해수담수화공정부로 공급되어 상기 역삼투공정 전후에 상기 유입수의 pH를 조절하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 해수담수화공정부는,

상기 역삼투공정이 수행되면서, 상기 유입수가 고압에 의해 상기 생산수와 상기 농축수로 분리되는 역삼투공정부; 및

상기 역삼투공정부와 상기 해수전지부에 연결되고, 상기 역삼투공정부에서 상기 농축수를 제공받아 상기 농축수의 압력을 상기 유입수로 전달하고, 압력이 감소된 상기 농축수를 상기 해수전지부로 제공하는 에너지회수부를 포함하는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 해수전지부는,

고체전해질에 의해 내부공간이 음극부와 양극부로 구획되고, 상기 음극부에 설치된 음극 전극이 마련되고, 상기 음극 전극과 전기적으로 연결된 양극 집전체가 상기 양극부에 마련된 전지본체;

상기 양극부에 연결되고, 상기 양극부로 공기를 공급하는 공기탱크;

상기 양극부에 연결되고, 상기 양극부에서 배출된 상기 염소기체가 저장된 염소탱크; 및

상기 양극부에 연결되고, 상기 양극부에서 배출된 상기 수산화나트륨수용액이 저장되는 NaOH저장탱크를 포함하고,

상기 해수전지부는 상기 충전 시, 상기 농축수가 상기 에너지회수부에서 상기 양극부로 유입되고, 화학반응에 의해 상기 농축수에 함유된 염으로부터 추출된 나트륨이온이 상기 고체전해질을 통과해 상기 음극부로 이동되어 상기 음극 전극에 저장되고, 상기 염소기체가 포집되어 상기 염소탱크로 제공되는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 해수전지부는 상기 방전 시, 상기 생산수가 상기 생산수저장탱크에서 상기 양극부로 제공되고, 상기 생산수와 상기 나트륨이온이 화학반응하면서 전기에너지와 상기 수산화나트륨수용액이 발생되고,

방전 시, 상기 해수전지부의 저장된 전기에너지는 상기 역삼투공정부로 제공되고,

상기 수산화나트륨수용액은 상기 양극부에서 상기 NaOH저장탱크로 배출되고,

상기 농축수에서 상기 나트륨이온 및 염화이온이 제거된 회석농축수는 외부로 배출되는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 해수전지부는,

상기 공기탱크와 상기 염소탱크에 연결되되, 상기 양극부에 연결되게 상기 전지본체에 설치된 제1배관;

상기 양극부 내의 유체가 배출되게 상기 전지본체에 설치되되, 일단이 상기 NaOH저장탱크에 연결된 제2배관;

상기 양극부로 유체가 유입되게 상기 전지본체에 설치되되, 상기 에너지회수부와 상기 생산수저장탱크에 연결된 제3배관; 및

상기 NaOH저장탱크와 상기 해수담수화공정부에 연결된 제4배관을 포함하고,

상기 제1배관 내지 상기 제4배관에는 각각 적어도 하나의 개폐밸브가 설치되어, 상기 해수전지부의 상기 충전 또는 상기 방전에 따라 상기 제1배관 내지 상기 제4배관을 유동하는 기체 또는 유체의 흐름이 조절되는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 해수담수화공정부에는 복수의 상기 해수전지부가 연결되어,

각각의 상기 해수전지부에서 상기 충전과 상기 방전이 반복적으로 수행되고,

각각의 상기 해수전지부에서 발생한 상기 수산화나트륨수용액, 상기 염소기체 및 전기에너지가 상기 해수담수화 공정부로 지속적으로 제공되는 것을 특징으로 하는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트에 관한 것이며, 상세하게는 기존에 해수전지부 충전/방전 시 발생하는 부산물을 해수담수화공정에서 소비되는 화학물로 사용하여, 해수담수화공정에 필요한 화학물을 자체적으로 생산할 수 있는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 해수는 지구상의 물의 양에 있어서 절대 다수를 차지하고 있으나 인간의 생활용수나 산업용수로 이용하기에는 염도가 너무 높아서 사용하지 못하고 있는 실정이다. 부족한 육수를 보충하고 담수의 부족현상과 고갈현상 등의 문제점을 해결하기 위해서는 해수를 담수로 전환시킬 필요가 있다. 담수화의 의미는 미네랄 성분을 제거하는 탈염화와 이온을 제거하는 탈이온화를 종합한 것으로서 탈염 담수화로 일컫기도 한다.

[0003] 해수담수화 방법에는 특수한 막을 이용하는 역삼투법 및 전기투석법, 해수를 증기로 변화시켜서 담수화하는 증발법(다단 플래쉬 증발법, 다중 효용법, 증기 압축법), 그 외에 냉동법, 태양열 이용법 등이 있다. 그러나 해수담수화에는 주로 증발법과 역삼투법이 사용되고 있다.

[0004] 이중, 역삼투법에 의한 해수담수화 시설은 물에 용해되어 있는 이온성 물질은 거의 배제되고 순수한 물은 통과되는 반투막(멤브레인)에 의해 해수 중에 용해되어 있는 이온성 물질을 여과하는 것이다.

[0005] 도 1에는 역삼투법에 의한 해수담수화 공정도가 개략적으로 도시되어 있다.

[0006] 도 1을 참조하면, 역삼투법에 의한 해수담수화 공정은 전처리공정, 역삼투공정 및 후처리공정으로 구분된다.

[0007] 도 1을 참조하면, 해수는 전처리부(10)에서 이물질 및/또는 부유물이 걸러진 후 역삼투공정부(20)로 공급된다. 역삼투공정부(20)로 유입된 해수는 42bar 내지 60bar 정도의 높은 압력을 받아 역삼투막을 두고 염이 농축된 농축수와 염이 제거된 생산수로 분리된다.

- [0008] 염이 제거된 생산수는 생산수 저장탱크(30)로 공급된다. 생산수는 염소기체에 의해 소독을 거친 후 사용된다. 농축수는 해수에서 생산수를 발생한 후 남은 물이다. 따라서 염의 농도가 매우 높으며 고압상태이다. 농축수는 에너지회수부를 거쳐 고압을 유입수에 전달한 후 압력이 낮아진 상태로 바다로 배출된다.
- [0009] 화학약품제공부(50)는 역삼투공정부(20)로 pH조절액 및 스케일링 방지제 등을 투입한다.
- [0010] 해수는 보론이나 실리카 등의 물질을 함유하고 있는데, 해수담수화공정을 거친 생산수의 보론 및 실리카 농도는 낮아야 한다. 특히, 보론의 경우 독성을 갖기 때문에 적정 농도 이하로 제거해야만 한다.
- [0011] 보론이나 실리카 등 특정 물질의 제거율을 높이기 위해선 pH 9 이상의 수질 조건이 요구된다. 따라서, 역삼투공정부에서 수산화나트륨을 주입하여 해수의 pH를 높인다. 다만, 높은 pH에서는 스케일링이 발생하기 쉬우므로, 스케일링 방지제도 함께 투입해야 한다.
- [0012] 또한, 역삼투공정부에서, 물에 녹아 있는 이산화탄소는 역삼투막을 통해 제거되지 않는다. 그러나 수산화나트륨을 사용하여 pH를 8.2 정도로 조절할 경우 이산화탄소가 중탄산이온으로 바뀌어 역삼투막으로 제거가 가능하다.
- [0013] 역삼투공정은 탄산이온 및 중탄산이온을 제거하므로 생산수의 알칼리도가 적다. 따라서 유입수의 pH를 낮춰서 이산화탄소 형태로 역삼투공정을 통과한 후, 후처리공정에서 pH를 높여 알칼리도를 회수하기도 한다.
- [0014] 이때 수산화나트륨이 사용된다. 또한, 생산수에 미네랄을 첨가할 때는 pH를 낮춰야 염이 잘 녹을 수 있다. 하지만 생산수를 관망을 통해 공급하기 위해선 pH를 다시 적정 수준으로 올려줘야 한다. 이를 통해 관망의 부식 문제를 해결할 수 있지만 수산화나트륨이 사용된다. 이에 따라, 종래의 역삼투법에 따른 해수담수화공정에는 수산화나트륨, 스케일링 방지제와 같은 화학약품이 지속적으로 소모되고 있는 실정이다.
- [0015] 아울러, 생산수는 관망을 통해 공급된다. 이때, 미생물 발생으로 인한 생산수 오염을 방지하기 위해, 생산수에 염소 소독을 실시해야 한다. 염소탱크(40)가 저장탱크(30)에 연결되어, 저장탱크(30)로 염소기체를 제공하여, 생산수를 소독한다. 이에 따라, 염소를 사용한 소독에 부대비용이 발생한다.
- [0016] 기존 해수담수화 공정은 후처리공정에서, 농축수가 활용되지 못하고 방류되고 있는 실정이다. 상술했듯이 역삼투공정을 거친 농축수는 염도가 매우 높다. 농축수를 희석시키지 않고 염도가 높은 상태 그대로 바다로 방류되면, 해양 환경에 부정적인 영향을 미친다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1526299호에는 플랜트-정삼투 하이브리드 담수화 시스템 및 방법이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명은 기존에 해수전지부 충전/방전 시 발생하는 부산물을 해수담수화공정에서 소비되는 화학물로 사용하여, 해수담수화공정에 필요한 화학물을 자체적으로 발생할 수 있는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 본 발명은 해수전지부에 저장된 전기에너지가 해수담수화공정부의 운영에 필요한 전기에너지로 사용됨에 따라, 해수담수화공정부의 에너지 자립을 도모할 수 있는 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트는, 염이 함유된 유입수가 역삼투공정을 거치면서 염이 제거된 생산수와 염이 농축된 농축수로 수처리되는 해수담수화공정부; 해수담수화공정부에 연결되고, 해수담수화공정부에서 배출된 생산수가 저장되는 생산수저장탱크; 및 해수담수화공정부와 생산수저장탱크에 연결되어, 충전 시 해수담수화공정부에서 농축수를 제공받아 농축수에 함유된 염으로부터 염소기체 및 나트륨이온

을 발생시키고, 방전 시 생산수저장탱크에서 생산수를 제공받아 생산수와 나트륨이온과의 화학반응에 의해 수산화나트륨수용액을 발생시키는 해수전지부를 포함하고, 염소기체는 해수전지부에서 생산수저장탱크로 공급되어 생산수를 소독하고, 수산화나트륨수용액은 해수전지부에서 해수담수화공정부로 공급되어 역삼투공정 전후에 유입수의 pH를 조절하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0021] 본 실시예에 있어서, 해수담수화공정부는, 역삼투공정이 수행되면서, 유입수가 고압에 의해 생산수와 농축수로 분리되는 역삼투공정부; 및 역삼투공정부와 해수전지부에 연결되고, 역삼투공정부에서 농축수를 제공받아 농축수의 압력을 유입수로 전달하고, 압력이 감소된 농축수를 해수전지부로 제공하는 에너지회수부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0022] 본 실시예에 있어서, 해수전지부는, 고체전해질에 의해 내부공간이 음극부와 양극부로 구획되고, 음극부에 설치된 음극 전극이 마련되고, 음극 전극과 전기적으로 연결된 양극 집전체가 양극부에 마련된 전지본체; 양극부에 연결되고, 양극부로 공기를 공급하는 공기탱크; 양극부에 연결되고, 양극부에서 배출된 염소기체가 저장된 염소탱크; 및 양극부에 연결되고, 양극부에서 배출된 수산화나트륨수용액이 저장되는 NaOH저장탱크를 포함하고, 해수전지부는 충전 시, 농축수가 에너지회수부에서 양극부로 유입되고, 화학반응에 의해 농축수에 함유된 염으로부터 추출된 나트륨이온이 고체전해질을 통과해 음극부로 이동되어 음극 전극에 저장되고, 염소기체가 포집되어 염소탱크로 제공되는 것이 바람직하다.

[0023] 본 실시예에 있어서, 해수전지부는 방전 시, 생산수가 생산수저장탱크에서 양극부로 제공되고, 생산수와 나트륨이온이 화학반응하면서 전기에너지와 수산화나트륨수용액이 발생되고, 방전 시, 해수전지부의 저장된 전기에너지는 역삼투공정부로 제공되고, 수산화나트륨수용액은 양극부에서 NaOH저장탱크로 배출되고, 농축수에서 나트륨이온 및 염화이온이 제거된 희석농축수는 외부로 배출되는 것이 바람직하다.

[0024] 본 실시예에 있어서, 해수전지부는, 공기탱크와 염소탱크에 연결되고, 양극부에 연결되게 전지본체에 설치된 제1배관; 양극부 내의 유체가 배출되게 전지본체에 설치되되, 일단이 NaOH저장탱크에 연결된 제2배관; 양극부로 유체가 유입되게 전지본체에 설치되되, 에너지회수부와 생산수저장탱크에 연결된 제3배관; 및 NaOH저장탱크와 해수담수화공정부에 연결된 제4배관을 포함하고, 제1배관 내지 제4배관에는 각각 적어도 하나의 개폐밸브가 설치되어, 해수전지부의 충전 또는 방전에 따라 제1배관 내지 제4배관을 유동하는 기체 또는 유체의 흐름이 조절되는 것이 바람직하다.

[0025] 본 실시예에 있어서, 해수담수화공정부에는 복수의 해수전지부가 연결되어, 각각의 해수전지부에서 충전과 방전이 반복적으로 수행되고, 각각의 해수전지부에서 발생한 수산화나트륨수용액, 염소기체 및 전기에너지가 해수담수화공정부로 지속적으로 제공되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0026] 본 발명은 해수전지부를 이용하여 해수담수화공정에서 발생한 농축수를 이용하여 염소기체를 발생시키는 동시에, 염도가 높은 농축수를 희석시켜 방류시킬 수 있다. 이로 인해, 본 발명은 해수전지부에서 발생한 염소기체를 생산수 소독 시 사용하여 소독 시 소모되는약품비용을 줄일 수 있다. 또한, 본 발명은 해수전지부에서 화학반응에 의해 농축수의 염도를 희석시킴으로써, 기존에 염도가 높은 농축수가 바다로 방류됨에 따른 생태계 파괴를 줄일 수 있다.

[0027] 기존의 해수전지와 달리, 본 발명은 해수전지부의 방전 시 발생한 수산화나트륨을 그대로 바다로 방류하지 않고 해수담수화공정부의 수처리약품으로 사용함으로써, 수산화나트륨이 그대로 바다로 방류됨에 따른 해양생태계의 파괴를 방지할 수 있다. 이와 동시에, 본 발명은 해수전지부의 부산물인 수산화나트륨수용액을 해수담수화공정에서 pH를 조절하는데 사용하여 해수담수화 공정에서 소비되는 약품비용을 줄일 수 있다.

[0028] 신재생에너지를 이용하여 해수담수화공정부를 구동시키는 경우에, 본 발명은 환경적 영향에 의해 신재생에너지(예컨대, 태양열에너지 또는 풍력에너지)의 전기에너지 수득이 일정하지 않더라도, 해수전지부에 저장된 전기에너지가 해수담수화공정부의 운영에 필요한 전기에너지로 사용됨에 따라, 해수담수화공정부의 에너지 자립을 도모할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 해수담수화공정부를 안정적으로 운영할 수 있어, 지속적으로 해수로부터 생산수(즉, 담수)를 발생할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 종래기술에 따른 해수담수화공정 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 다른 해수담수화공정 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에서, 해수전지부의 충전 시 해수담수화공정 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에서, 해수전지부의 방전 시 해수담수화공정 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 해수전지부의 구성도를 개략적으로 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에서, 충전 및 방전 시 해수전지부의 작동상태를 개략적으로 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에서, 해수전지부의 충전 시의 물질 간에 화학반응을 개략적으로 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에서, 해수전지부의 방전 시의 물질 간에 화학반응을 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에서는 첨부도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트에 대해 설명하기로 한다.
- [0031] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트(100)는, 해수담수화공정부(110), 해수전지부(120) 및 생산수저장탱크(130)를 포함한다.
- [0032] 본 발명은 기존에 해수전지부(120) 충전/방전 시 발생하는 부산물을 해수담수화공정에서 소비되는 화학물로 사용하여, 해수담수화공정에 필요한 화학물을 자체적으로 발생할 수 있고, 해수전지부(120)에 저장된 전기에너지가 해수담수화공정부(110)의 운영에 필요한 전기에너지로 사용됨에 따라, 해수담수화공정부(110)의 에너지 자립을 도모하기 위한 것이다.
- [0033] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 해수담수화공정부(110)는 염이 함유된 유입수가 역삼투공정을 거치면서 생산수와 농축수로 수처리되는 장치이다. 생산수는 유입수에서 염이 제거된 유체이다. 농축수는 유입수에 염이 농축된 유체이다.
- [0034] 해수담수화공정부(110)는 전처리공정부(111), 복수의 고압펌프, 역삼투공정부, 에너지회수부(116) 및 저압펌프(117)를 포함한다.
- [0035] 전처리공정부(111)는 유입수에 포함된 이물질 및/또는 부유물을 제거한다. 본 실시예에서, 염이 함유된 유입수는 해수가 해당될 수 있다.
- [0036] 본 실시예에서, 역삼투공정부는 최종생산수의 종류(식용수, 농업용수, 공업용수)에 따라 유입수에서 염이 제거되는 정도에 따라 역삼투공정이 여러 번 수행될 수 있다. 본 명세서에서는 도면을 참조하여, 역삼투공정부에 대해 제1역삼투공정부(113)와 제2역삼투공정부(115)로 구분지어 설명하기로 한다. 그리고, 복수의 고압펌프에 대해 제1고압펌프(112)와 제2고압펌프(114)로 구분지어 설명하기로 한다.
- [0037] 제1역삼투공정부(113) 및 제2역삼투공정부(115)는 역삼투공정이 수행되는 장치이다. 제1역삼투공정부(113) 및 제2역삼투공정부(115)에서, 역삼투공정이 수행되면서, 유입수는 고압에 의해 생산수와 농축수로 분리된다.
- [0038] 본 실시예에서는 설명의 편의를 위해, 제1역삼투공정부(113)에서 분리된 생산수에 대해 1차생산수로 지칭하고, 제1역삼투공정부(113)에서 분리된 농축수에 대해 제1농축수로 지칭한다. 그리고, 제2역삼투공정부(115)에서 분리된 생산수에서 대해 최종생산수로 지칭하고, 제2역삼투공정부(115)에서 분리된 농축수에 대해 제2농축수로 지칭한다.
- [0039] 제1역삼투공정부(113)는 전처리공정부(111)에 연결된다. 전처리공정부(111)와 제1역삼투공정부(113) 사이에는 제1고압펌프(112)가 설치된다. 유입수가 제1역삼투공정부(113)에 도달하기 전 가압되는 방법은 제1고압펌프(112)에서 바로 가압되거나, 또는, 에너지회수부(116)에서 제1농축수의 압력이 회수된 후 저압펌프(117)에서 추가로 가압되는 경우이다.
- [0040] 제1역삼투공정부(113)는 에너지회수부(116)에 연결된다. 제1역삼투공정부(113)에서 나온 제1농축수는 에너지회수부(116)로 유입된다.
- [0041] 제1농축수는 고압 및 고염 상태이다. 에너지회수부(116)는 제1농축수의 압력을 회수하고, 이 압력을 유입수 일부분에 전달한다. 이후, 유입수 일부분은 저압펌프(117)를 통해 다시 제1역삼투공정부(113)로 공급된다. 그리고, 에너지회수부(116)를 거친 제1농축수의 일부분은 해수전지부(120)의 양극부(121b)로 유입된다.

- [0042] 제1역삼투공정부(113)는 제2역삼투공정부(115)에 연결된다. 제1역삼투공정부(113)에서 나온 1차생산수는 제2역삼투공정부(115)로 유입된다.
- [0043] 제2역삼투공정부(115)는 제1역삼투공정부(113)와 생산수저장탱크(130) 사이에 연결된다. 그리고, 제1역삼투공정부(113)와 제2역삼투공정부(115) 사이에는 제2고압펌프(114)가 설치된다.
- [0044] 유입수는 전처리공정부(111)에서 부유물이 처리된 상태로, 제1역삼투공정부(113)로 유입된다. 제1역삼투공정부(113)에서, 유입수는 고압에 의해 1차생산수와 제1농축수로 분리된다. 1차생산수는 제2고압펌프(114)를 통해 제2역삼투공정부(115)로 유입된다.
- [0045] 1차생산수는 제1역삼투공정부를 거치면서 유입수에서 염이 대체로 제거된 상태이다. 1차생산수는 제2고압펌프(114)를 통해 제2역삼투공정부(115)로 유입된다. 1차생산수는 제2역삼투공정부(115)의 역삼투공정을 통해 최종생산수와 제2농축수로 분리된다.
- [0046] 제2농축수는 제1역삼투공정부(113)로 다시 제공된다. 제2농축수는 1차생산수가 농축된 상태로 유입수에 비해서는 염의 농도가 낮다. 따라서 제1역삼투공정부(113)로 다시 제공된다.
- [0047] 그리고, 최종생산수는 제2역삼투공정부(115)에서 생산수저장탱크(130)로 유동된다. 최종생산수는 생산수저장탱크(130)에 저장된다.
- [0048] 이하에서는 해수전지부(120)에 대해 설명하기로 한다.
- [0049] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 해수전지부(120)는 해수담수화공정부(110)와 생산수저장탱크(130)에 연결된다. 구체적으로, 해수전지부(120)는 에너지회수부(116)에 연결되어 압력이 유입수로 회수된 제1농축수를 제공받고, 생산수저장탱크(130)에 연결되어 최종생산수를 공급받는다.
- [0050] 해수전지부(120)는 충전 시 해수담수화공정부에서 농축수를 제공받아 농축수에 함유된 염으로부터 염소기체를 발생시키면서 나트륨이온을 음극부로 이동시킨다. 해수전지부(120)는 방전 시 생산수저장탱크에서 생산수를 제공받아 생산수와 나트륨이온과의 화학반응에 의해 수산화나트륨수용액을 발생시킨다.
- [0051] 해수전지부(120)는 방전 시 저장된 전기에너지를 제1고압펌프(112), 제2고압펌프(114) 및/또는 저압펌프(117)로 제공한다. 그리고, 해수전지부(120)는 충전 및 방전 시 발생된 부산물을 해수담수화공정부(110)로 제공한다.
- [0052] 충전 시, 해수전지부(120)는 제1농축수를 양극부(121b)로 유입하여 사용한다. 그리고, 해수전지부(120)는 해수담수화공정부(110)에서 최종생산수 또는 외부에서 순수(fresh water)를 제공받아, 방전 시 최종생산수(또는, 순수)를 양극부(121b)로 유입하여 사용한다.
- [0053] 도 4 내지 도 8을 참조하면, 해수전지부(120)는 전지본체(121), 음극 전극(121d), 양극 집전체(121e), 공기탱크(122), 염소탱크(123), NaOH저장탱크(124), 제1배관(126), 제2배관(127), 제3배관(128), 제4배관(129), 및 복수의 밸브를 포함한다.
- [0054] 본 실시예에서는 복수의 밸브에 대해, 제1배관(126)에 설치된 밸브에 대해, 제1a밸브(126a)와 제1b밸브(126b)로 구분지어 지칭한다. 제2배관(127)에 설치된 밸브에 대해, 제2a밸브(127a)와 제2b밸브(127b)로 구분지어 지칭한다. 제3배관(128)에 설치된 밸브에 대해, 제3a밸브(128a)와 제3b밸브(128b)로 구분지어 지칭한다.
- [0055] 전지본체(121)는 고체전해질에 의해 내부공간이 음극부(121a)와 양극부(121b)로 구획된다. 음극부(121a)에는 음극 전극(121d)이 설치되고, 양극부(121b)에는 양극 집전체(121e)가 설치된다. 양극 집전체(121e)는 음극 전극(121d)과 전기적으로 연결된다.
- [0056] 염이 함유된 농축수는 해수전지부(120)의 충전 시 양극부(121b)로 유입하여 사용한다.
- [0057] 해수전지부(120)는 충전 시 화학반응에 의해 농축수에 함유된 염으로부터 염소기체 및 나트륨이온이 발생된다. 나트륨이온은 고체전해질을 통과해 음극부(121a)로 유동되어 음극 전극(121d)에 저장된다. 염소기체가 포집되어 염소탱크(123)로 제공된다. 충전 시 발생된 부산물인 염소기체는 최종생산수를 소독하는데 사용될 수 있다. 그리고, 나트륨이온이 음극 전극(121d)에 저장되면서 농축수의 염도가 희석된다. 본 실시예에서는 염도가 희석된 농축수에 대해 희석농축수로 지칭한다.
- [0058] 염이 제거된 최종생산수는 해수전지부(120)의 방전 시 양극부(121b)로 유입하여 사용한다. 해수전지부(120)의 방전 시, 음극 전극(121d)에 저장된 나트륨이온과 생산수가 화학반응하면서, 수산화나트륨수용액이 생성된다. 방전 시 발생된 부산물인 수산화나트륨수용액은 해수담수화공정부(110)로 공급되어 역삼투공정 전후에 유체(예

컨대, 유입수, 1차생산수, 또는 최종생산수)의 pH를 조절할 수 있다.

- [0059] 해수전지부(120)는 방전 시, 최종생산수와 나트륨이온이 화학반응하면서 전기에너지와 수산화나트륨수용액이 발생된다. 방전 시 전기에너지는 제1고압펌프(112), 제2고압펌프(114) 및/또는 저압펌프(117)로 제공된다. 그리고, 방전 시 화학반응에 의해 발생된 수산화나트륨수용액은 양극부(121b)에서 NaOH저장탱크(124)로 배출된다.
- [0060] 도 5에 도시된 바와 같이, 해수전지부(120)는 복수의 전지본체(121)가 일렬로 연결된 구조가 사용될 수 있다. 각각의 전지본체(121)는 물질 간의 교환이 되지 않는 독립된 구조로 결합된 것이 바람직하다.
- [0061] 각각의 전지본체(121)의 양극부(121b)에는 제1배관(126), 제2배관(127) 및 제3배관(128)이 연결된다. 제1배관(126) 내지 제3배관(128)은 각각의 전지본체(121)에 독립적으로 연결되는 복수의 배출구가 마련된다.
- [0062] 각각의 전지본체(121)는 공기탱크(122), 염소탱크(123), NaOH저장탱크(124), 생산수저장탱크(130) 및 에너지회수부(116)가 연결된다.
- [0063] 공기탱크(122)는 제1배관(126)에 의해 각각의 전지본체(121)의 양극부(121b)에 연결된다. 공기탱크(122)는 공기 또는 산소가 저장된 탱크이다. 제1배관(126)은 공기탱크(122)와 염소탱크(123)에 연결되되, 양극부(121b)에 연결되게 전지본체(121)에 설치된다.
- [0064] 염소탱크(123)는 제1배관(126)에 의해 각각의 전지본체(121)의 양극부(121b)에 연결된다. 염소탱크(123)는 염소 기체가 저장되는 탱크이다. 염소기체는 충전 시 제1농축수에 함유된 염(NaCl)이 화학반응에 의해 음극 전극(121d)으로 나트륨이온이 저장되는 과정에서 발생된 기체이다.
- [0065] 제1배관(126)은 공기탱크(122)와 염소탱크(123)를 연결하는 배관이다. 제1배관(126)은 방전 시 공기가 유동하고, 충전 시 염소기체가 유동하는 배관이다. 제1배관(126)의 일단에는 제1a밸브(126a)가 설치된다. 그리고, 제1배관(126)의 타단에는 제1b밸브(126b)가 설치된다.
- [0066] 제1a밸브(126a)는 공기탱크(122)에서 양극부(121b)로의 공기의 유동을 개폐하는 밸브이다. 그리고, 제1b밸브(126b)는 양극부(121b)에서 염소탱크(123)로의 염소기체의 유동을 개폐하는 밸브이다.
- [0067] 해수전지부(120)의 방전과정에서, 제1a밸브(126a)는 개방되고, 제1b밸브(126b)는 폐쇄된다. 방전 시 공기는 제1배관(126)을 통해 공기탱크(122)에서 양극부(121b)로 유동된다. 해수전지부(120)의 충전과정에서, 제1a밸브(126a)는 폐쇄되고 제1b밸브(126b)는 개방된다. 충전 시 발생된 염소기체는 제1배관(126)을 통해 양극부(121b)에서 염소탱크(123)로 유동된다.
- [0068] NaOH저장탱크(124)는 제2배관(127)에 의해 양극부(121b)에 연결되고, 제4배관(129)에 의해 해수담수화공정부(110)에 연결된다. NaOH저장탱크(124)는 양극부(121b)에서 배출된 수산화나트륨수용액이 저장된다.
- [0069] 제2배관(127)은 방전 시 수산화나트륨수용액이 유동되고, 충전 시 희석농축수가 유동되는 배관이다. 제2배관(127)의 일단에는 제2a밸브(127a)가 설치된다. 그리고, 제2배관(127)의 타단에는 제2b밸브(127b)가 설치된다.
- [0070] 제2a밸브(127a)는 양극부(121b)에서 NaOH저장탱크(124)로의 수산화나트륨수용액의 유동을 개폐하는 밸브이다. 제2b밸브(127b)는 양극부(121b)에서 배출되는 희석농축수가 외부로의 유동을 개폐하는 밸브이다. 여기서, 희석농축수는 충전 시 화학반응에 의해 제1농축수에서 나트륨이온과 염화이온이 제거된 농축수를 지칭한다. 희석농축수는 제1농축수보다 염도가 낮다.
- [0071] 해수전지부(120)의 충전과정에서, 제2a밸브(127a)는 폐쇄되고, 제2b밸브(127b)는 개방된다. 그리고, 제3a밸브(128a)는 폐쇄되고, 제3b밸브(128b)는 개방된다. 제3b밸브(128b)가 개방되면서 제1농축수는 양극부(121b)로 유입된다. 해수전지부의 충전 시, 제1농축수는 양극부(121b)로 유입하여 사용된다. 충전 시 발생된 희석농축수는 제2배관(127)을 통해 외부로 배출된다.
- [0072] 해수전지부(120)의 방전과정에서, 제2a밸브(127a)는 개방되고, 제2b밸브(127b)는 폐쇄된다. 그리고, 제3a밸브(128a)는 개방되고, 제3b밸브(128b)는 폐쇄된다. 제3a밸브(128a)의 개방시 최종생산수는 생산수저장탱크(130)에서 양극부(121b)로 유입된다. 상술했듯이, 해수전지부의 방전 시, 최종생산수는 양극부(121b)로 유입하여 사용한다. 방전 시 화학반응에 의해 발생된 수산화나트륨수용액은 제2배관(127)을 통해 양극부(121b)에서 NaOH저장탱크(124)로 유동된다.
- [0073] NaOH저장탱크(124)에 저장된 수산화나트륨수용액은 제4배관(129)을 통해 해수담수화공정부(110)로 유동된다. 도

4를 참조하면, 제4배관(129)에는 복수의 배출구가 마련된다. 복수의 배출구에는 각각의 밸브가 설치된다. 본 실시예에서는 설명의 편의를 위해, 복수의 배출구에 대해 제4a배출구(129a), 제4b배출구(129b) 및 제4c배출구(129c)로 구분지어 설명한다. 그리고, 제4배관(129)에 설치된 밸브에 대해, 제4a밸브(129d), 제4b밸브(129e) 및 제4c밸브(129f)로 구분지어 지칭한다.

[0074] 제4a배출구(129a)는 전처리공정부(111)와 제1역삼투공정부(113) 사이에 배치된다. 제4a배출구(129a)에는 제4a밸브(129d)가 설치된다. 제4b배출구(129b)는 제1역삼투공정부(113)와 제2역삼투공정부(115) 사이에 배치된다. 제4b배출구(129b)에는 제4b밸브(129e)가 설치된다. 제4c배출구(129c)는 제2역삼투공정부(115)와 생산수저장탱크(130) 사이에 배치된다. 제4c배출구(129c)에는 제4c밸브(129f)가 설치된다.

[0075] 배경기술에서 설명했듯이, 해수는 보론이나 실리카 등의 물질을 함유하고 있는데, 해수담수화공정을 거친 생산수의 보론 및 실리카 농도는 낮아야 한다. 특히, 보론의 경우 독성을 갖기 때문에 적정 농도 이하로 제거해야만 한다. 이를 위해, 해수담수화공정에서 수산화나트륨 및/또는 스케일링 방지제와 같은 화학약품이 투입되어야 한다. 스케일링 방지제의 경우 제1 및 제2역삼투공정 앞에 모두 들어간다. 보통 보론 및 실리카의 제거율을 높이는 건 제2역삼투공정으로, 제2역삼투공정부로 수산화나트륨수용액 및 스케일링 방지제의 투입이 요구된다. 스케일링 방지제는 제4b배출구(129b)를 통해 수산화나트륨수용액과 함께 제2역삼투공정부(115)로 제공될 수 있다.

[0076] 본 발명은 제4a밸브(129d) 내지 제4c밸브(129f)의 개폐를 제어하여, 각각의 공정을 통과하는 유체(예컨대, 유입수, 1차생산수, 또는 최종생산수)의 pH를 조절할 수 있다. 본 발명은 제4a밸브(129d) 내지 제4c밸브(129f)의 개폐정도를 조절하여, 제1역삼투공정부(113), 제2역삼투공정부(115) 그리고 생산수저장탱크(130)로 유입되는 유체의 pH를 조절할 수 있다.

[0077] 이에, 역삼투공정을 통과한 이산화탄소가 탄산이온이나 중탄산이온으로 바뀌어 알칼리도를 회수할 수 있다. 아울러, 미네랄 주입 후 낮은 pH를 가진 최종생산수에 수산화나트륨수용액을 투입하여, 최종생산수가 유동하는 관망의 부식을 방지할 수 있다. 아울러, 수산화나트륨수용액은 최종생산수에서 알칼리도를 회수할 때 사용된다.

[0078] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명은 해수담수화공정부(110)에는 복수의 해수전지부(120)가 연결될 수 있다. 본 발명은 각각의 해수전지부(120)에서 충전과 방전이 반복적으로 수행되고, 각각의 해수전지부(120)에서 발생된 수산화나트륨수용액, 염소기체 및 저장된 전기에너지가 해수담수화공정부(110)로 지속적으로 제공될 수 있다.

[0079] 이하에서는 해수담수화공정부(110)와 해수전지부(120)가 연계되어 작동되는 방식에 대해 설명하기로 한다.

[0080] 우선, 해수담수화공정부(110)에서, 염이 함유된 유입수(예컨대, 해수)가 수처리되면서 염이 제거된 최종생산수와 염이 농축된 농축수로 분리되는 과정에 대해, 유체의 흐름을 기준으로 설명하기로 한다.

[0081] 도 3을 참조하면, 유입수는 전처리공정부(111)로 유입되어, 유입수에 포함된 부유물이 제거된다. 이후, 유입수는 제1고압펌프(112)를 통해 제1역삼투공정부(113)로 유입된다. 유입수는 제1역삼투공정부(113)에서 수처리되면서, 제1농축수와 1차생산수로 분리된다.

[0082] 제1농축수는 에너지회수부(116)로 유동되고, 1차생산수는 제2역삼투공정부(115)로 제공된다. 여기서, 제1농축수는 유입수보다 염의 농도가 높은 유체이다. 그리고, 1차생산수는 유입수보다 염의 농도가 낮은 유체이다.

[0083] 1차생산수는 제2고압펌프(114)를 통해 제2역삼투공정부(115)로 제공된다. 1차생산수는 제2역삼투공정에서 수처리되어, 제2농축수와 최종생산수로 분리된다. 최종생산수는 생산수저장탱크(130)에 저장된다. 제2농축수는 다시 제1역삼투공정부(113)로 제공된다. 여기서, 제2농축수는 제1농축수 및 유입수보다는 염도가 낮고, 1차생산수보다는 염도가 높은 유체이다. 최종생산수는 1차생산수보다 염도가 낮은 유체이다. 본 발명은 최종생산수의 사용 용도(예컨대, 공업용수, 농업용수, 식용수)에 따라, 염도를 조절하기 위해 상술한 역삼투공정을 2번 이상 더 추가할 수 있다.

[0084] 제1농축수는 에너지회수부(116)로 유입된다. 제1농축수의 압력은 에너지회수부(116)에서 회수되고, 이 압력은 유입수 일부분에 전달된다. 이후, 유입수 일부분은 저압펌프(117)를 통해 다시 제1역삼투공정부(113)로 공급된다. 그리고, 에너지회수부(116)를 거친 제1농축수의 일부분은 해수전지부(120)의 양극부(121b)로 유입된다.

[0085] 도 3 및 도 7을 참조하면, 해수전지부(120)의 충전 시, 제1농축수는 양극부(121b)로 유입된다. 전류가 인가되어 양극 집전체(121e)에서 음극 전극(121d)으로 전자가 이동하면, 상기 식 (1)에 따라 염(NaCl)이 함유된 제1농축수에서 나트륨이온과 염소기체가 분리된다. 전류는 신재생에너지원(160)으로부터 공급받는다.

- [0086] $4\text{NaCl} \rightarrow 4\text{Na}^+ + 2\text{Cl}_2 + 4\text{e}^-$ 식 (1)
- [0087] 나트륨이온은 고체전해질을 통과하여 음극부(121a)로 유동되고, 음극 전극(121d)에 저장된다.
- [0088] 그리고, 염소기체는 포집되어 염소탱크(123)로 제공된다. 이후, 염소기체는 생산수저장탱크(130)로 제공되어, 최종생산수를 소독한다. 이에 따라, 본 발명은 최종생산수를 소독하는데 별도의 염소약품을 사용하지 않고도, 최종생산수를 소독할 수 있어,약품처리비용을 줄일 수 있다.
- [0089] 해수전지부(120)의 충전과정에서, 제1농축수에서 나트륨이온이 음극 전극(121d)에 저장되고 염소 이온이 염소기체로 방출되면서 염의 농도가 낮아지게 되어 희석농축수가 된다. 희석농축수는 외부로 방류된다.
- [0090] 본 발명은 해수담수화공정시 발생된 염도가 높은 제1농축수를 그대로 바다로 방류하지 않고, 해수전지부(120)의 양극부(121b)로 유입하여 사용할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 제1농축수가 그대로 바다로 방류됨에 따른 환경오염을 방지할 수 있다. 또한, 기존의 해수전지는 전처리가 되지 않은 해수를 사용하는데 반해, 본 발명은 해수에서 부유물이 전처리된 제1농축수를 양극부(121b)의 유입수로 사용함으로써, 부유물로 인한 해수전지부(120)의 성능저하를 방지할 수 있어 장기 운전에 용이하다.
- [0091] 한편, 도 4 및 도 8을 참조하면, 해수전지부(120)의 방전 시 최종생산수(또는, 순수(fresh water))가 양극부(121b)로 유입된다. 공기탱크(122)가 개방되면서 공기가 양극부(121b)로 유입된다.
- [0092] 최종생산수가 양극부(121b)로 유입될 때, 제1농축수는 양극부(121b)로 유입되지 않는다. 생산수는 해수전지부(120)의 방전 시 양극부(121b)로 유입되어 사용된다.
- [0093] 나트륨이온은 음극 전극(121d)에서 분리되어, 고체전해질을 통과해 양극부(121b)로 이동되고, 양극부(121b)에서 최종생산수와 공기에 포함된 산소(O_2)가 화학반응한다. 상기 식 (2)에 따라, 음극 전극(121d)에 저장된 나트륨이온, 양극부(121b)로 유입된 최종생산수(H_2O)와 공기에 포함된 산소(O_2)가 화학반응하면서 수산화나트륨수용액이 생산된다.
- [0094] $4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{NaOH}(\text{aq})$ 식 (2)
- [0095] 기존의 해수전지는 수산화나트륨을 그대로 바다로 방류하는데 반해, 본 발명은 수산화나트륨수용액을 해수담수화공정부(110)의 pH를 조절하는데 사용할 수 있다. 이에, 해수담수화 플랜트에 사용하는약품 비용을 줄일 수 있다.
- [0096] 역삼투공정을 통과하는 유입수에서 보론이나 실리카 등 특정 물질의 제거율을 높이기 위해선 pH 9 이상의 수질 조건이 요구된다. 이를 위해, 유입수에 수산화나트륨을 주입하여 유체(예컨대, 유입수, 1차생산수, 또는 최종생산수)의 pH를 높일 수 있다. 이때, 특정 물질들이 화학 변환 과정을 거쳐 역삼투막을 통해 제거되는 비율이 높아진다.
- [0097] 수산화나트륨수용액은 양극부(121b)에서 배출되어, NaOH저장탱크(124)에 저장된다. 수산화나트륨수용액은 제1역삼투공정부(113), 제2역삼투공정부(115)로 유입되는 유체(예컨대, 유입수, 1차생산수, 또는 최종생산수)에 투입되어, 투입되는 유체의 pH를 높일 수 있다. 이에, 역삼투공정을 통과한 이산화탄소가 탄산이온이나 중탄산이온으로 바뀌어 알칼리도를 회수할 수 있다. 아울러, 미네랄 주입 후 낮은 pH를 가진 최종생산수에 수산화나트륨수용액을 투입하여, 최종생산수가 유동하는 관망의 부식을 방지할 수 있다.
- [0098] 도 8에 도시된 바와 같이, 해수전지에 저장된 전기에너지는 방전 시 펌프(112, 114)에 제공되어 역삼투공정부를 운영하는 전기에너지로 활용된다. 본 발명은 에너지 소모가 큰 역삼투공정으로, 신재생에너지를 해수전지부(120)에 저장하여 사용할 경우, 기존에 역삼투공정에 투입되는 에너지 소비를 대체할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 해수담수화공정부(110)에서 소비되는 전력의 일부를 지속적으로 제공하여, 전력비용을 절감할 수 있다.
- [0099] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

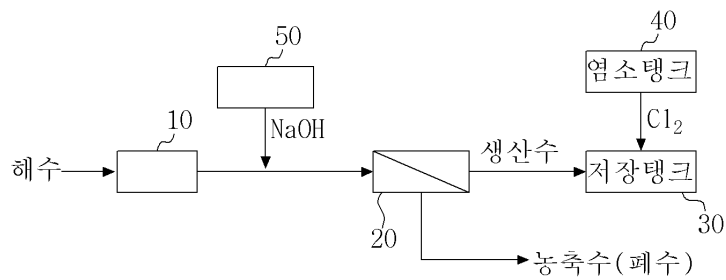
부호의 설명

- [0100] 100: 해수전지가 결합된 해수담수화 플랜트

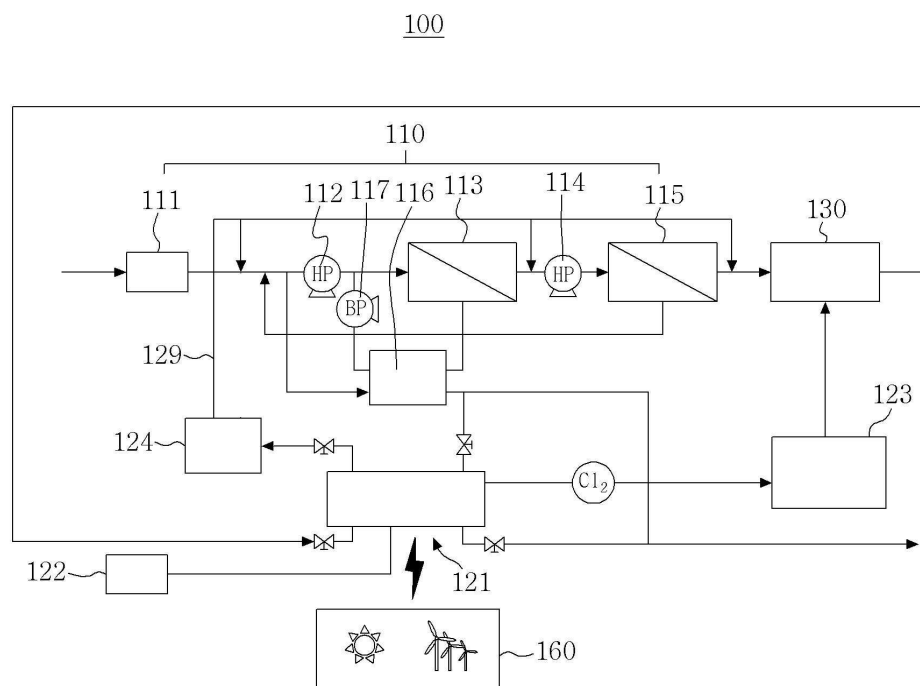
- 110: 해수담수화공정부 111: 전처리공정부
 112: 제1고압펌프 113: 제1역삼투공정부
 114: 제2고압펌프 115: 제2역삼투공정부
 116: 에너지회수부 117: 저압펌프
 120: 해수전지부 121: 전지본체
 122: 공기탱크 123: 염소탱크
 124: NaOH저장탱크 126: 제1배관
 127: 제2배관 128: 제3배관
 129: 제4배관 130: 생산수저장탱크

도면

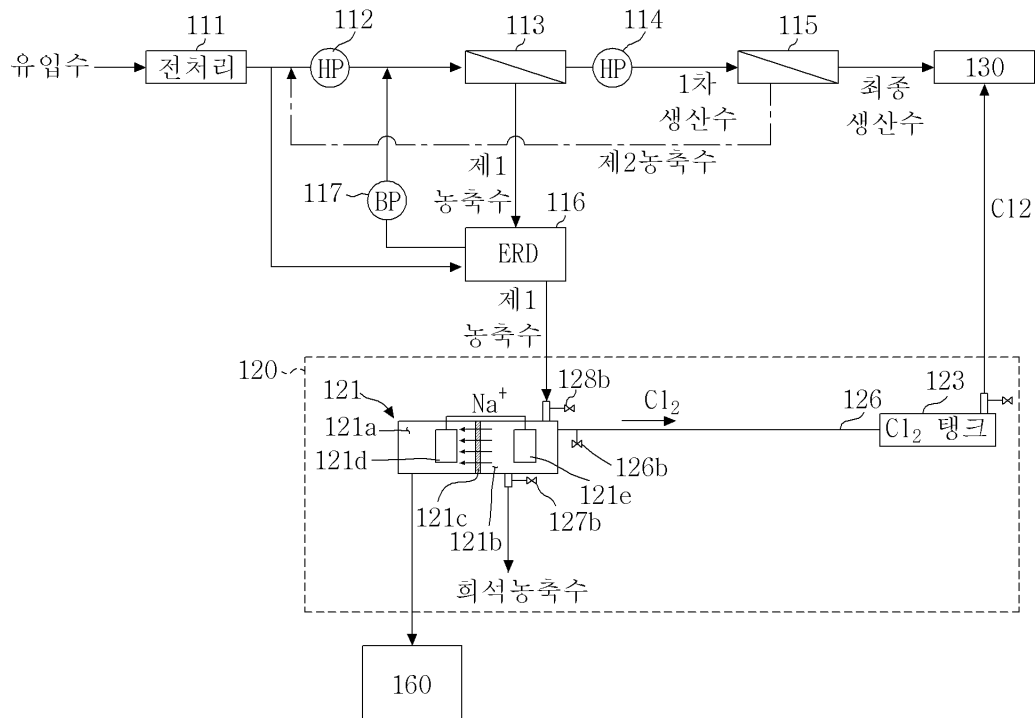
도면1



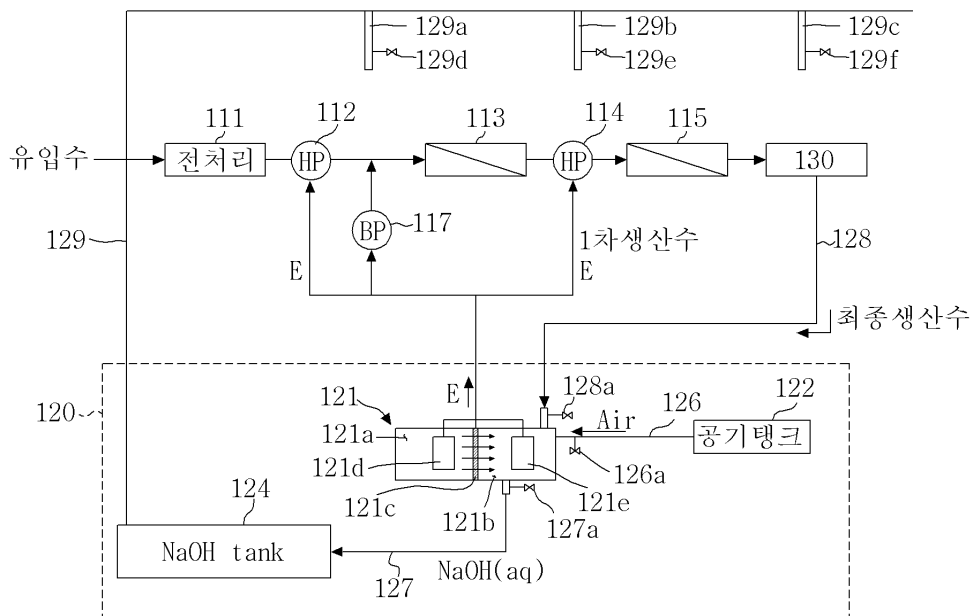
도면2



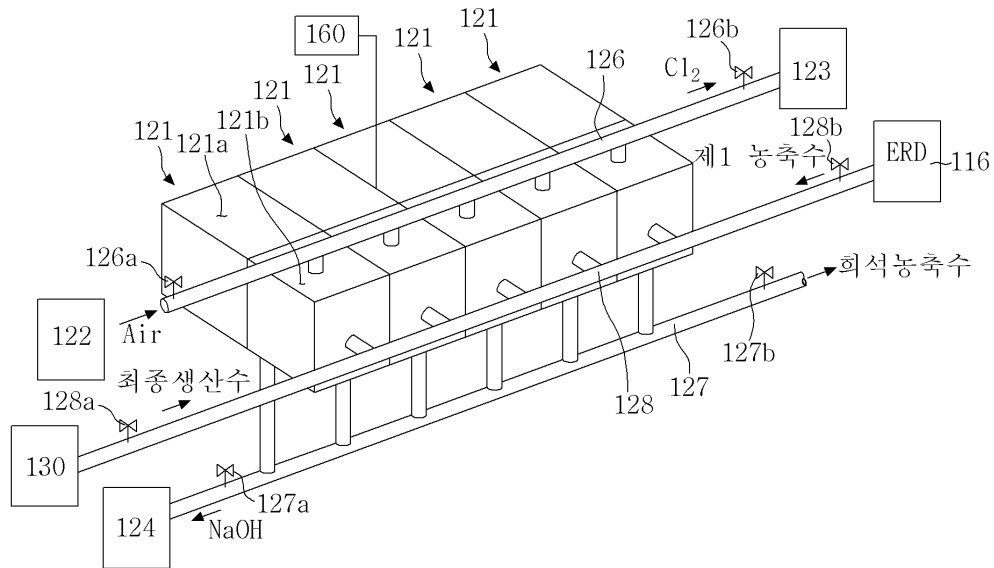
도면3



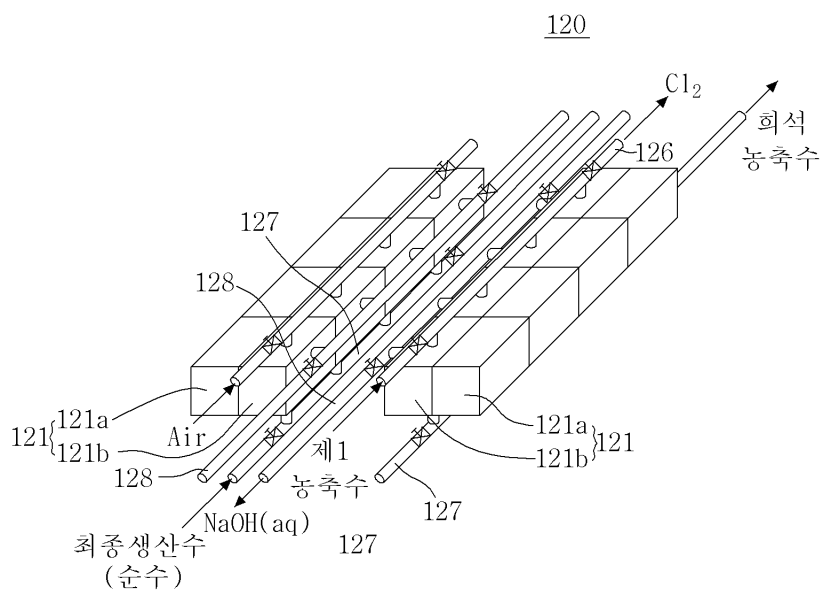
도면4



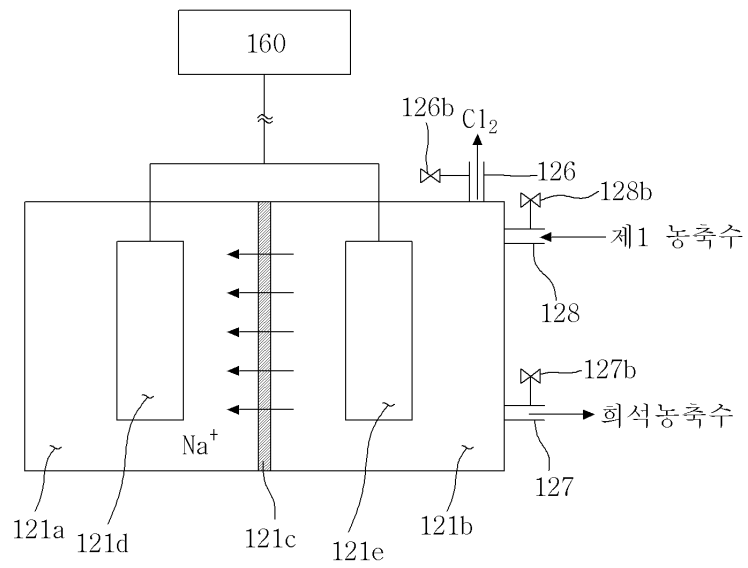
도면5



도면6



도면7



도면8

