(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월18일
(11) 등록번호 10-1949540
(24) 등록일자 2019년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/461 (2006.01) *C02F 1/52* (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7016090
(22) 출원일자(국제) 2011년12월02일
심사청구일자 2016년10월19일
(85) 번역문제출일자 2013년06월21일
(65) 공개번호 10-2014-0014087
(43) 공개일자 2014년02월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/063033
(87) 국제공개번호 WO 2012/087537
국제공개일자 2012년06월28일
(30) 우선권주장
12/977,274 2010년12월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2008100191 A*
US05094739 A*
US05240579 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
비엘 테크놀러지스 인크.
미국 미네소타주 55343 미네톤카 클리어워터 드라이브 5951
(72) 발명자
시아오 카이빈
미국 매사추세츠주 01746 홀리스톤 센트럴 스트리트 798
양 하이
미국 펜실베니아주 19053 트레보스 서머턴 로드 4636 지이 워터 앤드 프로세스 테크놀로지스
스이 캐롤린 치휴
미국 펜실베니아주 19053 트레보스 서머턴 로드 4636 지이 워터 앤드 프로세스 테크놀로지스
(74) 대리인
제일특허법인(유)

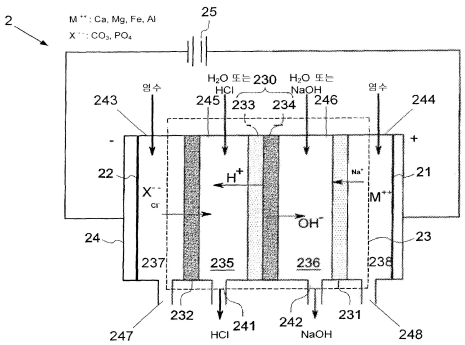
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 조민환

(54) 발명의 명칭 **바이폴라 격막을 이용한 수처리**

(57) 요 약

수처리 방법으로서: 전해 용기를 포함하는 전해 디바이스를 제공하는 단계와, 상기 용기의 제 1 염수 챔버, 상기 용기의 제 2 염수 챔버, 상기 용기의 산성 챔버, 및 상기 용기의 알칼리성 챔버에 피드 스트림을 제공하는 단계로서, 상기 산성 챔버가 산성 용액을 생성하고 상기 알칼리성 챔버가 알칼리성 용액을 생성하는, 피드 스트림을 제공하는 단계와, 상기 제 1 및 제 2 염수 챔버의 내용물 중 적어도 일부를 침전 탱크 내로 지향시키는 단계와, 상기 알칼리성 용액 중 적어도 일부를 상기 침전 탱크 내로 지향시킴으로써, 상기 침전 탱크 내의 pH를 높여 침전물을 생성하는 단계와, 상기 침전 탱크로부터 침전물을 제거하는 단계를 포함한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

수처리 방법에 있어서,

전해 디바이스를 제공하는 단계로서, 상기 전해 디바이스는,

전해 용기와,

상기 전해 용기 내에 배열되고, 각각 양극 및 음극으로서 작용하는 한쌍의 전극과,

상기 양극과 음극 사이에 배열된 셀 유닛으로서, 상기 셀 유닛은 바이폴라 격막 요소 및 적어도 하나의 양이온 교환가능 격막을 포함하고, 상기 바이폴라 격막 요소는 양이온 교환가능 측부 및 음이온 교환가능 측부를 가지며, 상기 양이온 교환가능 측부는 상기 음이온 교환가능 측부보다 상기 음극에 더 근접하여 있고, 상기 적어도 하나의 양이온 교환가능 격막은 상기 바이폴라 격막 요소의 음이온 교환가능 측부와 양극 사이에 배열되고, 그에 따라 상기 바이폴라 격막 요소와 상기 양이온 교환가능 격막 사이에 알칼리성 챔버를 형성하며, 상기 양이온 교환가능 격막은 선택성인, 상기 셀 유닛과,

상기 음극과 상기 바이폴라 격막 요소의 양이온 교환가능 측부 사이의 음이온 교환가능 격막으로서, 상기 음이온 교환가능 격막과 상기 바이폴라 격막 요소 사이에 산성 챔버가 형성되고, 상기 음이온 교환가능 격막은 선택성인, 상기 음이온 교환가능 격막과,

상기 음극과 상기 음이온 교환가능 격막 사이에 형성된 제 1 염수 챔버, 및 상기 양극과 상기 양이온 교환가능 격막 사이에 형성된 제 2 염수 챔버와,

상기 제 1 염수 챔버에 피드 스트림을 제공하는 제 1 유입구, 상기 제 2 염수 챔버에 피드 스트림을 제공하는 제 2 유입구, 상기 산성 챔버에 피드 스트림을 제공하는 제 3 유입구, 및 상기 알칼리성 챔버에 피드 스트림을 제공하는 제 4 유입구를 포함하는, 전해 디바이스를 제공하는 단계와,

상기 제 1 염수 챔버, 제 2 염수 챔버, 산성 챔버 및 알칼리성 챔버에 피드 스트림을 제공하는 단계로서, 상기 산성 챔버가 산성 용액을 생성하고, 상기 알칼리성 챔버가 알칼리성 용액을 생성하는, 피드 스트림을 제공하는 단계와,

상기 제 1 및 제 2 염수 챔버의 내용물 중 적어도 일부를 침전 탱크 내로 지향시키는 단계와,

상기 알칼리성 용액 중 적어도 일부를 상기 침전 탱크 내로 지향시킴으로써, 상기 침전 탱크 내의 pH를 증가시켜 침전물을 생성하는 단계와,

상기 침전 탱크로부터 상기 침전물을 제거하는 단계를 포함하는

수처리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 침전 탱크 내의 pH는 7 내지 14로 증가되는

수처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 산성 및 알칼리성 챔버에 제공된 피드 스트림은 H_2O이고, 상기 제 1 염수 챔버 및 상기 제 2 염수 챔버에 제공되는 피드 스트림은 냉각탑 보급수, 냉각탑 배출수 또는 저품질 용수 중 적어도 하나로 구성되는

수처리 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 침전 탱크 내의 처리수는 상기 침전 탱크로부터 침전물이 제거된 후에 상기 냉각탑으로 복귀되는

수처리 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 침전 탱크 내의 처리수는 상기 침전 탱크로부터 침전물이 제거된 후에 저수 탱크에 제공되는

수처리 방법.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 산성 용액은 pH 조정을 위해서 상기 냉각탑에 제공되거나, 또는 침전물 제거 후에 상기 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하는데 사용되는

수처리 방법.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 산성 용액은 상기 용기의 격막을 세정하는데 사용되는

수처리 방법.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 산성 용액 중 적어도 일부는 피드 스트림으로서 상기 산성 챔버로 복귀되는

수처리 방법.

청구항 10

제 4 항에 있어서,

상기 알칼리성 용액 중 적어도 일부는 피드 스트림으로서 상기 알칼리성 챔버로 복귀되는

수처리 방법.

청구항 11

제 3 항에 있어서,

선택성 격막을 제공하는 단계를 더 포함하며,

상기 선택성 격막은 냉각탑 보급수, 냉각탑 배출수 또는 저품질 용수 중 적어도 하나로 구성된 피드 스트림을 수용하고,

상기 선택성 격막은 2가 스트림 및 1가 스트림을 출력하며,

상기 2가 스트림은 상기 침전 탱크에 제공되고, 상기 1가 스트림은 상기 제 1 염수 챔버 및 상기 제 2 염수 챔

버에 제공되며, 상기 산성 챔버 및 상기 알칼리성 챔버에는 H_2O 피드 스트림이 제공되는

수처리 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 침전 탱크 내의 처리수는 상기 침전 탱크로부터 상기 침전물이 제거된 후에 상기 냉각탑으로 복귀되는

수처리 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 침전 탱크 내의 처리수는 상기 침전 탱크로부터 상기 침전물이 제거된 후에 저수 탱크에 제공되는

수처리 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 산성 용액은 pH 조정을 위해서 상기 냉각탑에 제공되거나, 또는 침전물 제거 후에 상기 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하는데 사용되는

수처리 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원

[0002] 2008년 5월 20일자로 출원되고 제너럴 일렉트릭 캄파니(General Electric Company)에 양도된 미국 출원 제 12/123,521 호로서, 본원에 참조로 합체된다.

[0003] 본 발명은 수처리(water treatment)를 위한 전해 디바이스(electrolysis device)의 이용에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 수성 시스템(aqueous system) 내에 기수(brackish water) 및 냉각탑 보급수(make up water) 또는 배출수(blowdown water)와 같은 스케일 형성종(scale forming species)이 존재하면, 시스템 유지보수의 증가 및 시스

템 산출(yield)의 감소가 초래된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 수성 시스템 내의 스케일 형성종의 존재를 감소시키기 위한 필요성이 존재한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예는 수처리 방법에 관한 것으로서, 상기 방법은, 전해 용기(electrolysis vessel)를 포함하는 전해 디바이스를 제공하는 단계와; 상기 용기의 제 1 염수(salt water) 챔버, 상기 용기의 제 2 염수 챔버, 상기 용기의 산성 챔버, 및 상기 용기의 알칼리성 챔버에 피드 스트림(feed stream)을 제공하는 단계로서, 상기 산성 챔버가 산성 용액을 생성하고 상기 알칼리성 챔버가 알칼리성 용액을 생성하는, 피드 스트림을 제공하는 단계와; 상기 제 1 및 제 2 염수 챔버의 내용물 중 적어도 일부를 침전 탱크(precipitation tank) 내로 지향시키는 단계와; 상기 알칼리성 용액 중 적어도 일부를 상기 침전 탱크 내로 지향시킴으로써, 상기 침전 탱크 내의 pH를 높여서 침전물을 생성하는 단계와; 상기 침전 탱크로부터 침전물을 제거하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명의 다른 실시예는, 전해 디바이스에 관한 것으로서, 상기 전해 디바이스는, 전해 용기 내에 배열되고 각각 양극 및 음극으로서의 역할을 하는 한쌍의 전극과; 상기 양극과 음극 사이에 배열된 셀 유닛(cell unit)을 포함하며, 상기 셀 유닛은 바이폴라 격막 요소 및 적어도 하나의 양이온(cation) 교환가능 격막을 포함하고, 상기 바이폴라 격막 요소는 양이온 교환가능 측부 및 음이온 교환가능 측부를 가지며, 상기 양이온 교환가능 측부는 상기 음이온 교환가능 측부보다 상기 음극에 더 근접하고, 적어도 하나의 양이온 교환가능 격막이 상기 바이폴라 격막 요소의 음이온 교환가능 측부와 양극 사이에 배열되며, 그에 따라 상기 바이폴라 격막 요소와 상기 양이온 교환가능 격막 사이에서 알칼리성 챔버를 형성하며, 상기 양이온 교환가능 격막은 선택성(selective)이다.

[0008] 상세한 구성 및 예시적인 실시예들을 도시한 도면과 함께, 본원에 기재된 상세한 설명 및 특허청구범위로부터, 본 발명의 상기 양태 및 다른 양태가 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 바이폴라 격막의 하나의 실시예를 개략적으로 도시한 도면,

도 2는 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 3은 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 4는 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 5는 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 6은 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 7은 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면,

도 8은 도 1의 바이폴라 격막 동작 방법을 개략적으로 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 명세서 및 특허청구범위 전체에 걸쳐서 사용된 바와 같이, 대략적인 언어는, 관련된 기본적인 기능의 변화를 초래하지 않고, 허용가능하게 변경될 수 있는 임의의 정량적인 표상(representation)을 수정하기 위해서 적용될 수 있을 것이다. 따라서, "약" 이라는 용어 또는 용어들로 수정된 값은 특정된 정확한 값으로 제한되지 않는다. 적어도 일부 경우에서, 대략적인 언어는 값의 측정을 위한 기구의 정밀도에 상응할 수 있을 것이다. 범위 제한이 조합 및/또는 상호교환될 수 있을 것이고, 그리고 그러한 범위는 식별되고 그리고, 기재 내용이나 언어가 달리 표시하고 있지 않다면, 본원에서 기술된 모든 하위-범위를 포함한다. 동작 예 또는 달리 지적된 것 이외에, 명세서 및 특허청구범위에서 사용된, 성분(ingredient), 및 반응 조건 등의 양을 지칭하는 모든 수치 또는 표현이 "약" 이라는 용어에 의해서 모든 경우에서 수정되는 것으로서 이해될 수 있을 것이다.

[0011] "선택적인(optional)" 또는 "선택적으로"는, 후속하여 기술되는 이벤트 또는 상황이 발생될 수 있거나 또는 발

생되지 않을 수 있다는 것, 혹은 후속하여 식별되는 재료가 존재할 수 있거나 또는 존재하지 않을 수 있다는 것, 그리고 그러한 설명이 그러한 이벤트 또는 상황이 발생되는 경우 또는 그러한 재료가 존재하는 경우, 및 그러한 이벤트 또는 상황이 발생되지 않거나 그러한 재료가 존재하지 않는 경우를 포함한다는 것을 의미한다.

[0012] 본원에서 사용된 바와 같이, "포함하다(comprise)", "포함하는", "구비하다(include)", "구비하는", "갖다(have)", "갖는"이라는 용어 또는 그 용어의 임의의 다른 변형은 비-배타적인 산입(inclusion)을 커버하기 위한 것이다. 예를 들어, 요소의 리스트를 포함하는 프로세스, 방법, 물품 또는 장치가 반드시 이러한 요소만으로 제한될 필요가 없고, 명백하게 리스트화되지 않은 다른 요소 또는 그러한 프로세스, 방법, 물품, 또는 장치 고유의 다른 요소를 포함할 수도 있을 것이다.

[0013] 기재 내용에서 명백하게 달리 기술하지 않는다면, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 복수의 대상을 포함한다.

[0014] 오일 정제, 화학적 프로세스, 및 발전 플랜트와 같은 프로세스에서 열을 제거하기 위해서, 냉각탑이 산업계에서 널리 이용되고 있다. 또한, 냉각탑은 상업용, 기관용, 및 병원용 건물 내의 일반적인 HVAC 시스템에서 이용된다. 냉각탑 동작에서의 물 소비는 많은 국가에서 천연 급수원으로부터의 가장 많은 물을 인출하게 한다. 물 부족은 세계적으로 점점 더 관심을 받고 있다. 지구 환경 전망보고서(Global environment outlook)에 의해서 발행된 데이터에 따르면, 2000년에, 주로 중동 지역에서, 인구의 5%가 물 부족 문제에 직면하였다. 그러나, 2030년 즈음에는, 세계 인구의 거의 절반이 물 부족을 격을 것이다.

[0015] 제한된 물 자원에 더하여, 환경적인 규제가 산업 폐수의 폐기에 대해서 점점 더 엄격해지기 시작했다. 환경으로 방출하기 전에 폐수를 처리하는 비용은 최근 몇 년간 지속적으로 증가되었다.

[0016] 세계적인 물 부족 및 엄격한 환경 규제로 인해서, 모든 산업에서, 물을 보존하려는 노력을 증대시키게 되었다. 불가피하게, 이는 공업 용수 이용에, 특히 대량의 물을 소비하는 산업에 상당한 충격을 가하였다. 냉각수 시스템 보존 노력은 신선한 물(fresh water)을 처리된 도시 폐수(municipal effluent)로 대체하는 것, 플랜트 폐수를 재사용하는 것, 그리고 약 7 사이클 초과와 같이 보다 높은 농축 사이클로 동작시킴으로써 물 방출량을 감소시키는 것에 초점을 맞추고 있다.

[0017] 농축 사이클이 증가하면, 높은 농도의 Ca, 알칼리도(alkalinity), SiO_2, 실트(silt), Fe, Al 등으로 인해서 침착(deposition) 경향이 증가된다. 유사하게, 높은 전도도 및 높은 Cl- 및 SO_4^{2-} 농도로 인해서 사이클이 증가되면 부식 경향이 높아진다.

[0018] 높은 사이클에서 동작하는 냉각탑을 처리하기 위한 일반적인 접근방식은 알칼리도를 낮추기 위해서 산을 첨가하여, 냉각탑이 낮은 pH에서 동작하게 하는 것이고, 그에 따라 냉각 시스템에서의 침착 또는 침전 경향을 감소시키는 것이다. 이는, 일반적으로, 음이온적 폴리머 및 부식 방지제(corrosion inhibitor)와 같은 화학물질의 많은 투여량을 냉각탑에 첨가할 것을 요구한다. 그러나, 강산의 취급 및 저장은, 특히 상업용 및 기관용 건물에서, 작업자 및 환경에 대한 위험을 가한다. 또한, 화학물질의 이용 증가는 전체적인 처리 비용의 증가를 초래한다.

[0019] 하나의 실시예에서, 본 발명은, 바이폴라 격막 또는 나노필터 유닛과의 조합과 같은, 전해 디바이스를 이용하여 높은 농축 사이클로 동작하는 냉각탑으로부터 물을 처리하는 방법에 관한 것이다. 냉각탑 용수는 전해 디바이스에 제공된다. 전해 디바이스로부터 생성된 산성 용액이 냉각탑에 첨가되어 알칼리도 및 pH를 감소시킨다. 전해 디바이스로부터 발생된 알칼리성 용액은 칼슘, 실리카 및 기타 스케일 형성종을 침전시키기 위한 분리 장치 내에서 냉각탑 배출수 스트림의 일부에 첨가된다. 분리 장치 내의 침전물 제거 후의 물은 연화(softening)되어 냉각탑으로 복귀된다. 이러한 방법은, 냉각탑이 높은 농축 사이클로 동작하도록 및/또는 제로(zero) 액체 방출을 달성하도록 허용하고, 그에 따라 물 소비 및 수처리 화학물질 사용을 상당히 감소시킬 수 있다.

[0020] 도 1을 참조하면, 산성 용액 및 알칼리성 용액을 생성하기 위한 전해 디바이스(2)의 제 1 실시예는, 양극(21) 및 음극(22)으로서 각각 작용하는 한쌍의 전극과, 상기 양극(21)과 음극(22) 사이의 적어도 하나의 셀 유닛(23)과, 상기 전극(21, 22) 및 셀 유닛(23)을 내부에 수용하기 위한 용기(24)를 포함한다. 양극(21) 및 음극(22) 각각은 DC 전원(25)의 양극 및 음극과 각각 연결된다. 전해 디바이스(2)를 통해서 유동하도록 피드 스트림을 도입하기 위해서, 용기(24)는 적어도 제 1 유입구(243), 제 2 유입구(244), 제 3 유입구(245) 및 제 4 유입구(246)를 포함한다. 셀 유닛(23)은 이온 교환가능 격막 사이에 형성된 적어도 하나의 알칼리성 챔버(236) 및 적어도 하나의 산성 챔버(235)를 포함하고, 이에 대해서는 후술할 것이다.

[0021] 도 1에 도시된, 제 1 실시예에 따른 전해 디바이스(2)의 용기(24)의 셀 유닛(23)은 바이폴라 격막 요소(230),

양이온 교환가능 격막(231) 및 음이온 교환가능 격막(232)을 포함한다. 바이폴라 격막 요소(230)는 양이온 교환가능 측부(233) 및 음이온 교환가능 측부(234)를 가지고, 그리고 물 스플리터로서 이용된다. 바이폴라 격막 요소(230)의 양이온 교환가능 측부(233)는 음이온 교환가능 격막(232)보다 양극(21)에 더 근접한다. 양이온 교환가능 격막(231)이 음이온 교환가능 측부(234)와 양극(21) 사이에 배열된다. 음이온 교환가능 격막(232)이 양이온 교환가능 측부(233)와 음극(22) 사이에 배열된다.

[0022] 전원(25)으로부터의 직류 전류는 바이폴라 격막 요소(230)를 통해서 유동하여, 바이폴라 격막 요소(230)의 음이온 교환가능 측부(234) 상에서 생성된 OH^- 이온 및 양이온 교환가능 측부(233) 상에서 생성된 상응하는 수의 H^+로 물을 분해시킨다. 생성된 OH^- 및 H^+ 이온은 양이온 교환가능 격막(231) 및 음이온 교환가능 격막(232) 각각에 의해서 더 이동하는 것이 방지된다.

[0023] 양이온 교환가능 격막(231)은 선택성이고 그리고 1가(univalent)의 양이온만을 통과시킨다. 음이온 교환가능 격막(232)은 선택성이고 그리고 1가의 음이온만을 통과시킨다. 따라서, 제 2 유입구(244)에 의해서 수용된 염수로부터의 Na^+ 이온이 양이온 교환가능 격막(231)을 통해서 음극(22)을 향해 이동되는 한편, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, 및 Al^{3+} 는 양이온 교환가능 격막(231)을 통해서 이동하지 않는다. 또한, 제 1 유입구(243)에 의해서 수용된 염수로부터의 Cl^- 이온은 음이온 교환가능 격막(232)을 통해서 양극(21)을 향해서 이동되는 한편, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, 및 PO_4^{3-}는 음이온 교환가능 격막(232)을 통해서 이동하지 않는다.

[0024] 그에 따라, 알칼리성 챔버(236)는 바이폴라 격막 요소(230)와 양이온 교환가능 격막(231) 사이에 형성되고, 산성 챔버(235)는 바이폴라 격막 요소(230)와 음이온 교환가능 격막(232) 사이에 형성된다.

[0025] 제 1 염수 챔버(237)는 음극(22)과 음이온 교환가능 격막(232) 사이에 형성된다. 제 2 염수 챔버(237)는 양극(21)과 양이온 교환가능 격막(231) 사이에 형성된다.

[0026] 제 1 유입구(243)는 피드 스트림을 제 1 염수 챔버(237)에 제공하고, 제 2 유입구(244)는 피드 스트림을 제 2 염수 챔버(238)에 제공하고, 제 3 유입구(245)는 피드 스트림을 산성 챔버(235)에 제공하며, 그리고 제 4 유입구(244)는 피드 스트림을 알칼리성 챔버(236)에 제공한다. 제 1 염수 챔버(237) 및 제 2 염수 챔버(238)에 제공된 피드 스트림은 냉각탑 보급수, 냉각탑 배출수 또는 저품질 용수 중 하나 이상으로 구성될 수 있을 것이다.

[0027] 용기(24)는 알칼리성 챔버(236)의 알칼리성 용액 및 산성 챔버(235)의 산성 용액의 외부로의 유출을 위한 각각의 산성 배출구(241) 및 알칼리성 배출구(242)를 더 포함한다. 용기(24)는 또한 제 1 염수 챔버(237) 및 제 2 염수 챔버(238)의 염수의 외부로의 유출을 위한 제 1 염수 배출구(247) 및 제 2 염수 배출구(248) 각각을 포함한다.

[0028] 유입구(245)를 통해서 산성 챔버(235) 내로 도입되는 피드 스트림은 용기(24)의 산성 배출구(241)를 빠져나가는 산성 용액 또는 순수(pure water) 중 하나 또는 양자 모두일 수 있다. 유입구(246)를 통해서 알칼리성 챔버(236) 내로 도입되는 피드 스트림은 용기(24)의 알칼리성 배출구(242)를 빠져나가는 알칼리성 용액 또는 순수 중 하나 또는 양자 모두일 수 있다.

[0029] 알칼리 배출구(242)에서 생성되는 알칼리 용액은 $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, $Ca_5(PO_4)_3OH$, $CaSO_4$, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $MgSiO_3$ 등과 같은 수성 시스템 내의 경질체(hardness) 종 및 기타 종을 침전시키기 위한 높은 pH 환경을 생성하기 위해서 이용될 수 있다. 산성 챔버(235) 내에서 생성된 산성 용액은 냉각탑의 pH를 조정하기 위해서 그리고 용기(24) 내의 격막 또는 전극으로부터 경질체를 세정하기 위해서 이용될 수 있다.

[0030] 바이폴라 격막 요소(230)는 물을 H^+ 및 OH^-로 직접적으로 분해하는 물 분해 특성을 가진다.

[0031] 바이폴라 격막 요소(230)의 적용은 물로부터 알칼리성 용액 및 산성 용액을 생성하는 전해 디바이스(2)의 효율을 크게 개선한다. 바이폴라 격막 요소(230)는 양이온 교환가능 층 및 음이온 교환가능 층을 포함하는 바이폴라 격막, 또는 바이폴라 격막으로서 기능하는 양이온 및 음이온 교환가능 격막의 조합에 의해서 형성된 바이폴라 모듈일 수 있을 것이다.

[0032] 하나의 실시예에서, 양의 및 음극(21, 22)이 활성 탄소, 카본 블랙, 탄소 나노튜브, 그라파이트, 탄소 섬유, 탄소 천(carbon cloth), 탄소 에어로겔, 또는 이들의 조합 중 임의의 것으로부터 선택된 매우 큰 다공성의 탄소 재료로 제조된다. 탄소 재료의 표면적은, 질소 흡착 BET 방법에 의해서 측정될 때, 약 500 내지 2000의 그램당

평방미터(square meters per gramme)의 범위가 된다. 높은 다공성의 양의 및 음극(21, 22) 각각은 플레이트, 블록, 원통형, 또는 시트의 형상, 크기 또는 형태를 가진다. 또한, 그러한 양의 및 음극(21, 22)이, 활성 탄소와 같이, 당업자에 의해서 적합한 것으로 간주되는 임의의 금속 또는 다공성 재료로 제조될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0033] 도 2는, 전해 디바이스(2)가 냉각탑 용수 pH 조정 또는 전이 디바이스(2)의 세정을 위한 산성 용액을 생성하기 위해서 그리고 경질체 침전을 위한 염기(base)를 생성하기 위해서 이용되는 하나의 실시예를 개시한다. 이러한 구성에서, 염수 탱크(301)의 출력이 상기 용기(24)의 제 1 염수 챔버(237) 및 제 2 염수 챔버(238)에 대한 피드 스트림으로서 제공된다. 염수 탱크(301)가 냉각탑 보급수, 냉각탑 배출수, 또는 저품질 용수 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 저품질 용수는, 기수와 같이, 바람직하지 못한 이온 종을 연화 및/또는 제거하기 위해서 처리될 필요가 있는 임의의 물이다. 물은 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236)에 대한 피드 스트림으로서 제공된다. 산성 챔버(235)의 출력이 냉각탑에 제공된다. 알칼리성 챔버(236)의 출력이 침전 탱크(304)에 제공되고, 제 1 및 제 2 염수 챔버(237 및 238)의 출력이 또한 침전 탱크(304)에 제공된다. 따라서, 알칼리성 챔버(236)로부터 침전 탱크(304)로의 알칼리성 용액의 첨가는 침전 탱크(304) 내의 pH를 $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$, $Mg(OH)_2$ 등과 같은 금속염 및 금속 수산화물을 침전시키기 위한 희망 값까지 증가시킨다. 침전물이 침전 탱크(304)로부터 제거된 후에, 침전 탱크(304)로부터의 처리수가 저수 탱크 또는 냉각탑에 제공된다. 하나의 실시예에서, 전해 디바이스(2)로부터의 알칼리성 용액의 첨가 후의 침전 탱크(304) 내의 희망하는 pH 값은 약 7 내지 14, 바람직하게는 약 8 내지 13, 그리고 보다 바람직하게 약 9 내지 12가 된다.

[0034] 또한, 도 3에서 도시한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 산성 챔버(235) 내에서 생성된 산성 용액의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 산성 챔버(235)로 복귀될 수 있다는 것을 또한 이해할 수 있을 것이다. 또한, 알칼리성 챔버(236) 내에서 생성된 알칼리성 용액의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 알칼리성 챔버(236)로 복귀될 수 있다. 이는 산성 및 염기성 용액의 농도가 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236) 내에서 시간 경과에 따라 증가될 수 있게 허용할 것이다. 또한, 이는 침전 탱크(304) 내의 pH가 침전 강화를 위해서 증가될 수 있게 허용할 것이다.

[0035] 도 4는 전해 디바이스(2)가 냉각탑 용수 pH 조정 또는 전이 디바이스의 세정을 위한 산성 용액을 생성하기 위해서 그리고 경질체 침전을 위한 염기를 생성하기 위해서 이용되는 다른 실시예를 개시한다. 이러한 실시예에서, 냉각탑 배출수가 선택성 격막(501)에 전달되고, 그러한 격막은 침전 탱크(502)에 제공되는 2가(divalent) 이온 스트림을 출력한다. 선택성 격막(501)은 나노필터 유닛일 수 있을 것이다. 2가 이온 스트림은 Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-} 및 PO_4^{3-} 등과 같은 하나 이상의 2가 이온을 포함한다. 선택성 격막(501)은 용기(24)의 제 1 및 제 2 염수 챔버(237 및 238)에 제공되는 1가 이온 스트림을 출력한다. 1가 이온 스트림은 Na^+, Cl^-, 등과 같은 하나 이상의 1가 이온을 포함한다. 또한, 급수 스트림이 용기(24)의 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236)에 제공된다.

[0036] 알칼리성 챔버(236)의 알칼리 용액 출력이 침전 탱크(502)에 제공되고, 이는 침전 탱크(502) 내의 pH 를 $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$, $Mg(OH)_2$ 등과 같은 금속염 및 금속 수산화물을 침전시키기 위한 희망 값까지 증가시킨다. 하나의 실시예에서, 용기(24)로부터의 알칼리성 용액의 첨가 후의 침전 탱크(304) 내의 희망 pH 값은 약 7 내지 14, 바람직하게는 약 8 내지 13, 그리고 보다 바람직하게 약 9 내지 12가 된다.

[0037] 이어서, 침전물이 침전 탱크(502)로부터 제거되고 그리고 침전 탱크(502) 내에 포함된 잔류 처리수가 냉각탑 보급수 또는 다른 산업적 프로세스를 위해서 이용된다. 제 1 및 제 2 염수 챔버(237 및 238)의 출력이, 냉각탑 보급수로서 또는 다른 산업적 프로세스를 위한 것으로서, 침전 탱크(302)로부터의 잔류 처리수와 조합된다. 산성 챔버(235)의 산성 용액 출력을 이용하여 냉각탑 용수의 pH를 조정할 수 있고 및/또는 침전 탱크(502)로부터 빠져나가는 처리수 스트림의 pH를 조정할 수 있고, 그리고 용기(24)의 격막을 세정할 수 있다. 침전 탱크(502)로부터 냉각탑으로 잔류 용수를 복귀시키는 것은, 물 소모를 줄이고 그리고 하수구 또는 하천으로 방출되는 폐수를 줄이거나 제거한다. 또한, 냉각탑 내에서 고품질 용수를 이용하는 것은 냉각탑 내의 수처리에 필요한 화학물질의 양을 줄이고, 그에 따라 폐기 비용 및 환경에 미치는 영향을 감소시킨다.

[0038] 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 일부 실시예들에서 산성 챔버(235)의 산성 용액 출력의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 산성 챔버(235)로 복귀될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 또한, 알칼리성 챔버(236)의 알칼리성 용액 출력의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 알칼리성 챔버(236)로 복귀될 수 있다. 이는 산성

및 염기성 용액의 농도가 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236) 내에서 시간 경과에 따라 증가될 수 있게 할 것이다. 또한, 염수 챔버(237 및 238)의 출력은 냉각탑 보급수로서 또는 기타 산업적 프로세스용으로서, 침전물 제거 후에 침전 탱크로부터의 잔류 처리수와 조합된다.

[0039] 도 6은 전해 디바이스(2)가 냉각탑 용수 pH 조정, 전이 디바이스(2)의 세정, 및/또는 경질체 침전을 위한 염기를 생성하기 위해서 이용되는 다른 실시예를 개시한다. 이러한 실시예에서, 기수와 같은 저품질 용수의 피드 스트림이 선택성 격막(601)으로 전달되고, 그러한 격막은 침전 탱크(602)에 제공되는 2가 이온 스트림을 출력한다. 그러나, 피드 스트림은 냉각탑 보급수, 냉각탑 배출수 또는 저품질 용수 중 적어도 하나로 이루어질 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 2가 이온 스트림은, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}' Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-} 및 PO_4^{3-} 등과 같은 하나 이상의 2가 이온을 포함한다. 선택성 격막(601)은 전해 디바이스(2)의 제 1 및 제 2 염수 챔버(237 및 238)에 제공되는 1가 이온 스트림을 출력한다. 선택성 격막(601)이 나노필터 유닛일 수 있을 것이다. 1가 이온 스트림은 Na^{+}, Cl^{-}, 등과 같은 하나 이상의 1가 이온을 포함한다. 또한, 급수 스트림이 용기(24)의 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236)에 제공된다.

[0040] 알칼리성 챔버(236)의 출력이 침전 탱크(602)에 제공되고, 이는 침전 탱크(602) 내의 pH 를 Ca 및 Mg 염 및 금속 수산화물을 침전시키기 위한 희망 값까지 증가시킨다. 하나의 실시예에서, 용기(24)로부터의 알칼리성 용액의 첨가 후의 침전 탱크(602) 내의 희망 pH 값은 약 7 내지 14, 바람직하게는 약 8 내지 13, 그리고 보다 바람직하게 약 9 내지 12가 된다. 이어서, 침전물이 침전 탱크(602)로부터 제거되고 그리고 침전 탱크(602) 내에 포함된 잔류 처리수가 냉각탑 보급수 또는 다른 산업적 프로세스를 위해서 이용된다. 제 1 및 제 2 염수 챔버(237 및 238)의 출력은, 냉각탑 보급수로서 또는 다른 산업적 프로세스용으로서, 침전 탱크로부터의 잔류 처리수와 조합된다. 산성 챔버(235)의 산성 용액 출력을 이용하여 냉각탑 용수의 pH를 조정할 수 있고, 침전 탱크(602)로부터 빠져나가는 처리수 스트림의 pH를 조정할 수 있고, 및/또는 용기(24)의 격막을 세정할 수 있다.

[0041] 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 일부 실시예들에서 산성 챔버(235)의 출력의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 산성 챔버(235)로 복귀될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 또한, 알칼리성 챔버(236)의 출력의 전부 또는 일부가 피드 스트림으로서 알칼리성 챔버(236)로 복귀될 수 있다. 이는 산성 및 염기성 용액의 농도가 산성 챔버(235) 및 알칼리성 챔버(236) 내에서 시간 경과에 따라 증가될 수 있게 허용할 것이다. 제 1 염수 챔버(237 및 238)의 출력은, 냉각탑 보급수로서 또는 기타 산업적 프로세스용으로서, 침전 탱크로부터의 잔류 처리수와 조합된다.

[0042] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서, 약 7 사이클보다 더 큰, 높은 농축 사이클에서 동작하는 냉각탑으로부터의 배출수의 제 1 부분, 및 순수가 전해 유닛에 제공된다. 전해 유닛은 배출수의 제 1 부분 및 순수를 이용하여 산성 챔버(235) 내의 산성 용액, 알칼리성 챔버(236) 내의 알칼리성 용액, 및 제 1 및 제 2 챔버(237 및 238) 내의 염수 용액을 생성한다. 냉각탑을 통해서 순환하는 물의 pH 및 알칼리도를 감소시키기 위해서, 산성 용액이 냉각탑에 제공된다. 알칼리성 용액이 침전 탱크(702) 내에서 배출수의 제 2 부분과 혼합되어 칼슘 및 다른 스케일 형성종을 배출수의 제 2 부분으로부터 침전시키고 제거하며, 그에 따라 배출수의 제 2 부분을 연화시킨다. 이어서, 연화된 배출수의 제 2 부분이 냉각탑 보급수로서 복귀된다.

[0043] 하나의 실시예에서, 배출수는 냉각탑을 떠난 후에 나노필터 유닛(701)에 의해서 필터링된다. 나노필터 이후에, 배출수의 제 1 부분이 하나 이상의 1가 이온으로 구성되고 그리고 배출수의 제 2 부분이 하나 이상의 2가 이온으로 구성된다. 일부 실시예들에서, 염수 용액이 연화된 배출수의 제 2 부분으로 첨가되고 그리고 보급수로서 냉각탑으로 복구된다.

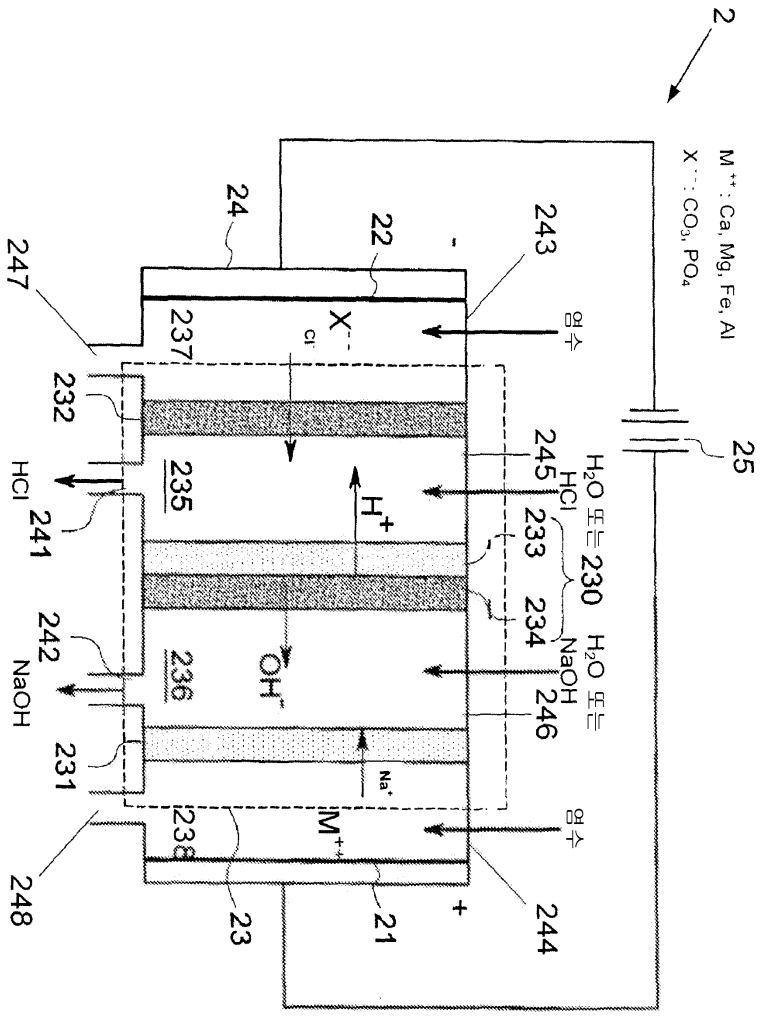
[0044] 전술한 특정 실시예들과 함께 본 발명을 설명하였지만, 많은 대안, 조합, 수정, 및 변경이 당업자에게 자명하다는 것이 분명하다. 따라서, 상기에서 기술된 바와 같은 본 발명의 바람직한 실시예들은 단지 예시적인 것이고 그리고 제한적인 의미를 가지지 않을 것이다. 본 발명의 사상 및 범위를 이탈하지 않고도, 여러 가지 변형이 이루어질 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 전술한 실시예들을 포함할 뿐만 아니라, 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 포함되는 모든 것을 포함할 것이다.

[0045] 이렇게 기술된 설명은 본 발명을 개시하기 위해서 최적 모드를 포함하는 예를 이용하였고, 그리고 또한 임의 당업자가 본 발명을 실행할 수 있게 하는데, 그러한 실행에는 임의 디바이스 또는 시스템을 제조 및 이용하는 것과 임의의 포함된 프로세스를 실시하는 것이 포함된다. 본 발명의 특허받을 수 있는 범위는 특허청구범위에 의해서 규정되고, 그리고 당업자들에 의해서 이루어질 수 있는 다른 예를 포함할 수 있을 것이다. 만약 다른 예가 특허청구범위의 문헌적 언어와 상이하지 않은 구조적 요소를 가진다면, 또는 다른 예가 특허청구범위의 문헌

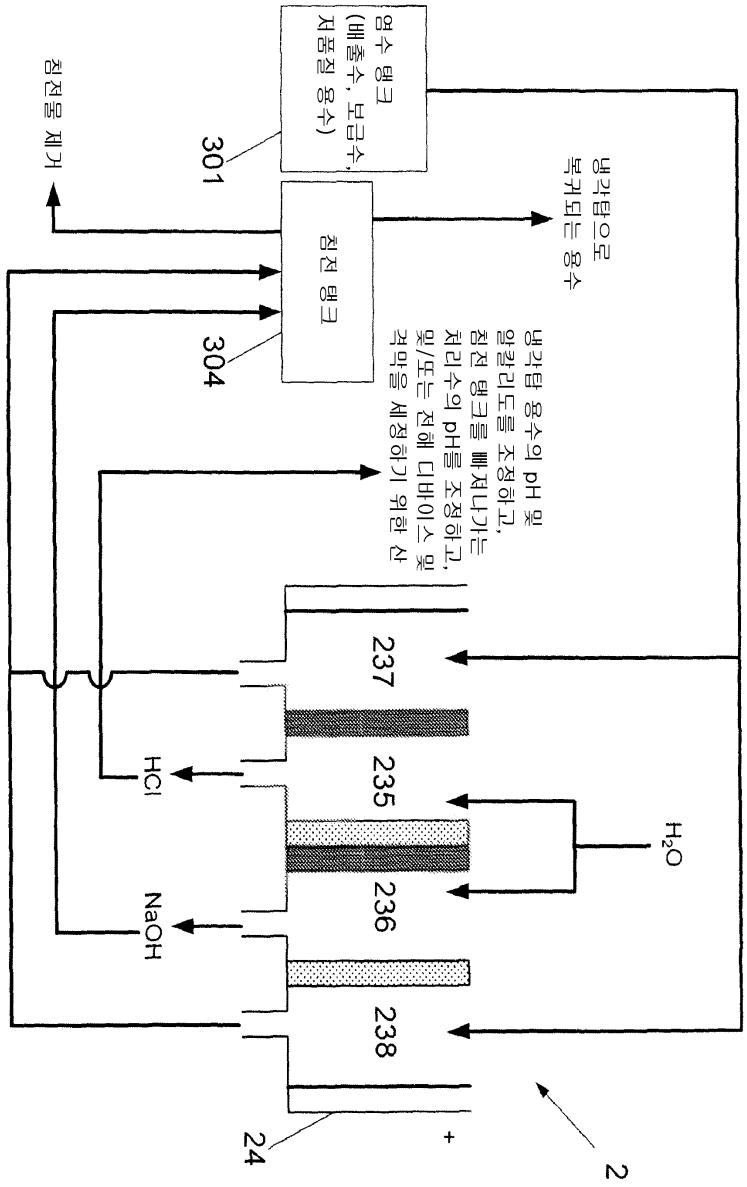
적 언어와 약간 상이한 균등한 구조적 요소를 포함한다면, 그러한 다른 예는 특허청구범위의 범위 내에 포함될 것이다.

도면

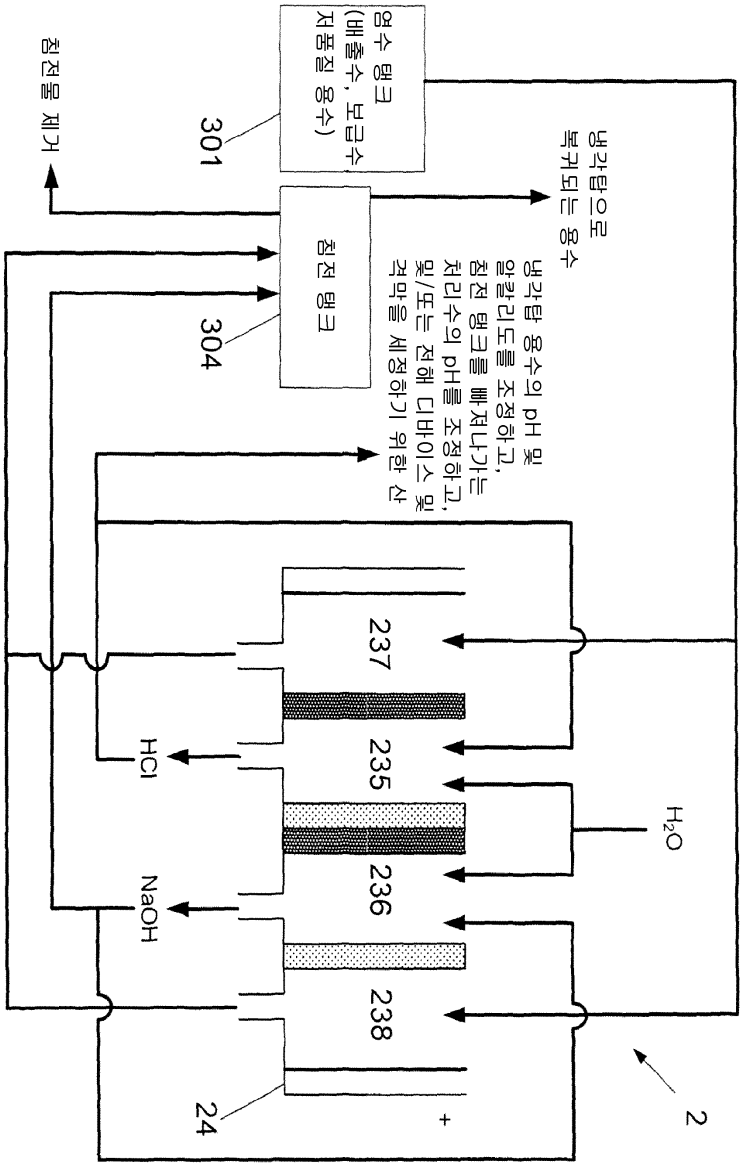
도면1



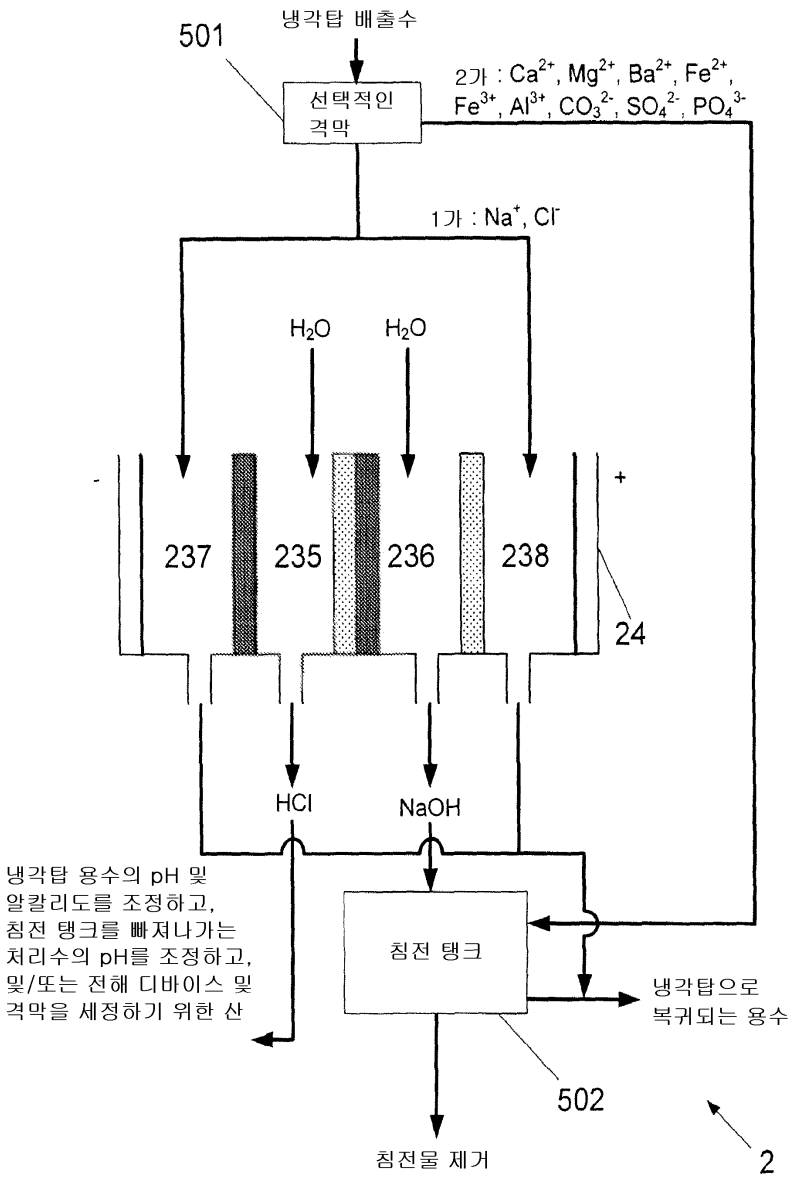
도면2


원수 탱크
(배출수, 보급수,
저품질 용수)
301
침전물 제거
침전 탱크
304
냉각탑으로
복귀되는 용수
냉각탑 용수의 pH 및
알칼리도를 조정하고,
침전 탱크를 빠져나가는
처리수의 pH를 조정하고,
및/또는 전해 디바이스 및
격막을 세정하기 위한 산
237
235
236
238
HCl
NaOH
H_2O
24
+
2

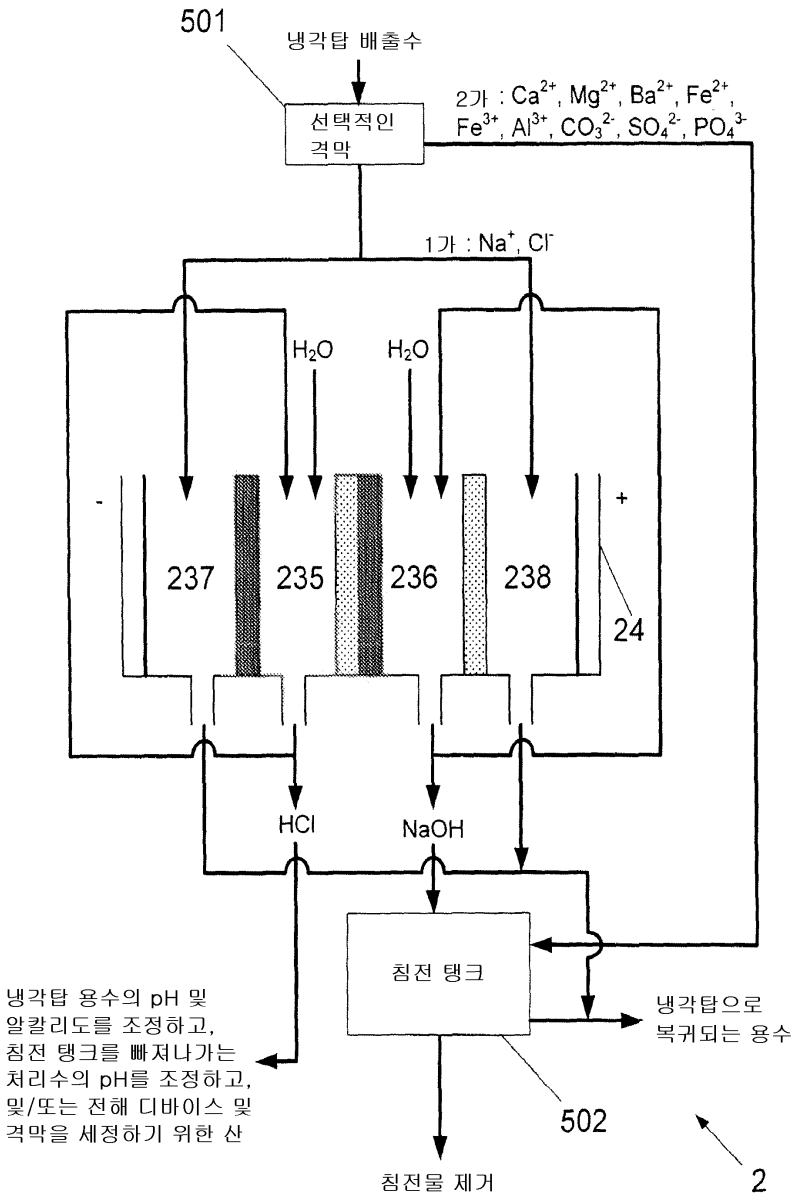
도면3


침전물 제거
301
염수 탱크
(배출수, 보급수,
저품질 용수)
304
침전 탱크
냉각탑으로
복귀되는 용수
냉각탑 용수의 pH 및
알칼리도를 조정하고,
침전 탱크를 빠져나가는
처리수의 pH를 조정하고,
및/또는 전해 디바이스 및
격막을 세정하기 위한 산
237
235
236
238
HCl
NaOH
H_2O
24
+
2

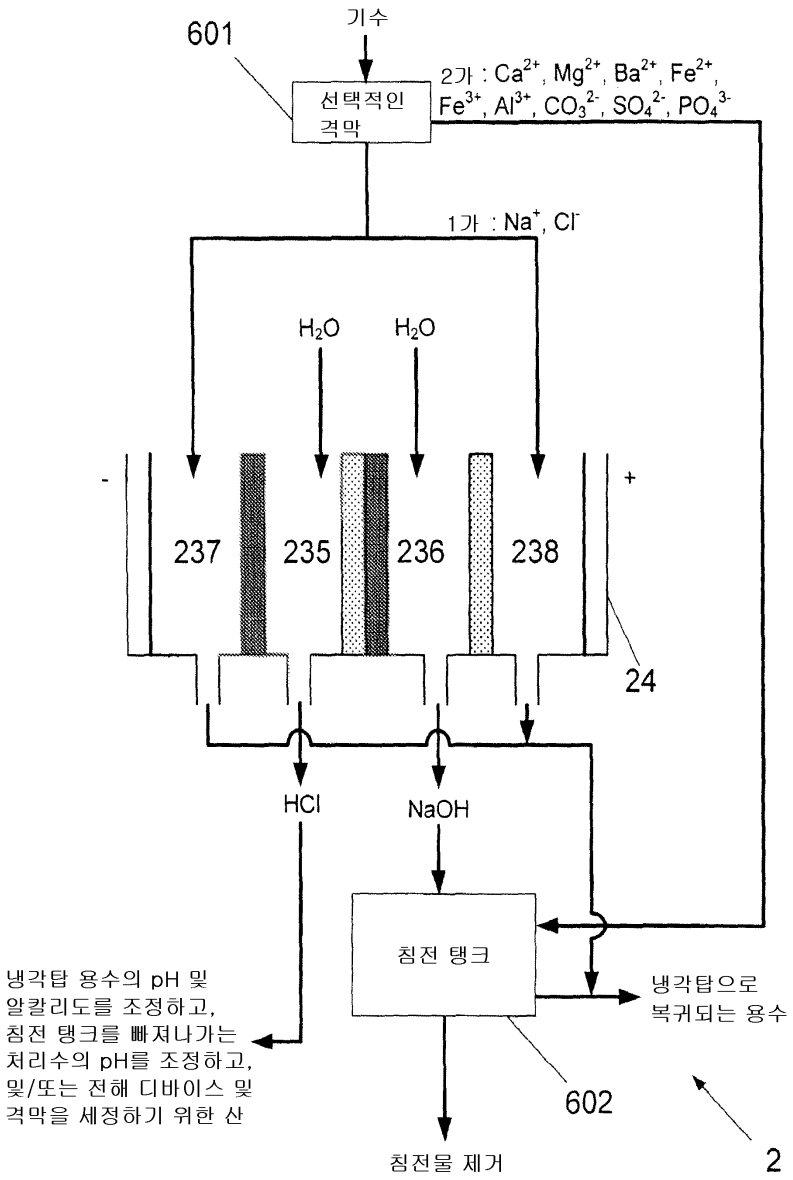
도면4


501
냉각탑 배출수
선택적인 격막
2가 : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
1가 : Na^+, Cl^-
H_2O
H_2O
-
+
237
235
236
238
24
HCl
NaOH
냉각탑 용수의 pH 및 알칼리도를 조정하고, 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하고, 및/또는 전해 디바이스 및 격막을 세정하기 위한 산
침전 탱크
냉각탑으로 복귀되는 용수
502
침전물 제거
2

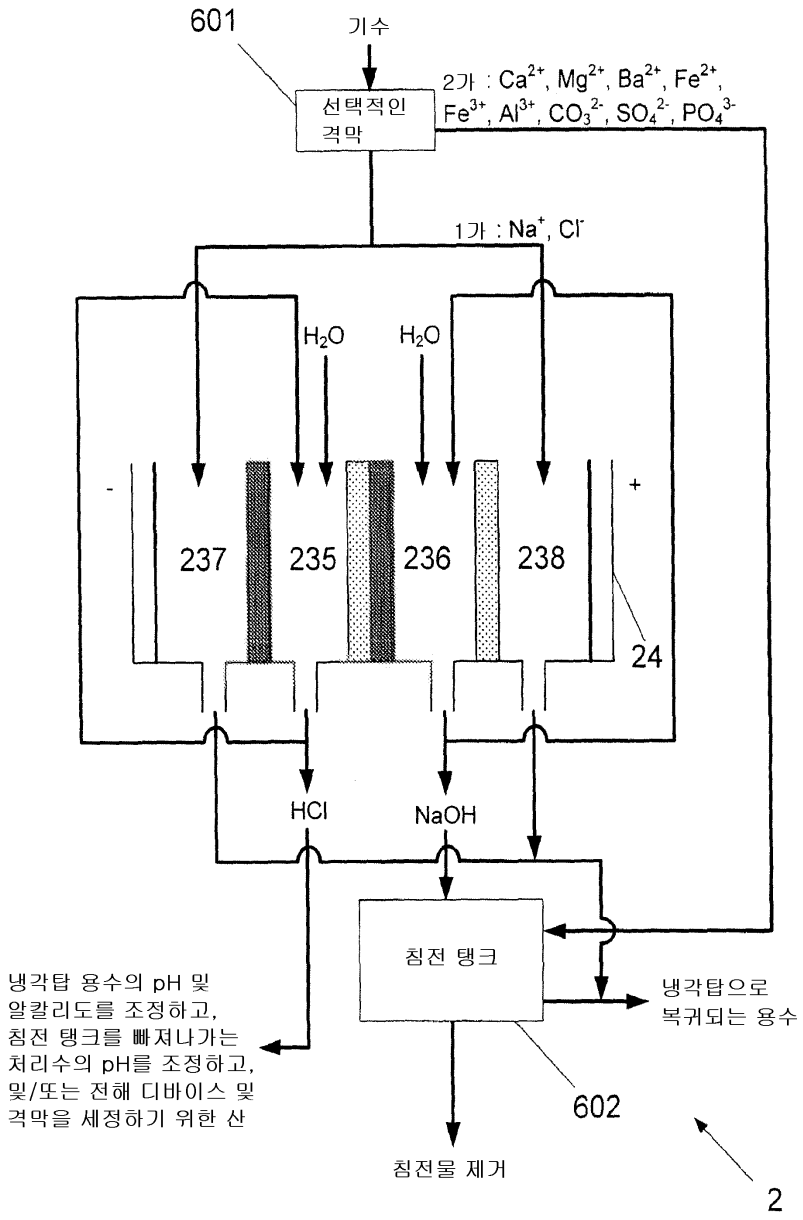
도면5


501
냉각탑 배출수
선택적인 격막
2가 : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
1가 : Na^+, Cl^-
H_2O
H_2O
-
+
237
235
236
238
24
HCl
NaOH
침전 탱크
냉각탑 용수의 pH 및 알칼리도를 조정하고, 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하고, 및/또는 전해 디바이스 및 격막을 세정하기 위한 산
냉각탑으로 복귀되는 용수
502
침전물 제거
2

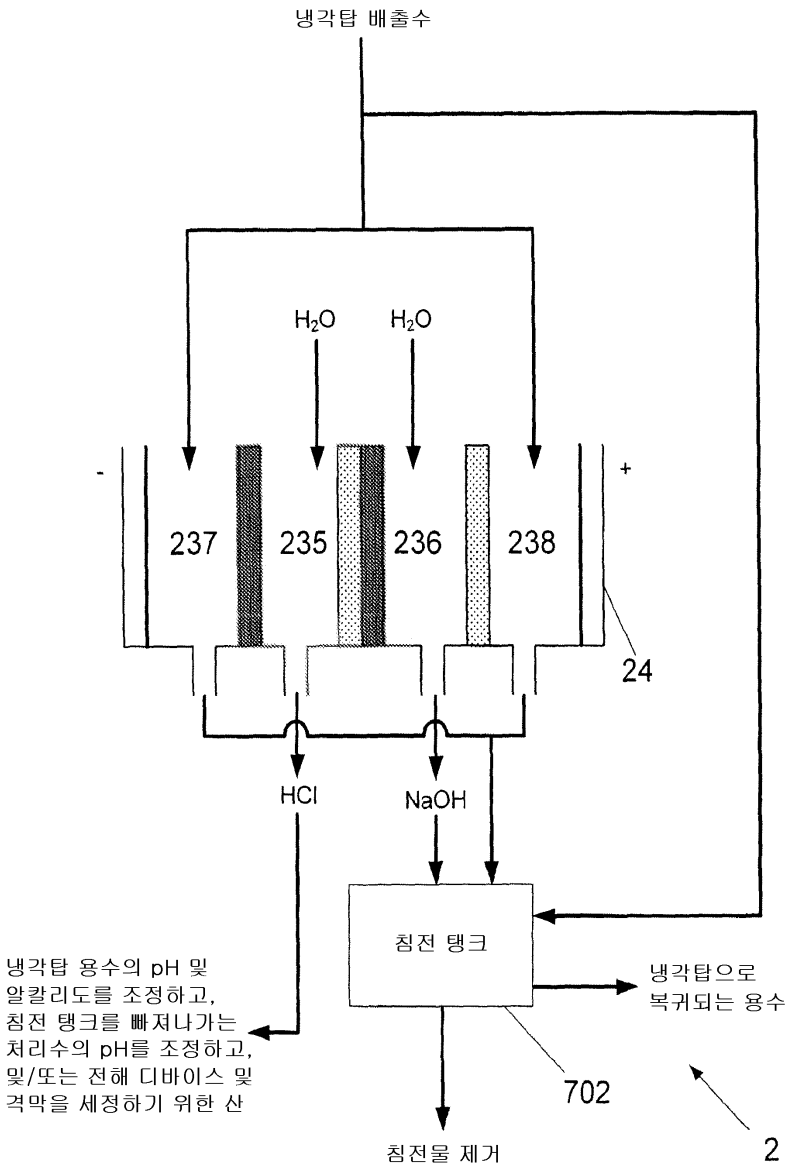
도면6


601
기수
선택적인 격막
2가 : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
1가 : Na^+, Cl^-
H_2O
H_2O
-
+
237
235
236
238
24
HCl
NaOH
침전 탱크
냉각탑 용수의 pH 및 알칼리도를 조정하고, 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하고, 및/또는 전해 디바이스 및 격막을 세정하기 위한 산
냉각탑으로 복귀되는 용수
602
침전물 제거
2

도면7


601
기수
선택적인 격막
2가 : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
1가 : Na^+, Cl^-
H_2O
H_2O
-
+
237
235
236
238
24
HCl
NaOH
침전 탱크
냉각탑 용수의 pH 및 알칼리도를 조정하고, 침전 탱크를 빠져나가는 처리수의 pH를 조정하고, 및/또는 전해 디바이스 및 격막을 세정하기 위한 산
냉각탑으로 복귀되는 용수
602
침전물 제거
2

도면8


냉각탑 배출수
H_2O
H_2O
-
+
237
235
236
238
24
HCl
NaOH
침전 탱크
냉각탑으로
복귀되는 용수
냉각탑 용수의 pH 및
알칼리도를 조정하고,
침전 탱크를 빠져나가는
처리수의 pH를 조정하고,
및/또는 전해 디바이스 및
격막을 세정하기 위한 산
702
2
침전물 제거