

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0067533
(43) 공개일자 2023년05월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/469 (2006.01) B01D 61/42 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C02F 1/4693 (2013.01)
B01D 61/422 (2022.08)
- (21) 출원번호 10-2022-0145616
- (22) 출원일자 2022년11월03일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
17/522,076 2021년11월09일 미국(US)

- (71) 출원인
팔로 알토 리서치 센터 인코포레이티드
미국 캘리포니아주 94304 팔로 알토 코요테 힐 로드 3333
- (72) 발명자
유진 에스. 베
미국 94304 캘리포니아, 팔로 알토 코요테 힐 로드 3333
마이클 베네딕트
미국 94304 캘리포니아, 팔로 알토 코요트 힐 로드 3333
- (74) 대리인
장훈

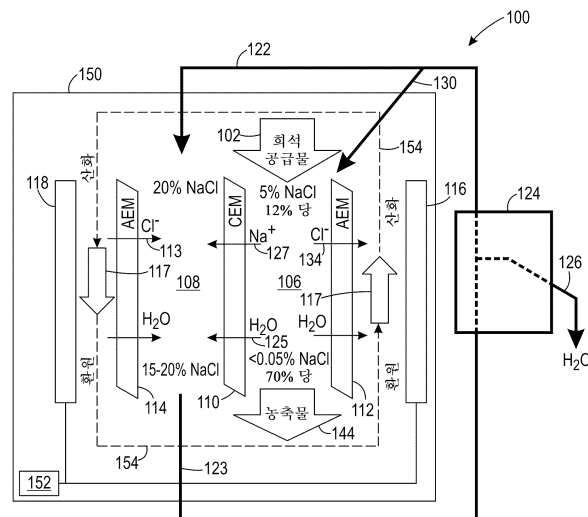
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 유체로부터 용매를 분리하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

전기화학 시스템은 공급물 스트림을 수용하는 제1 저장소를 갖는다. 공급물 스트림은 용매 및 염과 상이한 용질을 포함한다. 제2 저장소는 공급물 스트림보다 더 높은 염 농도를 갖는 염수 스트림을 수용한다. 전극은 가역적 산화환원 반응을 일으키는 산화환원 활성 전해질 재료의 루프와 접촉한다. 반응은 루프가 제1 저장소의 염으로부터 제1 이온을 수용하고 제2 저장소의 염수 스트림으로 제2 이온을 유도하도록 한다. 교번형 3개의 이온 교환 멤브레인은 제1 및 제2 저장소를 정의한다. 제1 저장소로부터 농축물 스트림이 배출되고, 농축물 스트림은 제1 용질 농도 초과와 제2 용질 농도를 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 61/427 (2022.08)

C02F 1/4698 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전기화학 시스템으로서,

공급물 스트림을 수용하는 제1 저장소(상기 공급물 스트림은 용매, 상기 공급물 스트림에서 제1 염 농도를 갖는 염, 및 상기 염과 상이한 제1 용질 농도의 용질을 포함함);

상기 제1 염 농도보다 더 높은 제2 염 농도를 갖는, 염수 스트림을 수용하는 제2 저장소;

제1 산화환원 활성 전해질 재료와 제1 가역적 산화환원 반응을 갖도록 그리고 상기 제1 저장소의 상기 염으로부터 제1 이온을 수용하도록 구성된, 상기 제1 산화환원 활성 전해질 재료의 제1 용액과 접촉하는 제1 전극;

제2 산화환원 활성 전해질 재료와 제2 가역적 산화환원 반응을 갖도록 그리고 상기 제2 저장소의 상기 염수 스트림으로 제2 이온을 유도하도록 구성된, 상기 제2 산화환원 활성 전해질 재료의 제2 용액과 접촉하는 제2 전극;

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 전위를 공급하도록 구성된 에너지원;

상기 제1 저장소와 상기 제2 저장소 사이에 배치된 제1 이온 교환 유형을 갖는 제1 멤브레인;

상기 제1 전극과 상기 제1 저장소 사이에 배치된, 상기 제1 이온 교환 유형과 상이한 제2 이온 교환 유형을 갖는 제2 멤브레인;

상기 제2 전극과 상기 제2 저장소 사이에 배치된 상기 제2 이온 교환 유형을 갖는 제3 멤브레인;

상기 제2 저장소로부터 배출되는 상기 용매 및 제3 염 농도를 포함하는 유출물 스트림(상기 용매는 전기삼투 및 정삼투를 통해 상기 제1 저장소로부터 제거됨); 및

상기 제1 저장소로부터 배출되는, 상기 제1, 제2 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도, 및 상기 제1 용질 농도 초과인 제2 용질 농도를 포함하는 농축물 스트림을 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전기삼투는 상기 제1 및 제2 멤브레인을 통해 상기 제1 저장소로부터 상기 용매의 분자를 끌어내는 염 이온을 포함하는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 정삼투는 상기 제1 저장소의 상기 공급물 스트림보다 더 높은 삼투압을 갖는 상기 제2 저장소의 상기 염수 스트림으로 인한 것인, 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제4 염 농도는 0.05 중량% 미만인, 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 용질은 당을 포함하는, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 용매는 물인, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 용액과 상기 제2 용액은 동일하고, 상기 제1 및 제2 용액은 상기 제1 전극과 상기 제2 전극에 전하가 인가될 때 상기 두 전극 사이에서 순환되는, 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 저장소, 상기 제2 저장소, 상기 제1 유형의 멤브레인, 및 상기 제2 유형의 멤브레인은 셀을 형성하고, 상기 시스템은 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 함께 결합된 복수의 셀을 포함하는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 염수 스트림의 일부는 상기 제1 저장소에 공급되는, 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 염수 스트림을 재생하도록 그리고 상기 용매를 포함하는 폐수 스트림을 생성하도록 구성되고 상기 유출물 스트림에 결합된 액체 농축기를 추가로 포함하는, 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 액체 농축기는 산화환원 셔들을 이용하는 전기화학 액체 재생기인, 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제1 멤브레인 및 상기 제2 멤브레인은 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제1 세트를 갖고, 상기 제3 멤브레인은 상기 제1 세트의 특성과 상이한 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖고, 상기 시스템은:

상기 제2 멤브레인 및 상기 제1 이온 교환 유형 및 상기 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖는 제4 멤브레인에 의해 정의되고, 상기 염수 스트림의 제2 부분은 상기 제3 저장소에 투입되는, 제3 저장소;

상기 제4 멤브레인 및 상기 제2 이온 교환 유형 및 상기 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖는 제5 멤브레인에 의해 정의되고, 상기 염수 용액의 제3 부분은 상기 제4 저장소에 투입되는, 제4 저장소;

상기 제3 저장소로부터 배출되는, 상기 용매 및 제5 염 농도를 포함하는 제2 유출물 스트림(상기 용매는 전기삼투 및 정삼투를 통해 상기 제1 및 제4 저장소로부터 상기 제3 저장소로 이동됨);

상기 제4 저장소로부터 배출되는 제6 염 농도를 포함하는 용매 스트림을 추가로 포함하는, 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 유출물 스트림과 상기 제2 유출물 스트림은 합쳐져 상기 제2, 제3 및 제4 저장소로 투입되는 염수 스트림으로 재순환되는, 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 저장소 및 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 멤브레인은 재생 셀을 형성하고, 상기 시스템은 제1 재생 셀의 상기 제4 멤브레인과 상기 제1 재생 셀의 상기 제4 저장소를 정의하는 제2 재생 셀의 상기 제3 멤브레인에 의해 함께 결합된 복수의 재생 셀을 포함하는, 시스템.

청구항 15

제1 염 농도를 포함하는 공급물 스트림을 전기화학 셀의 제1 이온 교환 멤브레인 및 제2 이온 교환 멤브레인에 의해 정의된 제1 저장소에 투입하는 단계(상기 제2 이온 교환 멤브레인은 상기 제1 이온 교환 멤브레인과 상이한 유형의 멤브레인이고, 상기 공급물 스트림은 상기 염과 상이한 제1 용질 농도의 용질을 가짐);

상기 제1 염 농도보다 더 높은 제2 염 농도를 포함하는 제2 유체 스트림을 상기 전기화학 셀의 제2 저장소에 투입하는 단계(상기 제2 저장소는 상기 제1 이온 교환 멤브레인 및 제3 이온 교환 멤브레인에 의해 정의되고, 상기 제3 이온 교환 멤브레인과 상기 제2 이온 교환 멤브레인은 동일한 유형임);

상기 전기화학 셀의 제1 전극 및 제2 전극에 외부 전압을 인가하는 단계;

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 산화환원 활성 전해질 재료를 포함하는 용액을 순환시키는 단계(상기 산화환원 활성 전해질 재료는 상기 제1 전극과 접촉할 때 환원되고 상기 제2 전극과 접촉할 때 산화됨);

상기 산화환원 활성 전해질 재료의 환원 및 산화에 응답하여, 상기 제1, 제2 및 제3 이온 교환 멤브레인을 가로질러 이온을 수송하여 전기삼투 및 정삼투를 통해 상기 제1 저장소로부터 용매 및 염을 제거하는 단계;

상기 제2 저장소로부터 상기 제2 염 농도와 상이한 제3 염 농도를 포함하는 유출물 스트림을 배출하는 단계; 및

상기 제1 저장소로부터 상기 제1 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도, 및 상기 제1 용질 농도 초과 및 제2 용질 농도를 포함하는 농축물 스트림을 배출하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제2 유체 스트림의 일부를 상기 제1 저장소에 공급하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 전기삼투는 상기 제1 및 제2 멤브레인을 통해 상기 제1 저장소로부터 상기 용매의 분자를 끌어내는 염 이온을 포함하는, 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 정삼투는 상기 제1 저장소의 상기 공급물 스트림보다 더 높은 삼투압을 갖는 상기 제2 저장소의 상기 제2 유체 스트림으로 인한 것인, 방법.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 산화환원 활성 전해질 재료를 포함하는 용액은 상기 제1 및 제2 저장소로부터 멀어지는 방향으로 향하는 상기 제1 및 제3 이온 교환 멤브레인의 측면 사이에서 순환되는, 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 용질은 당을 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 산화환원 유동 전기화학 분리 장치를 사용하여 유체로부터 물과 같은 용매를 제거하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일부 산업은 용액으로부터 용매(예를 들어, 물, 알코올)를 제거하는 공정을 이용한다. 예를 들어, 식품 및 음료 산업은 주스 농축, 분말 음료 제조, 유청 가공 등과 같이 농축시켜 배송하기 쉬운 식품을 생성하기 위해 물을 제거하기를 원할 수 있다. 이러한 예에서는, 농축된 스트림이 생산자에게 가치가 있다. 폐수 처리 공장은 또한 폐수 스트림으로부터 깨끗한 물을 추출하기를 원할 수 있다. 이 경우에는, 농축물이 아닌 용매 자체가 프로세서에 가치가 있다.

[0003] 용매 제거는 현재, 용매를 증발시키는 방법(열), 고압 하에서 용매만을 여과하는 방법(역삼투), 또는 멤브레인을 가로질러 용매를 더 높은 삼투 포텐셜의 유도용액으로 추출하는 방법(정삼투)과 같은 다수의 방법으로 수행될 수 있다. 열 에너지를 사용하면 종종 최종 생성물에 영향을 줄 수 있고(예를 들어, 열이 식품의 맛을 변경시킬 수 있음) 또한 상당한 양의 에너지를 사용한다. 정삼투 및 역삼투는 반드시 스트림을 가열하는 것은 아니지만, 구현하는 데 비용이 더 많이 들 수 있다.

발명의 내용

[0004] 본원에 기술된 구현예는 전기투석장치에 관한 것이다. 일 구현예에서, 전기화학 시스템은 공급물 스트림을 수송하는 제1 저장소를 포함한다. 공급물 스트림은 용매, 공급물 스트림에서 제1 염 농도를 갖는 염, 및 염과 상이한 제1 용질 농도의 용질을 포함한다. 제2 저장소는 제1 염 농도보다 더 높은 제2 염 농도를 갖는 염수 스트림을 수용한다. 제1 전극은 제1 산화환원 활성 전해질 재료와 제1 가역적 산화환원 반응을 갖도록 그리고 제1 저장소의 염으로부터 제1 이온을 수용하도록 구성되고 제1 산화환원 활성 전해질 재료의 제1 용액과 접촉한다.

제2 전극은 제2 산화환원 활성 전해질 재료와 제2 가역적 산화환원 반응을 갖도록 그리고 제2 저장소의 염수 스트림으로 제2 이온을 유도하도록 구성되고 제2 산화환원 활성 전해질 재료의 제2 용액과 접촉한다. 에너지원은 제1 및 제2 전극에 전위를 공급하도록 구성된다. 제1 이온 교환 유형을 갖는 제1 멤브레인은 제1 저장소와 제2 저장소 사이에 배치된다. 제1 이온 교환 유형과 상이한 제2 이온 교환 유형을 갖는 제2 멤브레인은 제1 전극과 제1 저장소 사이에 배치된다. 제2 이온 교환 유형을 갖는 제3 멤브레인은 제2 전극과 제2 저장소 사이에 배치된다. 용매 및 제3 염 농도를 포함하는 유출물 스트림은 제2 저장소로부터 배출된다. 용매는 전기삼투 및 정삼투를 통해 제1 저장소로부터 제거된다. 농축물 스트림은 제1 저장소로부터 배출된다. 농축물 스트림은 제1, 제2 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도, 및 제1 용질 농도 초과와 제2 용질 농도를 갖는다.

[0005] 다른 구현에는 제1 염 농도를 포함하는 공급물 스트림을 전기화학 셀의 제1 이온 교환 멤브레인 및 제2 이온 교환 멤브레인에 의해 정의된 제1 저장소에 투입하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 제2 이온 교환 멤브레인은 제1 이온 교환 멤브레인과 상이한 유형의 멤브레인이다. 공급물 스트림은 염과 상이한 제1 용질 농도의 용질을 갖는다. 이 방법은 제1 염 농도보다 더 높은 제2 염 농도를 포함하는 제2 유체 스트림을 전기화학 셀의 제2 저장소에 투입하는 단계를 추가로 포함한다. 제2 저장소는 제1 이온 교환 멤브레인 및 제3 이온 교환 멤브레인에 의해 정의된다. 제3 이온 교환 멤브레인과 제2 이온 교환 멤브레인은 동일한 유형이다. 외부 전압이 전기화학 셀의 제1 및 제2 전극에 인가된다. 산화환원 활성 전해질 재료를 갖는 용액은 제1 전극과 제2 전극 사이에서 순환된다. 산화환원 활성 전해질 재료는 제1 전극과 접촉할 때 환원되고 제2 전극과 접촉할 때 산화된다. 산화환원 활성 전해질 재료의 환원 및 산화에 응답하여, 이온은 제1, 제2 및 제3 이온 교환 멤브레인을 가로질러 수송되어, 전기삼투 및 정삼투를 통해 제1 저장소로부터 용매 및 염을 제거한다. 유출물 스트림은 제2 저장소로부터 배출되고, 제2 염 농도와 상이한 제3 염 농도를 갖는다. 농축물 스트림은 제1 저장소로부터 배출된다. 농축물 스트림은 제1 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도, 및 제1 용질 농도 초과와 제2 용질 농도를 포함한다.

[0006] 상기 요약은 본 발명의 각각의 개시된 구현에 또는 모든 구현예를 기술하기 위한 것이 아니다. 아래의 도면 및 상세한 설명은 예시적인 구현예를 보다 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 이하의 논의는 다음의 도면을 참조하고, 동일한 참조 번호는 다수의 도면에서 유사한/동일한 구성요소를 식별하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 주어진 도면에서 소정 구성요소를 지시하기 위한 번호의 사용은 동일한 번호로 표시된 다른 도면 내의 해당 구성요소를 제한하기 위한 것이 아니다. 도면은 반드시 일정한 축적으로 작성된 것은 아니다.

도 1은 예시적인 구현예에 따른 산화환원 유동 전기화학 용매 제거 스택 및 시스템의 도면이다.

도 2는 다른 예시적인 구현예에 따른 산화환원 유동 전기화학 용매 제거 스택 및 시스템의 도면이다.

도 3 및 도 4는 예시적인 구현예에 따른 처리 시스템으로의 다수의 용매 제거 스택의 연결을 도시하는 도면이다.

도 5는 특정 구현예에 따른 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 정삼투 및 전기삼투의 조합을 사용하여 공급물 스트림으로부터 용질(예를 들어, 염)을 전기화학적으로 제거함으로써 공급물 스트림으로부터 물을 제거하기 위한 시스템 및 방법이 기술된다. 공급물 스트림은 선택적으로, 전기화학적 염 제거 시스템으로 도입 전에, 공급물 스트림에 이미 존재하는 용질과 동일하거나, 상이하거나, 또는 일부 조합된 용질이 풍부할 수 있다. 도 1에서, 다양한 구현예에 따른 유체 및 이온 이동을 예시하는 전기화학 액체 재생기(100)를 도시한다. 전기화학 장치(150)는 2개의 전극(116, 118), 적어도 3개의 이온 교환 멤브레인(110, 112, 114), 에너지 공급부(152), 반응 혼합물, 및 수용 유체를 포함한다.

[0009] 제1 전극(116)은 제1 산화환원 활성 전해질 재료와 제1 가역적 산화환원 반응을 갖도록 구성되고 제1 산화환원 활성 전해질 재료의 제1 용액과 접촉한다. 제2 전극(118)은 제2 산화환원 활성 전해질 재료와 제2 가역적 산화환원 반응을 갖도록 구성되고 제2 산화환원 활성 전해질 재료의 제2 용액과 접촉한다. 단순화를 위해, 제1 및 제2 산화환원 활성 전해질 재료는 산화환원 활성 전해질 재료를 포함하는 산화환원 서플 용액(117)으로서 도 1에 도시되어 있다.

- [0010] 산화환원 서틀 용액의 예는 1,1'-비스((3-트리메틸암모니오)프로필)페로센($[\text{BTMAP-Fc}]^{2+}$)과 1,1'-비스((3-트리메틸암모니오)프로필)페로세늄($[\text{BTMAP-Fc}]^{3+}$), 또는 1,1'-비스((3-디메틸에틸암모니오)프로필)페로센($[\text{BDMEAP-Fc}]^{2+}$)과 1,1'-비스((3-디메틸에틸암모니오)프로필)페로세늄($[\text{BDMEAP-Fc}]^{3+}$)(이들은 독성이 없고, 매우 안정하며, 매우 빠른 전기화학적 동역학 및 무시할 수 있는 멤브레인 투과성을 가짐), 또는 페로시아나이드/페리시아나이드($[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$)를 포함한다. 예시적인 산화환원 서틀 용액에 대한 추가 세부사항은 2021년 7월 30일에 출원된 공동 소유의 미국 특허 출원 제17/390,600호(대리인 문서 번호 20210171US01/0600.382US01)에서 확인할 수 있으며, 그 전체가 참고로 본원에 포함된다.
- [0011] 산화환원 서틀(117)은 루프(154)에 의해 도시된 바와 같이 2개의 전극(116, 118) 사이에서 순환된다. 에너지 공급부(152)에 의해 각각의 전극(116, 118)에 전위가 인가되는 경우, 산화환원 서틀은 제1 전극(예를 들어, 116)에서 산화되고 반대 전극(예를 들어, 118)에서 환원된다. 에너지 공급부(152)는 배터리, 광전지 패널, 갈바닉 셀, 전위 가변기(potentiostat), AC/DC 전력 변환기 등과 같은 임의의 다양한 직류(DC) 에너지 공급부일 수 있고, 극성은 전체적으로 동일하게 유지되거나 주기적으로 역전될 수 있고, 에너지 공급은 전기화학 장치(150) 내에 포함되거나 외부에 있을 수 있고 장치(150)에 결합될 수 있다. 따라서, 서틀(117)이 전극 사이에서 순환함에 따라, 서틀(117)의 부분은 산화환원 상태 사이에서 연속적으로 교번한다. 특정 구현예에서, 각각의 전극(116, 118)은 동일한 산화환원 서틀 용액(117)이 루프에서 유동되는 대신에 별개의 산화환원 활성 용액과 접촉할 수 있다. 별개의 산화환원 활성 용액은 동일한 산화환원 활성 전해질 재료 또는 상이한 산화환원 활성 전해질 재료를 가질 수 있다. 상이한 산화환원 활성 용액이 각각의 전극(116, 118)에 사용되는 경우, 에너지 공급은 전극에 공급되는 전위를 주기적으로 역전시켜, 각각의 산화환원 활성 전해질 재료 용액의 전하 상태(즉, 환원된 상태에 비해 산화된 상태에 있는 각각의 용액 내의 산화환원 활성 전해질 재료의 비율)를 복원할 수 있다.
- [0012] 교환된 이온의 유형에서 교번하는, 3개 이상의 이온 교환 멤브레인이 전극(116, 118) 사이에 배치된다. 예를 들어, 3개의 멤브레인 중에서, 중심 멤브레인(110)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 제2 제3 음이온 교환 멤브레인(112, 114)에 의해 축적된 양이온 교환 멤브레인일 수 있다. 그러나, 다른 구현예에서, 중심의 제1 멤브레인은 음이온 교환 멤브레인일 수 있고, 제2 및 제3 멤브레인은 양이온 교환 멤브레인일 수 있다. 멤브레인(110, 112, 114)은 전기화학 장치(150)에서 채널 또는 저장소를 정의한다. 알 수 있는 바와 같이, 제1 멤브레인(110) 및 제2 멤브레인(112)은 본 예에서 담수화 챔버로서 구성되는 제1 저장소(106)를 정의한다. 제3 멤브레인(114)과 조합하여, 제1 멤브레인(110)은 또한, 본 예에서 염(또는 농축물) 채널로서 구성되는 제2 저장소(108)를 정의한다. 멤브레인(110, 112, 114)은 이온 선택적일 뿐만 아니라 물 투과적이고, 유기 용매에 불용성이고, 반응 혼합물 및/또는 생성물에서 불활성(예를 들어, 화학적으로 변하지 않음)이다. 특정 구현예에서, 멤브레인은 멤브레인을 가로지르는 정삼투 물 수송의 속도를 최대화하기 위해 가능한 한 얇다(예를 들어, 10 내지 50 μm). 특정 구현예에서, 멤브레인은 멤브레인 자체에 통합된 중합체 메쉬로 강화되고, 다른 구현예에서, 멤브레인은 보장되지 않는다.
- [0013] 공급물 스트림(102)은 전기화학 장치(150)의 제1 저장소(106)에 투입된다. 공급물 스트림(102)은 적어도 용매(본 예에서 물) 및 제1 염 농도(본 예에서 약 5 중량%)를 갖는 염(본 예에서 NaCl뿐만 아니라, Na_2SO_4 , CaCl_2 , KCl, 및 "염"의 화학 정의에서 임의의 다른 이온성 염)을 포함한다. 공급물 스트림(102)은 또한 제1 용질 농도의 용질을 포함하고, 용질은 염과 상이하다. 본 예에서, 용질은 약 12% 농도의 당이고, 임의의 유형의 당 또는 이들의 조합(예를 들어, 수크로스, 프룩토스, 텍스트로스 등)일 수 있다. 다른 용질은 식품 용질 또는 입자, 폐기물, 완충제, 아미노산, 염수 스트림(122)에 사용된 염과 상이한 염, 공급물 스트림 내에서 화학 반응을 촉진하는 데 사용되는 촉매, 글리세롤, 에틸렌 글리콜 등을 포함할 수 있다. 염수 스트림(122)은 전기화학 장치(150)의 제2 저장소(108)로 투입된다. 염수 스트림은 제1 농도보다 더 높은 제2 염 농도(약 20%)를 갖는다. 공급물 스트림(102)이 전기화학 장치(150)의 제1 저장소(106)에 들어갈 때, 농축된 염수의 일 부분(130)은 공급물 스트림(102)과 선택적으로 혼합된다.
- [0014] 전위가 전극(116, 118)에 인가될 때, 산화환원 서틀(117)은 하나의 전극(116)에서 산화되고 다른 전극(118)에서 환원되어, 염 이온(127)을 제1 저장소(106)의 공급물 스트림(102)으로부터 제2 저장소(108)의 염수 스트림(122)으로 유도한다. 특히, 제1 전극(116)에서 산화환원 서틀(117)은 제1 저장소(106)의 염으로부터 적어도 하나의 이온(134)을 수용한다. 제2 전극(118)에서 산화환원 서틀(117)은 적어도 하나의 이온(133)을 제2 저장소(108)의 염수 스트림(122)으로 유도하고, 전하는 제1 저장소(106)의 공급물 스트림(102)으로부터 중심 멤브레인

(110)을 가로질러 제2 저장소(108)의 염수 스트림(122)으로 이온(133, 134)과 반대 부호의 전하를 갖는 적어도 하나의 이온(127)을 유도함으로써 균형을 이룬다.

[0015] 제1 저장소(106)로부터 제2 저장소(108)로 이동하는 이온(127)은 또한, 전기삼투로 알려진 현상으로 중심 멤브레인(110)을 가로질러 이들 이온과 함께 용매 분자(예를 들어, 물(125))를 끌게 될 것이다. 제2 저장소(108)의 염수 용액(122)이 공급물 스트림(102)보다 더 높은 삼투 압력을 갖고 따라서 유도 용액으로서 또한 작용하기 때문에 물(125)은 또한 정삼투를 통해 제1 저장소(106)를 떠나 제2 저장소(108)로 들어간다. 그 결과, 물(125) 및 제3 염 농도를 포함하는 유출물 스트림(123)은 제2 저장소(108)로부터 배출된다. 이 경우, 유출물 스트림(123)의 농도는 투입된 염수 스트림(122)의 농도 이하일 수 있다(예를 들어, 전자의 경우 15 내지 20% 대 후자의 경우 20%). 수송된 염과 물의 비율에 따라, 이러한 스트림은 농도가 희석되거나 희석되지 않을 수 있지만, 이는 더 많은 양(또는 빠져나가는 유량)을 가질 것이다. 여기서 그리고 다른 곳에서 사용된 용어 "유출물"은 제한이 아닌 예시의 목적으로 사용된다는 점에 유의한다. 일부 경우에, 유출물로서 기술된 스트림은 재사용, 유지, 재처리 등이 될 수 있고, 전체 유체 처리 시스템의 일부로서 그 자체가 일부 가치를 가질 수 있다. 다른 경우에, 유출물 스트림은 폐기물로 폐기될 수 있다.

[0016] 제1 저장소(106)를 통한 공급물 스트림(102)의 처리는 농축물 스트림(144)이 제1 저장소(106)를 빠져나가게 한다. 농축물 스트림(144)은 제1 저장소로부터 제1, 제2 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도(예를 들어, 0.05% 미만)를 포함한다. 농축물 스트림(144)은 또한 공급물 스트림(102)보다 더 높은 용질 농도를 갖는다(예를 들어 전자의 경우 70% 및 후자의 경우 12%). 최종 결과는 공급물 스트림(102)으로부터 염수 용액(122)으로 물을 수송하는 것이다. 유출물 스트림(123)은 본원에서 액체 농축기로도 지칭되는, 장치(124)에 의해 표시된 바와 같이, 다수의 가능한 방법 중 하나 이상을 사용하여 재생된다(원래의 농도 및 양으로 복원됨). 유출물 스트림(123)은 흡수된 물을 증발시켜 장치(124)에서 열적으로 재생되거나, 역삼투에 의해, 또는 전기투석 또는 산화환원 서틀을 사용하는 또 다른 전기화학 장치를 사용하여 전기화학적으로 재생될 수 있다. 장치(124)의 배출물은 주로 공급물 스트림(102)의 물 또는 주요 용매를 포함하는 배출물 스트림(126)이다.

[0017] 유출물 스트림(123)은 또한 용매가 공급물 스트림으로부터 제거되는 동일한 전기화학 스택(또는 일련의 동일한 스택)에서 재생될 수 있다. 도 2에서, 도면은 다른 예시적인 구현예에 따른 염수 재생 특징부를 포함하는 산화환원 보조 용매 제거 스택(200)을 도시한다. 장치(200)는 도 1에 도시되고 기술된 것과 유사한 제1 저장소(106), 공급물 스트림(102), 제2 저장소(108), 염수 스트림(122), 제1 전극(116), 제2 전극(118), 산화환원 활성 전해질 재료 서틀(117), 제1 저장소(106), 제2 저장소(108), 제1 멤브레인(110), 제2 멤브레인(112), 제3 멤브레인(114), 유출물 스트림(123), 및 농축물 스트림(144)을 포함한다. 스택(200)은 또한 에너지 공급부(152)와 같은, 명확성을 위해 도시되지 않은 다른 구성요소를 포함할 것이다.

[0018] 본 예에서, 제1 및 제2 멤브레인(110, 112)은 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제1 세트를 갖는다. 제3 멤브레인(114)은 제1 세트의 특성과 상이한 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖는다. 시스템(200)은 제2 멤브레인(112) 및 제1 이온 교환 유형(본 예에서 제1 멤브레인(110), CEM과 동일한 유형)을 갖는 제4 멤브레인(204)에 의해 정의된 제3 저장소(202)를 추가로 포함한다. 제4 멤브레인(204)은 또한 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖는다. 염수 스트림(122)의 제2 부분(206)은 제3 저장소(202)에 투입된다.

[0019] 제4 저장소(208)는 제4 멤브레인(204) 및 제2 이온 교환 유형(본 예에서 AEM) 및 전기삼투 및 삼투 수송 특성의 제2 세트를 갖는 제5 멤브레인(210)에 의해 정의된다. 염수 용액(122)의 제3 부분(212)은 제4 저장소(208)에 투입된다. 용매 및 제5 염 농도를 포함하는 제2 유출물 스트림(214)이 제3 저장소(202)부터 배출된다. 용매는 제1 및 제4 저장소(106, 208)로부터 전기삼투 및 정삼투를 통해 제3 저장소(202)로 이동된다. 제6 염 농도를 갖는 용매 스트림(216)은 제4 저장소(208)부터 배출된다.

[0020] 스택(200)은 공급물 스트림(102)을 감싸는 멤브레인 쌍(110, 112)의 대향 측면에 한 쌍의 반대 유형(음이온 대 양이온 또는 양이온 대 음이온) 이온 교환 멤브레인(114, 204)을 추가함으로써 염수 재생을 가능하게 한다. 이온 교환 멤브레인의 외부 쌍(114, 204)은 이온 교환 멤브레인의 내부 쌍(110, 112)보다 제2, 상이한 세트의 전기삼투 및 삼투 수송 특성을 갖도록 선택된다. 제5 멤브레인(210)은 또한 이러한 제2 전기삼투 및 삼투 수송 특성을 갖고, 제1 전극(116)에서 산화환원 서틀(117)과 함께 원하는 이온 교환을 얻기 위해 포함된다. 공급물 스트림(102)은 이온 교환 멤브레인의 내부 쌍(110, 112)에 의해 경계 지어진 저장소/챔버(106) 내로 유동되고, 염수 용액(122)은 나머지 저장소/챔버(108, 202, 208) 내로 유동된다. 멤브레인은 낮은 전기삼투 및 삼투 수송 특성을 갖는 2개의 멤브레인에 의해 경계 지어지는 저장소/챔버(208)가 또 다른 담수화 챔버를 형성하도록 배열된다. 이에 의해, 이러한 챔버에 들어가는 염수 용액(212)의 부분은 최소한의 물 손실로 탈염되어, 전기화학

스택(200)을 빠져나가는 용매 스트림(216)(물 스트림)을 형성한다. 최종 결과는 희석 공급물 스트림을 수용하고, 2개의 스트림(농축된 생성물 스트림(144), 및 매우 낮은 염 함량을 갖는 물/용매 스트림(216)(예를 들어, 둘 모두에 대해 0.05% 미만))을 배출하는 단일 스택이다.

[0021] 상기 기술된 전기화학 스택은 처리 규모 및/또는 원하는 용매 제거량에 따라 다양한 방식으로 조합될 수 있다. 도 3에서, 도면은 예시적인 구현예에 따른 병렬 스택 배열을 도시한다. 희석 공급물 저장소(300)는 매니폴드(302) 또는 다른 유체 분배 경로에 결합되어 유체가 2개 이상의 전기화학 스택(304, 305)으로 공급된다. 스택(304, 305)이 도 1에 도시된 바와 같이 구성되는 경우, 이들은 각각 전용 염 재생 장치(장치(124) 참조)를 가질 수 있거나 단일(일반적으로 연결된) 염 재생 장치를 공유할 수 있다. 스택(304, 305)의 농축물 스트림(306, 307)은 사용 또는 하류 처리를 위해 농축물 저장소(308)로 보내지거나, 예를 들어, 폐수 스트림으로서 배출될 수 있다. 용매 스트림(310, 311)은 배출되지만, 사용 또는 하류 처리를 위해 저장소, 보관 탱크 등에 또한 보관될 수 있다. 도 3에 도시된 시스템은 스택(304, 305)에서 전기화학 반응을 구동하고 당업계에 알려진 바와 같은 유체 펌프(미도시)를 구동하기 위한 전기를 포함하는 다른 입력을 이용할 수 있다.

[0022] 도 3에서, 도면은 예시적인 실시예에 따른 직렬 스택 배열을 도시한다. 희석 공급물 저장소(400)는 공급물 스트림(402)을 제2 전기화학 스택(405)에 직렬로 연결되는 제1 전기화학 스택(404)에 제공한다. 스택(404, 405)이 도 1에 도시된 바와 같이 구성되는 경우, 이들은 각각 전용 염 재생 장치(장치(124) 참조)를 가질 수 있거나 단일 염 재생 장치를 공유할 수 있다. 제1 스택(404)의 농축물 스트림(406)은 공급물 스트림으로서 제2 스택(405)으로 공급되며, 이는 농축물 스트림(406)보다 더 높은 농도의 용질을 갖는 자체 농축물 스트림(407)을 배출한다. 용매 스트림(410, 411)은 배출되지만, 하류 처리의 사용을 위해 저장소, 보관 탱크 등에 또한 보관될 수 있다. 스택(404, 405)이 도 1에 도시된 바와 같이 구성되는 경우, 이들은 각각 그 자체의 전용 염 재생 장치(장치(124) 참조)를 가질 수 있거나 단일 염 재생 장치를 공유할 수 있다. 도 4에 도시된 시스템은 스택(404, 405)에서 전기화학 반응을 구동하고 당업계에 알려진 바와 같은 유체 펌프(미도시)를 구동하기 위한 전기를 포함하는 다른 입력을 이용할 수 있다. 도 3 및 도 4에 도시된 병렬 및 직렬 배열이 조합될 수 있다는 점에 유의한다.

[0023] 도 5에서, 흐름도는 예시적인 구현예에 따른 공급 스팀으로부터 용매를 분리하기 위한 방법을 도시한다. 이 방법은 제1 염 농도를 갖는 공급물 스트림을 전기화학 셀의 제1 이온 교환 멤브레인 및 제2 이온 교환 멤브레인에 의해 정의된 제1 저장소에 투입하는 단계(500)를 포함한다. 제2 이온 교환 멤브레인은 제1 이온 교환 멤브레인과 상이한 유형의 멤브레인이다. 제1 염 농도보다 더 높은 제2 염 농도를 갖는 제2 유체 스트림은 전기화학 셀의 제2 저장소에 투입(501)된다. 제2 저장소는 제1 이온 교환 멤브레인 및 제3 이온 교환 멤브레인에 의해 정의된다. 제3 이온 교환 멤브레인과 제2 이온 교환 멤브레인은 동일한 유형(예를 들어, AE 또는 CE)이다.

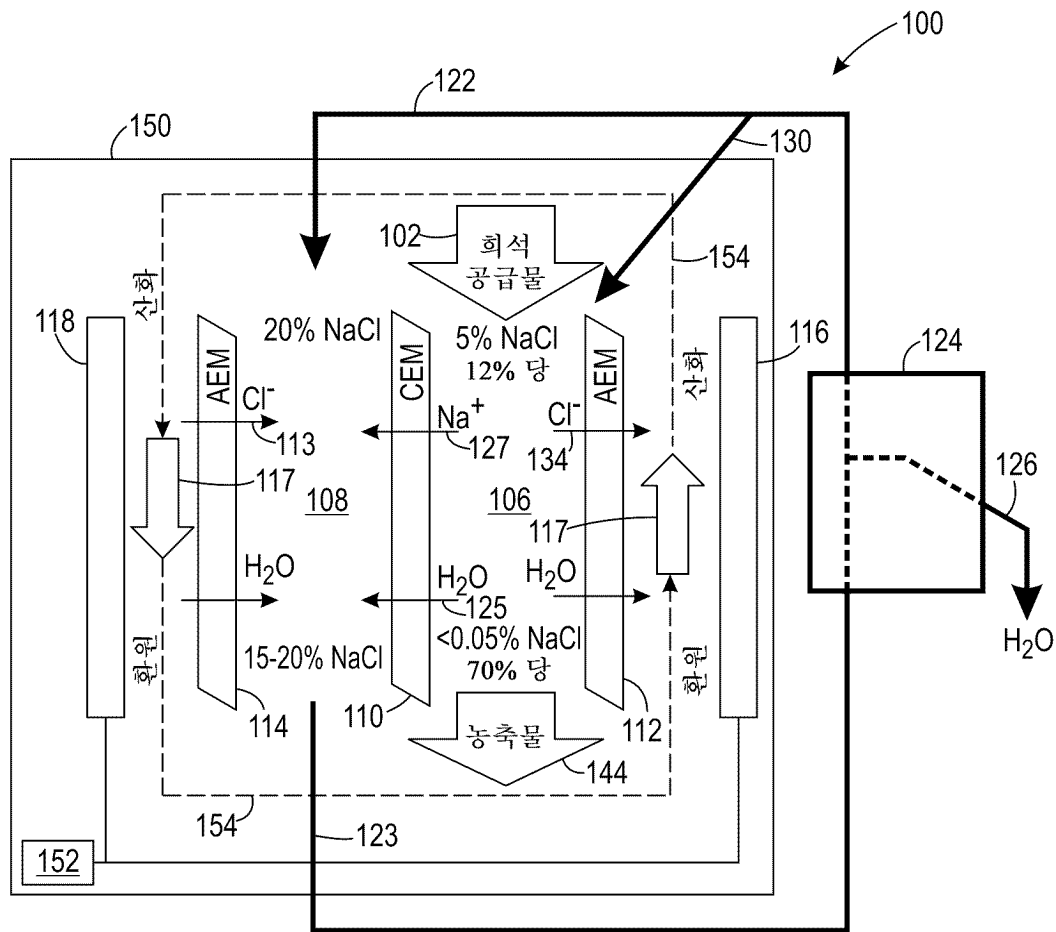
[0024] 전기화학 셀의 제1 및 제2 전극에 외부 전압이 인가(502)되고, 산화환원 활성 전해질 재료를 갖는 용액이 제1 전극과 제2 전극 사이에서 순환(503)된다. 산화환원 활성 전해질 재료는 제1 전극과 접촉할 때 환원되고 제2 전극과 접촉할 때 산화된다. 산화환원 활성 전해질 재료의 환원 및 산화에 응답하여, 이온은 제1, 제2 및 제3 이온 교환 멤브레인을 가로질러 수송되어, 제1 저장소로부터 용매 및 염을 제거한다. 제2 염 농도 이하의 제3 염 농도를 갖는 유출물 스트림은 제2 저장소로부터 배출(505)된다. 제1 및 제3 염 농도 미만의 제4 염 농도를 갖는 농축물 스트림은 제1 저장소로부터 배출(506)된다.

[0025] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로서 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전문적인 명세서 및 첨부된 청구범위에 기재된 수치 파라미터는 본원에 개시된 교시 내용을 이용하여 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다. 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 사용은 그 범위 내의 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함) 및 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

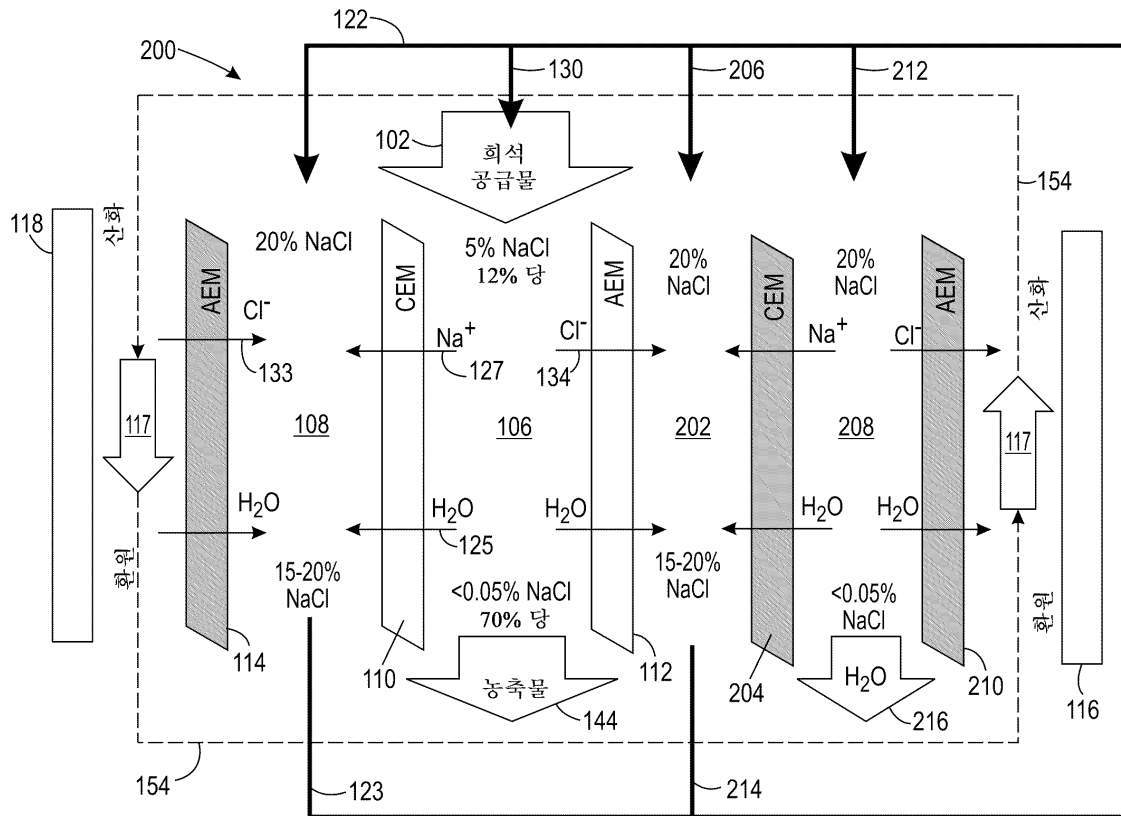
[0026] 전문적인 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제시되었다. 이는 구현예가 개시된 정확한 형태로 철저하게 구현되거나 그것으로 제한하고자 하는 것은 아니다. 상기 교시 내용에 비추어 많은 수정 및 변형이 가능하다. 개시된 구현예의 임의의 또는 모든 특징부는 개별적으로 또는 임의의 조합으로 적용될 수 있고, 제한적인 것으로 의도되지 않고, 순전히 예시적인 것이다. 본 발명의 범주는 이러한 상세한 설명으로 제한되는 것이 아니라, 오히려 본 명세서에 첨부된 청구범위에 의해 결정되는 것으로 의도된다.

도면

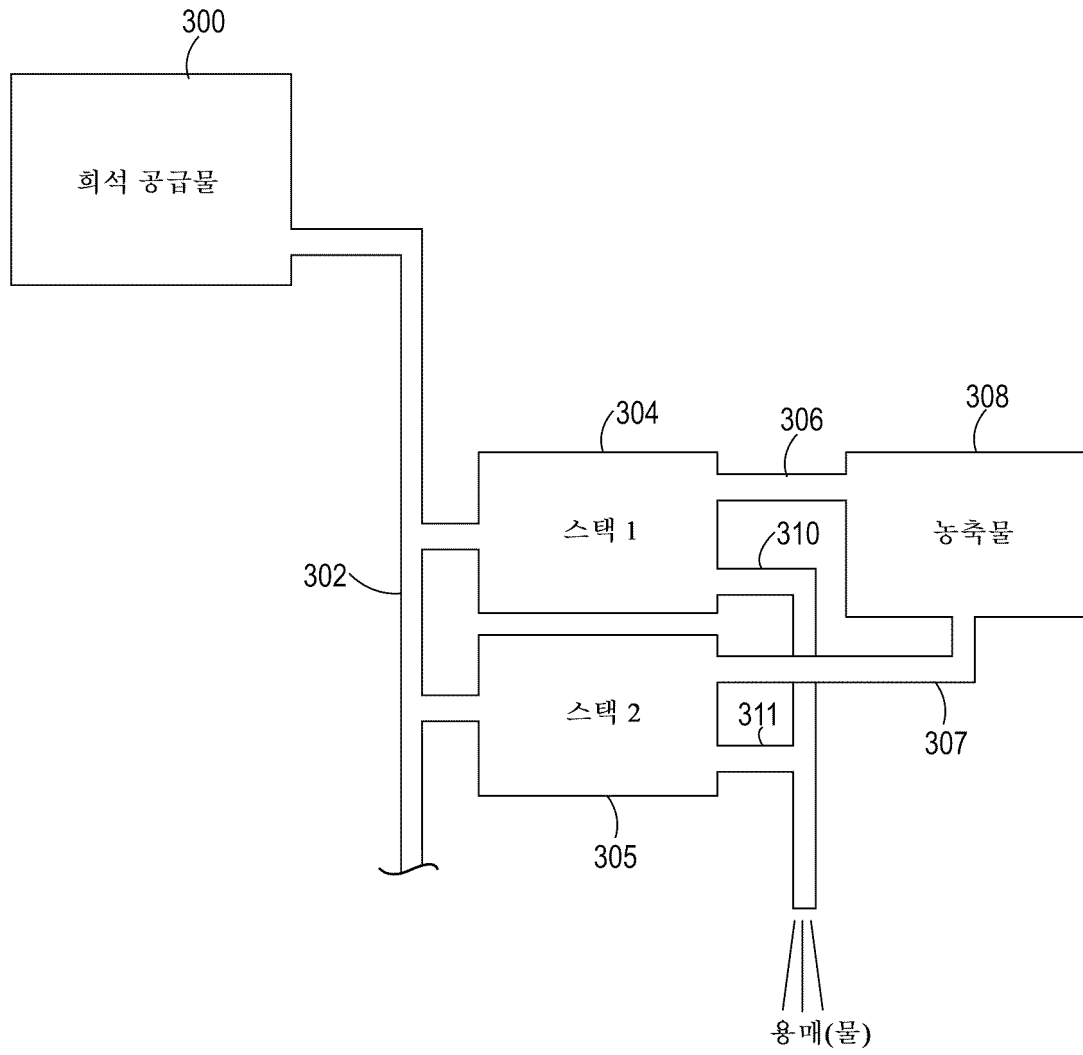
도면1



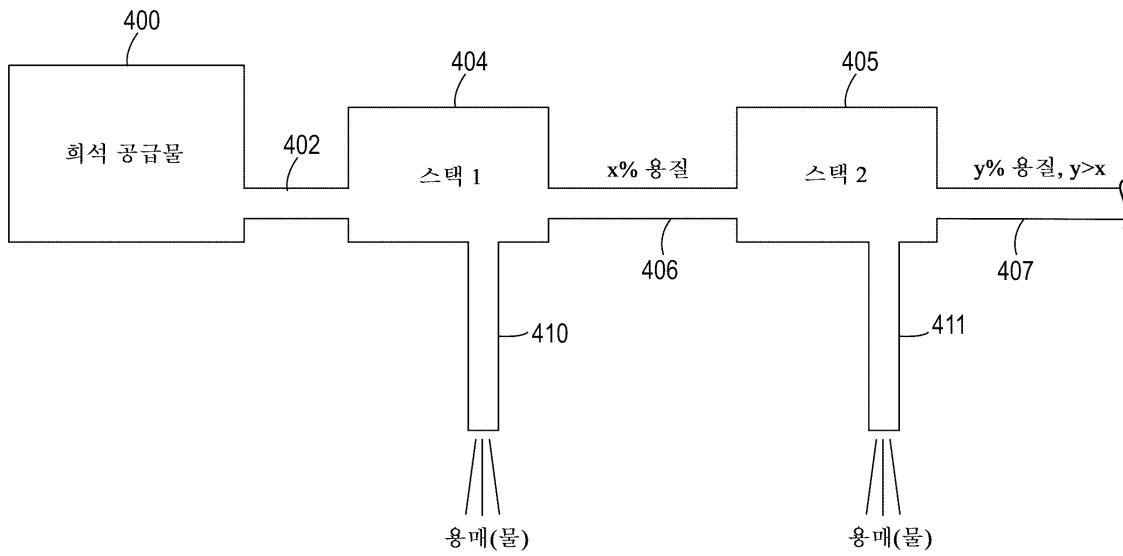
도면2



도면3



도면4



도면5

