



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월04일
(11) 등록번호 10-1749159
(24) 등록일자 2017년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 61/00 (2006.01) B01D 61/36 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7013336
(22) 출원일자(국제) 2010년10월28일
심사청구일자 2015년09월07일
(85) 번역문제출일자 2012년05월23일
(65) 공개번호 10-2012-0096496
(43) 공개일자 2012년08월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/054512
(87) 국제공개번호 WO 2011/059751
국제공개일자 2011년05월19일
(30) 우선권주장
61/255,734 2009년10월28일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20050145568 A1*
DESALINATION 174, (2005)
KR1020090029232 A
KR1020090086246 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오아시스 워터, 인크.
미국, 매사추세츠 02210, 보스턴, 7층, 드라이덕
애버뉴 21
(72) 발명자
맥기니스, 로버트 엘.
미국, 매사추세츠 02142, 캠브리지, 비니스트리트
195, 아파트 1402
주백, 조셉 이.
미국, 캘리포니아 93012, 카마틸로, 코티지 그로
브 애버뉴 172
(74) 대리인
특허법인가산

전체 청구항 수 : 총 23 항

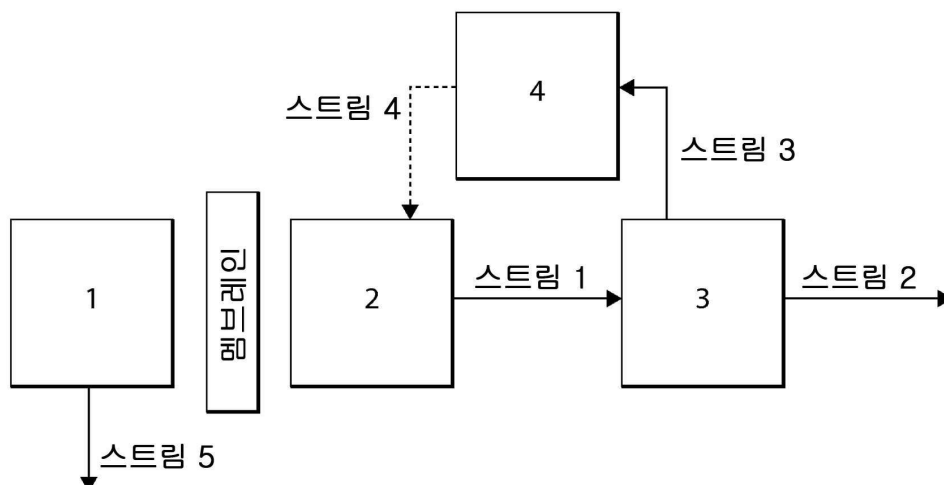
심사관 : 김대영

(54) 발명의 명칭 정 삼투 분리 방법

(57) 요약

조작된 삼투를 이용한 분리 방법은 일반적으로 반투과성 멤브레인을 가로질러 제1 용액으로부터 용매를 추출하기 위해 제2 농축된 용액의 사용에 의한 용질의 농축을 위해 제1 용액으로부터 용매의 추출을 포함하는 것이 공개된다. 향상된 효율은 산업의 또는 상업의 공급원으로부터 낮은 등급의 폐열을 이용하는 것에서 얻어질 수 있다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

정 삼투 분리 방법으로서,

반투과성 멤브레인의 제1 면 상에 제1 용액을 도입하는 단계;

상기 제1 용액의 종류(type), 농도, 체적, 유속(flow rate), 또는 삼투압(osmotic pressure)을 포함하는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 특징을 탐지하는 단계;

상기 적어도 하나의 탐지된 특징을 근거로 하여, 농축된 추출 용액(concentrated draw solution)에 포함된 암모니아와 이산화탄소의 몰비를 선택하는 단계;

상기 반투과성 멤브레인을 가로질러 요망되는 삼투 농도 기울기를 유지하기 위해, 상기 선택된 몰비의 상기 암모니아와 상기 이산화탄소를 포함하는 상기 농축된 추출 용액을 상기 반투과성 멤브레인의 제2 면 상에 도입하는 단계;

상기 반투과성 멤브레인의 상기 제1 면 상에 제2 용액을 형성하고 상기 반투과성 멤브레인의 상기 제2 면 상에 희석된 추출 용액(dilute draw solution)을 형성하기 위해, 상기 반투과성 멤브레인을 가로지르는 상기 제1 용액의 적어도 일 부분의 흐름(flow)을 촉진하는 단계;

추출 용질(draw solutes) 및 용매 스트림을 회수하기 위한 분리 조작(separation)을 위하여 상기 희석된 추출 용액의 적어도 일 부분을 도입하는 단계;

상기 농축된 추출 용액 내의 상기 암모니아와 상기 이산화탄소의 상기 선택된 몰비를 유지하기 위해, 재순환 조작(recycling operation)을 통해 상기 반투과성 멤브레인의 상기 제2 면에 상기 추출 용질을 재도입하는 단계로서, 상기 재순환 조작은 상기 추출 용질을 상기 농축된 추출 용액으로 농축하도록 구성된 흡수제(adsorber)를 사용하는 것을 포함하고, 상기 흡수제는 상기 용매 스트림 중 적어도 하나의 적어도 일부분에서 사용하며, 상기 희석된 추출 용액 또는 상기 농축된 추출 용액을 흡착제(adsorbent)로서 사용하는, 단계; 및

상기 용매 스트림을 모으는 단계를 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 흡수제로 냉각의 이용을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 추출 용질의 상기 농축된 추출 용액으로의 재흡수(reabsorption)를 촉진하기 위해, 가스 압축기 또는 스팀 이덕터(steam eductor)를 이용하여 상기 희석된 추출 용액으로부터 상기 추출 용질의 분리로 인한 가스 스트림을 압축하는 것을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 반투과성 멤브레인을 통해 상기 농축된 추출 용액으로의 플럭스를 향상시키거나 야기하기 위해, 상기 제1 용액 상에 압력을 가하는 것을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 용액과 상기 농축된 추출 용액 중 적어도 하나에 관하여 부피 변화를 탐지하는 것과,

요망되는 흐름 특징(flow characteristic)을 유지하기 위해, 상기 탐지된 변화에 대응하여 상기 반투과성 멤브레인과 관련된 흐름 채널(flow channel)을 조정하는 것을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

축매, 시약, 재이용 가능한 물질, 전기적 에너지 필드 또는 자성의 에너지 필드를 이용하여 상기 추출 용질의 제거 또는 흡수를 향상시키는 것을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

기계적인 증기 재압축, 열적 증기 재압축, 진공 증류, 스위프(sweep) 가스 증류, 투석증발 또는 폐쇄 사이클 열 펌프 중 적어도 하나를 상기 분리 조작에 포함시키는 것에 의해 공정 에너지를 감소시키는 것을 더 포함하는, 정 삼투 분리 방법.

청구항 8

제1 용액으로부터 용매의 삼투 추출을 위한 시스템으로서,

제1 용액의 공급원과 유체적으로 연결되어 있는 유입구를 가지는 제1 챔버;

암모니아 및 이산화탄소를 포함하고 상기 제1 용액보다 높은 농도를 포함하는 농축된 추출 용액(concentrated draw solution)의 공급원과 유체적으로 연결되어 있는 유입구를 가지는 제2 챔버;

상기 제1 챔버를 상기 제2 챔버로부터 분리시키는 반투과막 멤브레인 시스템으로서, 상기 농축된 추출 용액은 상기 반투과막 멤브레인을 가로지르는 요구되는 삼투 농도 기울기를 제공하는, 반투과막 멤브레인 시스템;

상기 제2 챔버의 하류와 유체적으로 연결되어 있고, 희석된 추출 용액(dilute draw solution)을 상기 제2 챔버로부터 수용하도록 구성되고, 추출 용질 및 용매 스트림을 회수하도록 구성되는 분리 시스템; 및

상기 반투과막 멤브레인을 가로지르는 상기 요구되는 삼투 농도 기울기를 유지하기 위해, 상기 추출 용질의 상기 제2 챔버로의 재도입을 용이하게 하도록 구성된 재순환 시스템(recycle system)으로서, 상기 재순환 시스템은 흡수제(adsorber)를 포함하고, 상기 흡수제는 상기 용매 스트림, 상기 희석된 추출 용액 또는 상기 농축된 추출 용액 중 적어도 하나의 적어도 일부분을 흡착제(adsorbent)로서 포함하는, 재순환 시스템;을 포함하는,

제1 용액으로부터 용매의 삼투 추출을 위한 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 흡수제는 충전 칼럼(packed column)을 포함하는, 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 흡수제는 멤브레인 컨택터(membrane contactor)를 포함하는, 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 멤브레인 컨택터는 상기 멤브레인 컨택터 안에서 냉각된 흡착제(cooled adsorbent)의 병렬 흐름(parallel flow)과 추출 용질 가스의 직렬 흐름(series flow)을 용이하게 하도록 구성되고 배열되는, 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 분리 시스템은 증류 칼럼을 더 포함하는, 시스템.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 재순환 시스템은, 추출 용질 가스(draw solute gases)의 응축을 향상시키기 위한 압축 조작(compression operation)을 더 포함하는, 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 압축 조작은 가스 압축기, 스팀 이덕터(eductor) 또는 액체 스트림 이덕터(eductor)를 포함하는, 시스템.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 분리 시스템은,

추출 용질을 흡수하고 탈착하기 위하여, 추출 용질 가스의 흡수를 완전하게 하도록 구성되고, 상기 추출 용질 가스의 상기 농축된 추출 용액으로의 흡수를 촉진시키기 위해 상기 추출 용질 가스의 압력을 증가시키도록 구성된, 탄소 고정 루프를 더 포함하는, 시스템.

청구항 16

제8항에 있어서,

상기 반투과막 멤브레인 시스템은 상기 제1 용액 안에 침지된 멤브레인 모듈을 포함하고,

상기 농축된 추출 용액은 상기 멤브레인 모듈의 내부를 통하여 흐르는, 시스템.

청구항 17

제8항에 있어서,

상기 반투과막 멤브레인 시스템은,

용매가 추출되는 상기 제1 용액과 연결되는 제1 유동 채널(flow channel)으로서, 상기 제1 유동 채널은 점감적인 기하학적 구조(tapering geometry) 또는 상기 제1 유동 채널의 길이를 따라 상기 제1 유동 채널의 유효 부피가 감소하는 유동 스페이스(flow spacer)의 구성을 갖는 제1 유동 채널; 및

상기 제1 용액으로부터 용매가 추출되어 들어가는 상기 농축된 추출 용액과 연결되는 제2 유동 채널(flow channel)으로서, 상기 제2 유동 채널은 팽창적인 기하학적 구조(expanding geometry) 또는 상기 제2 유동 채널의 길이를 따라 상기 제2 유동 채널의 유효 부피가 증가하는 유동 스페이스(flow spacer)의 구성을 갖는 제2 유동 채널;을 포함하는, 시스템.

청구항 18

제8항에 있어서,

하류 제로 액체 배출 또는 다른 감소된 배출 스트림 조작을 더 포함하는, 시스템.

청구항 19

제8항에 있어서,

추출 용질을 탈기하는데 도움을 주도록 구성된 진공 또는 공기 탈기 시스템을 더 포함하는, 시스템.

청구항 20

제8항에 있어서,

추출 용질을 탈기하기 위해 구성된 투석증발 시스템을 더 포함하는, 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 투석증발 시스템은, 수증기에 관련하여 추출 용질 가스에 대해 선택적인 멤브레인을 포함하는, 시스템.

청구항 22

제8항에 있어서,

상기 분리 시스템은 멤브레인 증류 장치를 더 포함하는, 시스템.

청구항 23

제8항에 있어서,

상기 멤브레인은 모듈 안에서 추출 용질의 분리와 열 교환 둘 다에 대해 이용되는, 시스템.

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 하나 이상의 양태는 일반적으로 삼투 분리에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명의 하나 이상의 양태는 수용액으로부터 용질을 분리하기 위한 조작된 삼투 방법, 예컨대 정 삼투의 이용을 포함한다.

배경 기술

[0002] 정 삼투는 담수화에 이용되어왔다. 일반적으로, 정 삼투 담수화 방법은 반투과성 멤브레인으로 분리된 두 개의

챔버를 가진 컨테이너를 포함한다. 하나의 챔버는 해수를 포함한다. 다른 챔버는 해수와 농축된 용액간에 농도 기울기를 생성하는 농축된 용액을 포함한다. 이 기울기는 선택적으로 물의 통과를 허용하는, 하지만 염의 통과는 허용하지 않는 멤브레인을 가로질러 해수로부터 농축된 용액으로 물을 추출한다. 점진적으로, 농축된 용액으로 들어간 물은 용액을 희석시킨다. 그리고 음료수를 생성하기 위해 용질은 희석 용액으로부터 제거된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0003] 본 발명의 양태는 일반적으로 정 삼투 분리, 직접 삼투 농축, 압력 지원형 정 삼투 및 압력 지원 삼투를 포함하는 조작된 삼투 시스템과 방법에 관련된다.
- [0004] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 정 삼투 분리 방법은 반투과성 멤브레인의 제1 면 상에 제1 용액을 도입하는 단계, 상기 제1 용액의 적어도 하나의 특징을 탐지하는 단계, 상기 적어도 하나의 특징을 근거로 하여 암모니아와 이산화탄소를 포함하는 농축된 추출 용액을 위한 물비를 선택하는 단계, 상기 반투과성 멤브레인을 가로질러 요망되는 삼투 농도 기울기를 유지하기 위해 상기 반투과성 멤브레인의 제2 면 상에 상기 물비의 암모니아와 이산화탄소를 포함하는 상기 농축된 추출 용액을 도입하는 단계, 상기 반투과성 멤브레인의 상기 제1 면 상에 제2 용액과 상기 반투과성 멤브레인의 상기 제2 면 상에 희석된 추출 용액을 형성하기 위해 상기 반투과성 멤브레인을 가로지르는 상기 제1 용액의 적어도 일 부분의 유동을 촉진하는 단계, 추출 용질 및 용매 스트림을 회수하기 위한 분리 조작을 위하여 상기 희석된 추출 용액의 적어도 일 부분을 도입하는 단계, 상기 농축된 추출 용액 안의 이산화탄소에 대한 암모니아의 상기 물비를 유지하기 위해 상기 반투과성 멤브레인의 상기 제2 면에 상기 추출 용질을 재도입하는 단계 및 상기 용매 스트림을 모으는 단계를 포함할 수 있다.
- [0005] 일부 실시예들에서, 상기 분리 조작은 상기 추출 용질을 상기 농축된 추출 용액으로 응축시키도록 구성된 흡수제를 이용하는 것을 포함한다. 상기 용매 스트림, 상기 희석된 추출 용액 또는 상기 농축된 추출 용액은 상기 흡수제 안에서 흡수성 물질로써 이용될 수 있다. 상기 흡수제로 냉각이 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 방법은 상기 추출 용질의 상기 농축된 추출 용액으로의 재흡수를 촉진하기 위해 가스 압축기 또는 스팀 이덕터(eductor)를 이용하여 상기 희석된 추출 용액으로부터 상기 추출 용질의 분리로 인한 가스 스트림을 압축하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 반투과성 멤브레인을 통해 상기 농축된 추출 용액으로의 플럭스를 향상시키거나 야기하기 위해 상기 제1 용액 상에 압력을 가하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 촉매의 이용, 재이용 가능한 물리적 또는 화학적 에이전트, 또는 전기적 에너지 필드, 자성의 에너지 필드 또는 환경의 다른 변화에 의해 향상된 용액으로부터 제거 또는 용액으로의 도입 기능에 의해 특징지어진 상기 추출 용질의 제거 및 재이용을 향상시키기 위해 분리를 위한 상기 추출용질의 민감성이 증가되는 추출 용질을 포함하는 상기 농축된 추출 용액을 선택하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0006] 일부 실시예들에서, 상기 방법은 상기 제1 용액과 상기 농축된 추출 용액 중 적어도 하나에 관하여 부피 변화를 탐지하는 것과, 요망되는 유동 특징을 유지하기 위해 상기 변화에 대응하여 상기 반투과성 멤브레인과 관련된 유동 채널을 조정하는 것을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 방법은 촉매, 시약, 소모성 물질, 재이용 가능한 물질, 전기적 에너지 필드 또는 자성의 에너지 필드를 이용하여 상기 추출 용질의 제거 또는 흡수를 향상시키는 것을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 방법은 기계적인 증기 재압축, 열적 증기 재압축, 진공 증류, 스위프(sweep) 가스 증류, 투석증발 및 폐쇄 사이클 열 펌프 중 적어도 하나의 이용에 의해 방법 에너지를 감소시키는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 추출 용질을 침전시키기 위해 이산화탄소를 이용하는 것과 압력 지원 삼투를 위해 침전물을 재흡수하는 암모니아를 이용하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 제1 용액에 시드된 슬러리(seeded slurry)를 도입하는 것을 더 포함할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 상기 방법은 제1 조작동안 상기 제1 용액 안에서 염의 과포화와 제2 조작동안 재포화를 위해 상기 제1 조작으로 돌아가기 전에 염의 불포화를 이용하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0007] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 삼투 추출을 위한 시스템 및 장치는 상기 제1 용액의 공급원과 유체적으로 연결되어 있는 입구를 가지는 제1 챔버, 적어도 1:1의 몰비(molar ratio)로 암모니아와 이산화탄소를 포함하는 농축된 추출 용액의 공급원과 유체적으로 연결되어 있는 입구를 가지는 제2 챔버, 상기 제1 챔버를 상기 제2 챔버로부터 분리시키는 반투과성 멤브레인 시스템, 증류 칼럼을 포함하는 상기 제2 챔버의 하류와 유체적으로 연결되어 있고, 희석된 추출 용액을 상기 제2 챔버로부터 수용하고 추출 용질 및 용매 스트림을 회수하도록 구성되는 분리 시스템 및 상기 농축된 추출 용액 안의 이산화탄소에 대한 암모니아의 상기 물비를 유지하기 위해 상기 추출 용질의 상기 제2 챔버로의 재도입을 용이하게 하도록 구성된 흡수제를 포함하는

재사용 시스템을 포함할 수 있다.

[0008] 일부 실시예들에서, 상기 흡수제는 충전(packed) 칼럼을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 상기 흡수제는 멤브레인 콘택터(membrane contactor)를 포함한다. 상기 멤브레인 콘택터는 상기 멤브레인 콘택터 안에서 냉각된 흡수성 물질의 병렬 유동과 추출 용질 가스의 직렬 유동을 용이하게 하도록 구성되고 배열될 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 증류 칼럼은 멤브레인 증류 장치를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 재사용 시스템은 추출 용질 가스의 응축을 향상시키기 위해 흡수제의 하류에 압축 조작을 더 포함할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 상기 압축 조작은 가스 압축기, 스팀 이덕터(eductor) 또는 액체 스팀 이덕터(eductor)를 포함한다. 상기 분리 조작은 추출 용질을 흡수하고 탈착하기 위하여, 추출 용질 가스의 흡수를 완전하게 하고 상기 추출 용질 가스의 상기 농축된 추출 용액으로의 흡수를 촉진시키기 위해 상기 추출 용질 가스의 압력을 증가시키도록 구성된 탄소 고정 루프를 더 포함할 수 있다.

[0009] 일부 실시예에서, 본원에서 공개된 다양한 시스템들 및 장치의 상기 반투과성 멤브레인 시스템은 상기 제1 용액 안에 침지된 멤브레인 모듈을 포함할 수 있고, 상기 농축된 추출 용액은 상기 멤브레인 모듈의 내부를 통하여 흐른다. 적어도 하나의 실시예에서, 상기 반투과성 멤브레인 시스템은, 용매가 추출되는 상기 제1 용액과 연결되는 제1 유동 채널을 포함하되, 상기 제1 유동 채널은 점감적인 기하학적 구조(tapering geometry) 또는 상기 제1 유동 채널의 길이를 따라 상기 제1 유동 채널의 유효 부피가 감소하는 유동 스페이서(flow spacer)의 구성을 가지며, 상기 제1 용액으로부터 용매가 추출되어 들어가는 상기 농축된 추출 용액과 연결되는 제2 유동 채널을 포함하되, 상기 제2 유동 채널은 팽창적인 기하학적 구조(expanding geometry) 또는 상기 제2 유동 채널의 길이를 따라 상기 제2 유동 채널의 유효 부피가 증가하는 유동 스페이서(flow spacer)의 구성을 가지는 것을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 반투과성 멤브레인 시스템은 상기 제1 용액의 부피 감소와 상기 농축된 추출 용액의 부피 증가를 조절하기 위한 피라미드형 멤브레인 모듈 어레이를 포함하되, 상기 피라미드형 멤브레인 모듈 어레이는 역류 배열에서 추출 용액 입구 및 공급물 용액 출구의 방향에서 멤브레인 모듈이 더 적고, 공급물 용액 입구 및 추출 용액 출구의 방향에서 멤브레인 모듈이 더 많도록 구성된다.

[0010] 일부 실시예들에서, 상기 시스템들 및 장치는 하류 제로 액체 배출 또는 다른 감소된 배출 스트림 조작을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템들은 추출 용질을 탈기하는데 도움을 주도록 구성된 진공 또는 공기 탈기 시스템을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템들은 추출 용질을 탈기하기 위해 구성된 투석증발 시스템을 더 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 투석증발 시스템은 수증기에 관련하여 추출 용질 가스에 대해 선택적인 멤브레인을 포함할 수 있다. 상기 시스템들은 추출 용질을 탈기하기 위한 멤브레인 증류 시스템을 더 포함할 수 있다. 적어도 일부의 실시예들에서, 상기 멤브레인은 모듈 안에서 추출 용질의 분리와 열 교환 둘 다에 대해 이용될 수 있다.

[0011] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 파워(power)의 삼투적(osmotic) 발생 방법은 제1 용액을 형성하기 위해 멤브레인 분리 조작을 수행하는 단계, 상기 제1 용액으로부터 추출 용질을 침전시키는 단계, 제2 용액을 형성하기 위해 침전된 상기 추출 용질을 분리하는 단계, 상기 제2 용액으로부터 가스의 생성을 촉진시키는 단계, 동적 기반의 차별적인 흡수(kinetic based differential absorption)와 같은 기술로 상기 가스를 분리하는 단계 및 상기 멤브레인 분리 단계에서 재이용을 위한 제3 용액을 형성하기 위해 침전된 상기 용질을 다시 녹이는 적어도 하나의 분리된 상기 가스를 이용하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 하나 이상의 실시예의 다양한 양태가 첨부되는 도면을 참고로 이하에서 논의된다. 일정한 비율로 확장되도록 의도되지 않은 도면에서, 다양한 도면에서 예시되는 각각 동일하거나 거의 동일한 성분은 유사 도면 부호로 표시된다. 명확히 하기 위해, 모든 성분이 모든 도면에서 라벨링되지 않을 수 있다. 도면은 예시 및 설명을 목적으로 제공된 것이며, 본 발명의 제한을 규정하는 것으로 의도되지 않는다. 도면에서,

도 1은 하나 이상의 실시예에 따른 분리 방법의 개략도를 나타낸다.

도 2는 하나 이상의 실시예에 따른 분리 방법의 상세한 개략도를 나타낸다.

도 3은 하나 이상의 실시예에 따른 분리 방법에 사용된 장치에 대한 도면을 나타낸다.

도 4는 하나 이상의 실시예에 따른 분리 방법에서 사용된 장치의 개략도를 나타낸다.

도 5는 하나 이상의 실시예에 따른 분리 장치의 부분의 개략도를 나타낸다.

도 6은 하나 이상의 실시예에 따른 분리 장치의 부분의 개략도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 용액으로부터 용질을 추출하기 위한 삼투 방법은 일반적으로 용액을 정 삼투 멤브레인의 제1 표면에 노출시키는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 제1 용액(공정 용액 또는 공급물 용액으로서 공지됨)은 해수, 기수(brackish water), 폐수, 오염수, 공정 스트림 또는 다른 수용액일 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 용매는 물이거나 다른 실시예들은 비-수성 용매에 관한 것이다. 제1 용액의 농도에 대해 용질의 농도가 증가되어 있는 제2 용액(추출 용액으로 공지됨)은 정 삼투 멤브레인의 제2 반대되는 표면에 노출될 수 있다. 용매, 예를 들어 물은 그 후 제1 용액으로부터 정 삼투 멤브레인을 통해 제2 용액으로 추출되어, 정 삼투를 통해 용매 풍부 용액을 형성시킬 수 있다. 정 삼투는 일반적으로 덜 농축된 용액으로부터 더 농축된 용액으로의 이동을 포함하는 유체 전달 특징을 이용한다. 삼투압은 일반적으로 정 삼투 멤브레인을 가로질러 공급물 용액으로부터 추출 용액으로 용매의 이동을 촉진시킨다. 희석된 추출 용액으로 칭해지기도 하는 상기 용매 풍부 용액은 제1 출구에서 수거될 수 있고 여기에 추가 분리 공정이 실시된다. 일부의 비제한적인 실시예들에서, 정제수가 용매 풍부 용액으로부터 생성물로서 생성될 수 있다. 제2 생성물 스트림, 즉 고갈되거나 농축된 공정 용액은 배출 또는 추가 처리를 위해 제2 출구에서 수거될 수 있다. 농축된 공정 용액은 하류에서의 사용을 위해 농축되거나 그렇지 않으면 분리되는 것이 바람직할 수 있는 하나 이상의 표적 화합물을 함유할 수 있다.
- [0014] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 정 삼투 분리 시스템은 하나 이상의 정 삼투 멤브레인을 포함할 수 있다. 상기 정 삼투 멤브레인은 일반적으로 반투과성일 수 있어서, 예를 들어 물과 같은 용매는 통과할 수 있지만 그 내부에 용해된 용질, 예컨대 염화나트륨, 암모늄 카르보네이트, 암모늄 비카르보네이트, 암모늄 카르바메이트, 다른 염, 당, 약물 또는 다른 화합물은 배제한다. 많은 유형의 반투과성 멤브레인이 물(즉, 용매)을 통과시킬 수 있는 반면 용질의 통과는 차단하고 용액 내 용질과 반응할 수 없다면 이러한 반투과성 멤브레인은 상기 목적으로 적합하다. 멤브레인은 박막, 중공 섬유 멤브레인, 나선형으로 감겨진 멤브레인, 단일필라멘트 및 디스트 튜브를 포함하는 다양한 구성을 지닐 수 있다. 물을 통과시키기에는 충분하지만 염화나트륨 및 이의 이온 분자 중, 예컨대 클로라이드와 같은 용질 분자는 걸러내기에 충분히 작은 구멍을 가짐으로써 특징되는 다수의 널리 공지된 상업적으로 입수가능한 반투과성 멤브레인이 있다. 반투과성 멤브레인은 유기 또는 무기 물질로 제조될 수 있다. 일부의 실시예들에서, 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 니트레이트, 폴리설폰, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리아미드 및 아크릴로니트릴 코-폴리머와 같은 물질로 제조된 멤브레인이 사용될 수 있다. 다른 멤브레인은 ZrO_2 및 TiO_2 와 같은 물질로 제조된 세라믹 멤브레인, 또는 무기 멤브레인일 수 있다.
- [0015] 바람직하게는, 반투과성 멤브레인으로 사용하도록 선택된 물질은 일반적으로 멤브레인에 실시될 수 있는 다양한 공정 조건을 견딜 수 있어야 한다. 예를 들어, 멤브레인은 고온, 예컨대 멸균 또는 다른 고온 공정과 관련된 고온을 견딜 수 있는 것이 바람직할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 정 삼투 멤브레인 모듈은 약 0 내지 약 100℃ 범위 내 온도에서 작동될 수 있다. 일부의 비제한적인 실시예들에서, 공정 온도는 약 40 내지 약 50℃의 범위 내일 수 있다. 마찬가지로, 멤브레인이 다양한 pH 조건 하에서 보전성을 유지할 수 있는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인 환경 내 하나 이상의 용액, 예컨대 추출 용액은 다소 산성이거나 염기성일 수 있다. 일부의 비제한적인 실시예들에서, 정 삼투 멤브레인 모듈은 약 2 내지 약 11의 pH 수준에서 작동될 수 있다. 특정의 비제한적인 실시예에서, 상기 pH 수준은 약 7 내지 약 10일 수 있다. 사용된 멤브레인은 이러한 물질 중 하나로 제조될 필요는 없으며 다양한 물질의 복합체일 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 멤브레인은 제1 표면 상에 활성층, 및 제2 표면 상에 지지층을 구비한 비대칭형 멤브레인일 수 있다. 일부의 실시예에서, 활성층은 일반적으로 거부층(rejecting layer)일 수 있다. 예를 들어, 거부 층은 일부의 비제한적인 실시예들에서 염의 통과를 차단할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 백킹층(backing layer)과 같은 지지 층은 일반적으로 불활성일 수 있다.
- [0016] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 정 삼투 멤브레인이 하우징 또는 케이싱 내에 배치될 수 있다. 하우징은 일반적으로 내부에 위치한 멤브레인을 수용하도록 사이즈 조정되고 형상화될 수 있다. 예를 들어, 하우징이 정 삼투 멤브레인을 나선형으로 권취하는 경우에 상기 하우징은 실질적으로 원통형일 수 있다. 모듈의 하우징은 모듈에 공급물 용액 및 추출 용액을 제공하기 위한 입구, 및 모듈로부터 생성물 스트림을 배출하기 위한 출구를 포함할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 하우징은 모듈로 도입되거나 모듈로부터 배출되는 유체를 유지하거나 저장하기 위한 하나 이상의 저장소 또는 챔버를 제공할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 하우징은 절연될 수 있다.
- [0017] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 정 삼투 분리 시스템은 일반적으로, 제1 용액 및 제2 용액이 반투과성 멤브레

인의 각각 제1 면 및 제2 면과 접촉하도록 구성되고 배열될 수 있다. 제1 및 제2 용액은 정체되어 유지될 수 있지만, 제1 및 제2 용액 모두가 교차 유동, 즉 반투과성 멤브레인의 표면에 대해 평행한 유동에 의해 도입되는 것이 바람직하다. 이는 일반적으로 하나 이상의 유체 유동 경로를 따라 멤브레인의 표면적 접촉을 증가시켜서 정 삼투 효율을 증가시킬 수 있다. 일부의 실시예들에서, 제1 및 제2 용액은 동일한 방향으로 유동할 수 있다. 다른 실시예들에서, 제1 및 제2 용액은 반대 방향으로 유동할 수 있다. 적어도 일부의 실시예들에서, 유사한 유체 역학이 멤브레인 표면의 두 개 표면 상에 존재할 수 있다. 이는, 모듈 또는 하우징 내 하나 이상의 정 삼투 멤브레인의 전략적 통합에 의해 성취될 수 있다.

[0018] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 과도한 에너지 요구 및/또는 환경적으로 유해한 폐기물 배출없이 높은 수율의 용매 추출을 달성할 수 있다. 용매는 용질, 예컨대 바람직한 표적 중을, 높은 수율을 초래하는 에너지 효율적인 방식으로 공정 스트림으로부터 농축시키도록 추출될 수 있다. 공정 스트림으로부터의 용매 및/또는 회수된 용질은 요망된 최종 생성물일 수 있다. 추출 용액 중 용질은 또한 공정 내에서 재사용될 수 있다.

[0019] 하나 이상의 실시예들에 따른 분리 방법은 제1 용액을 반투과성 멤브레인의 제1 표면에 노출시키는 것을 포함할 수 있다. 제1 용액보다 높은 농도를 갖는 제2 용액은 이 멤브레인의 제2의 반대되는 표면에 노출될 수 있다. 일부의 실시예들에서, 제2 용액의 농도는, 제2 용액 내 용질의 가용성 종의 양을 증가시키기 위해서 제2 용액 내에서 용질의 평형을 조정하도록 제1 시약을 사용함으로써 증가될 수 있다. 그 후 제1 용액과 제2 용액 사이의 농도 기울기에 의해 용매가 제1 용액으로부터 반투과성 멤브레인을 통해 제2 용액 내로 추출되어 용매 풍부 용액을 생성시킨다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 용질의 일부는 용매 풍부 제2 용액으로부터 회수되어 추출 용액으로 재사용될 수 있다. 이 회수 공정에 의해 용매 생성물 스트림이 생성될 수 있다. 상기 농도 기울기는 또한 반투과성 멤브레인의 제1 면 상에 고갈 용액을 생성시키는데, 이 용액은 배출되거나 추가로 처리될 수 있다. 상기 고갈 용액은 농축 또는 회수가 요망되는 하나 이상의 표적 중을 포함할 수 있다.

[0020] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 삼투를 이용하여 제1 용액으로부터 용매를 추출하기 위한 장치가 기술된다. 장치의 하나의 비제한적인 실시예에서, 위 장치는 입구 및 출구를 구비한 제1 챔버를 갖는다. 제1 챔버의 입구는 제1 용액의 공급원으로 연결될 수 있다. 반투과성 멤브레인은 제1 챔버를 제2 챔버와 분리시킨다. 제2 챔버는 입구, 및 제1 및 제2 출구를 갖는다. 일부의 실시예들에서, 제3 챔버는 제2 챔버의 제1 출구로부터 용매 풍부한 제2 용액, 및 제2 챔버의 제2 출구로부터 시약을 수용할 수 있다. 제3 챔버는 분리 조작에 연결되는 출구, 예컨대 용매 풍부 제2 용액을 여과하기 위한 필터를 포함할 수 있다. 이 필터는 제1 및 제2 출구들을 구비할 수 있으며, 상기 제1 출구는 침전된 용질을 제2 챔버로 재사용하기 위해 제2 챔버의 입구에 연결되어 있다. 일부의 실시예들에서, 제4 챔버는 분리 조작의 제2 출구로부터 용매 풍부한 제2 용액을 수용할 수 있다. 제4 챔버는 용매 풍부한 제2 용액을 가열시키기 위한 가열기를 구비할 수 있다. 제4 챔버 내 제1 출구는 제2 챔버의 입구로 구성성분인 가스를 반송시킬 수 있다. 본원에서 논의된 바대로, 다양한 중, 예컨대 제4 챔버로부터의 가스 및/또는 제3 챔버로부터의 침전된 용질은 시스템 내에서 재사용될 수 있다. 상기 종은 예를 들어 동일한 입구 또는 상이한 입구에서 제2 챔버로 도입될 수 있다. 제4 챔버 내의 제2 출구는 최종 생성물, 용매가 장치로부터 배출되게 할 수 있다. 유동 채널 구성은 멤브레인을 가로질러 한 용액으로부터 다른 용액으로 플럭스가 발생하여 공급물 용액 및 추출 용액에서 유동 부피 또는 유동률을 변화시키는 것을 설명할 수 있다. 멤브레인 시스템에서 공급물과 추출 용액을 위한 유동 채널들은 일반적으로 짧은 길이에 대해 대략적으로 같고 적당한 유동률에 대해 낮게 설계되어야 하거나, 더 긴 채널 길이 및/또는 더 높은 플럭스를 위해 공급물 쪽이 더 좁게 되고 추출이 더 깊게 되게 점감하여야 한다.

[0021] 도 1은 하나 이상의 실시예들에 따른 정 삼투 분리 시스템 및 방법의 개략도이며, 이의 세부 사항은 도 2를 참조로 추가로 설명된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 용액(10), 예를 들어 해수, 기수, 폐수, 오염수 또는 제1 용액으로 칭해지는 다른 용액이 제1 챔버(12)에 배치된다. 제1 챔버(12)는 화살표(13)로 표시된 바와 같이 반투과성 멤브레인(16)과 유체 소통된다. 제1 용액보다 높은 농도를 갖는 제2 용액이 제2 챔버(18) 내에 함유된다. 더 높은 농도의 용액은, 용매, 즉 제1 챔버(12) 내의 제1 용액으로부터의 물이 반투과성 멤브레인(16)을 가로질러 화살표(15)로 표시된 바와 같이 제2 챔버(18) 내에 위치한 더 농축된 제2 용액으로 삼투되게 할 수 있다. 용매의 대부분이 제거되기 때문에, 제1 챔버(12) 내에 남아있는 제1 용액에서 용질이 농축된다. 상기 용질은 이것이 폐 생성물로 간주되는 경우 화살표(14)로 표시된 대로 폐기될 수 있다. 다르게는, 용질은 표적 화합물일 수 있고, 추가 가공 또는 목적하는 생성물로서 하류에서 사용하기 위해 수거될 수 있다.

[0022] 그 후 제2 챔버(18) 내의 생성되는 용매 풍부한 제2 용액이 화살표(19)로 표시된 대로 제3 챔버(22) 내로 도입된다. 제3 챔버(22)에서, 용매 풍부한 제2 용액 중의 용질이 분리되어, 제2 용액의 농도를 유지하기 위해 화살표(28)로 표시된 대로 제2 챔버(18) 내로 다시 재사용될 수 있다. 제3 챔버(22)와 스트림(28)은 하나 이상의 실

시예들에 따라 선택적이다. 제3 챔버(22) 내의 남아있는 용매 풍부한 제2 용액은 그 후 화살표(23)로 표시된 대로 제4 챔버(24)로 도입될 수 있다. 제4 챔버(24)에서, 남아있는 용매 풍부한 제2 용액은 화살표(26)로 표시된 대로 임의의 남아있는 용질을 제거하도록 가열되어 용매 스트림을 생성시킬 수 있다. 폐수의 처리를 포함하는 것들과 같은 일부의 실시예들에서, 용매 스트림은 정제수일 수 있다. 제4 챔버(24)에서, 열에 의해 임의의 남아있는 용질을 이들의 구성성분인 가스로 분해시킴으로써 상기 용질이 제거될 수 있고, 상기 가스는 챔버(18) 내 제2 용액의 농도 기울기를 유지하고 시약으로 작용하도록 화살표(20)로 표시된 대로 제2 챔버(18)로 반송될 수 있다.

[0023] 삭제

[0024] 삭제

[0025] 삭제

[0026] 삭제

[0027] 삭제

[0028] 삭제

[0029] 삭제

[0030] 상기 주지된 바와 같이, 하나 이상의 실시예들에 따른 분리 방법은 제1 용기(12) 내에 함유된 제1 용액을 사용하여 개시될 수 있다. 상기 제1 용액은 정제수의 회수, 바람직하지 않은 용질의 제거, 또는 목적하는 용질의 농축 및 회수의 목적을 위해, 처리되는 수성 또는 비-수성 용액일 수 있다. 바람직하지 않은 용질 중에는, 바람직하지 않은 화학적으로 침전가능한 가용성 염, 예컨대 염화나트륨(NaCl)이 포함된다. 제1 용액의 전형적인 예에는 수용액, 예컨대 해수, 염수 및 다른 식염 용액, 기수, 미네랄첨가된 물(mineralized water), 산업용 폐수, 및 고순도 응용에 관련된 생성물 스트림, 예컨대 식품 및 약제 산업과 관련된 생성물 스트림이 포함된다. 본원에 기술된 제 1 용액은 수용액 또는 비수용액일 수 있다. 일반적으로, 추출 용액과 상용성인 용매의 임의 유형, 예를 들어 추출 용질을 녹일 수 있는 임의의 용매가 사용될 수 있다. 제1 용액은 삼투 분리 전에 고체 및 화학적 폐기물, 생물학적 오염물을 제거하고 멤브레인 오염을 방지하기 위해 공지된 기술에 따라 여과되거나 사전 처리될 수 있으며, 그 후 화살표 10으로 표시된 대로 제1 챔버(12)로 공급된다.

[0031] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 상기 제1 용액은, 분리, 정제 또는 다른 처리가 요망되는, 용매 및 하나 이상의 용질을 함유하는 임의의 용액일 수 있다. 일부의 실시예들에서, 제1 용액은 음용불가능한 물, 예컨대 해수, 염수, 기수 또는 가정용 중수(gray water), 및 일부의 산업용수일 수 있다. 이는 하류에서의 사용을 위해 그러한 하나의 스트림으로부터 정제수 또는 음용수를 생성시키도록 요망될 수 있다. 처리될 공정 스트림은 염 및 다른 이온성 중, 예컨대 클로라이드, 설페이트, 브로마이드, 실리케이트, 요오다이드, 포스페이트, 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 니트레이트, 비소, 리튬, 붕소, 스트론튬, 몰리브데늄, 망간, 알루미늄, 카드뮴, 크로뮴, 코발트, 구리, 철, 납, 니켈, 셀레늄, 은 및 아연을 포함할 수 있다. 일부의 예들에서, 제1 용액은 염수, 예컨대 염수 또는 해수, 폐수, 또는 다른 오염수일 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 제1 용액은 하나 이상의 용질, 예컨대 표적 종을 함유하는 공정 스트림일 수 있으며, 이것은 농축, 분리 또는 회수되는 것이 바람직하다. 상기 스트림은 약제 또는 식품 등급의 응용과 같은 산업 공정으로부터 유래한 것일 수 있다. 표적 종은 약제, 염, 효소, 단백질, 촉매, 미생물, 유기 화합물, 무기 화합물, 화학적 전구체, 화학적 생성물, 콜로이드, 식품 생성물 또는 오염물을 포함할 수 있다. 상기 제1 용액은 산업 설비와 같은 상류 장치 조작, 또는 대량과 같은 임의의 다른 공급원으로부터 정 삼투 멤브레인 처리 시스템으로 전달될 수 있다.

- [0032] 제1 용액과 마찬가지로, 제2 용액은 수용액일 수 있으며, 즉 용매는 물이다. 다른 실시예들에서, 비-수성 용액, 예컨대 유기 용매가 제2 용액을 위해 사용될 수 있다. 제2 용액은 제1 용액에 비해 고농도의 용질을 함유하는 추출 용액일 수 있다. 추출 용액은 일반적으로 삼투 분리 시스템에서 삼투 압력을 발생시킬 수 있다. 삼투 압력은 담수화, 물 처리, 용질 농축, 전력 발생 및 다른 응용을 포함하는 다양한 목적에 이용될 수 있다. 광범위한 추출 용액이 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 추출 용액은 하나 이상의 제거가능한 용질을 포함할 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 열적으로 제거가능한(열분해의) 용질이 이용될 수 있다. 예를 들어, 추출 용액은 열분해 염 용액을 포함할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 맥기니스(McGinnis)의 미국 특허 출원 공개 번호 2005/0145568호에 개시된 것들과 같은 암모니아 및 이산화탄소 추출 용액이 사용될 수 있으며, 상기 특허 출원서의 공개는 모든 목적을 위해 본원에 참고로 포함되어 있다. 하나의 실시예에서, 제2 용액은 암모니아 및 이산화탄소의 농축된 용액일 수 있다.
- [0033] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 이산화탄소에 대한 암모니아의 비율은 흡수 유체, 즉 시스템에서 추출 용액의 가장 높은 농도를 근거로 상기 본원에 기술된 회석된 추출 용액의 일부로의 추출 용액 가스의 완전한 흡수를 위해 충분히 허용되어야 한다. 농도, 부피, 추출 용액의 유동률은 일반적으로 농도, 부피, 공급물 용액의 유동률과 대응되어야 하며, 따라서 두 용액 사이의 삼투 압력에서 요망되는 차이가 멤브레인 시스템과 공급수 회수의 범위를 통하여 유지된다. 이것은 하나 이상의 실시예들에 따라 멤브레인 안과 그것의 표면에서 내부와 외부의 농도 분극 현상을 고려하여 계산될 수 있다. 하나의 비-제한적인 담수화 실시예에서, 농축된 추출 용액 입구 유동률은 염분을 함유한 공급수 유동률의 약 33%로, 해수 담수화 시스템을 위해 전형적으로 약 25% 내지 75%의 범위에서 이용된다. 더 낮은 염분 공급물은 공급수 유동의 약 5% 내지 25%의 추출 용액 유입률을 필요로 할 수 있다. 회석된 추출 용액 배출률은 전형적으로 공급수 유입률의 약 50% 내지 100%일 수 있고, 염수 배출의 약 3배 내지 4배 부피일 수 있다.
- [0034] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 이산화탄소에 대한 암모니아의 비율은 일반적으로 추출 용액의 농도와 추출 용질 제거 및 회수 공정에서 사용된 온도에 대응되어야 한다. 만약 비율이 충분히 높지 않다면, 농축된 용액에서의 재이용을 위해 염으로의 추출 용질 가스의 완전한 흡수가 불가능할 것이고, 만약 비율이 너무 높다면, 추출 용액에서 암모니아의 과잉이 생길 것이고, 요망되는 온도 범위, 예컨대 공정의 수행을 위해 폐열의 이용을 위한 필요에서 그것이 적절하게 응축되지 않을 것이다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 증류 칼럼은 약 50℃에서 가스를 탈기하고 흡수 칼럼은 약 20℃에서 동작한다. 이산화탄소에 대한 암모니아의 비율은 멤브레인을 통해 공급물 용액으로 암모니아의 이동을 방지하기 위해 더 고려되어야 한다. 만약 비율이 너무 높다면, 이것은 이온화되지 않은 암모니아가 추출 용액 안에서(보통 주로 암모늄) 필요하거나 바람직한 것보다 더 높은 농도로 존재하고 있게 야기한다. 다른 파라미터들, 예컨대 공급수 타입, 요망되는 삼투 압력, 요망되는 플럭스, 멤브레인 타입 및 추출 용액 농도는 바람직한 추출 용액 물비에 영향을 줄 수 있다. 이산화탄소에 대한 암모니아의 비율은 삼투 분리 공정에서 관찰되고 조정될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 추출 용액은 1 대 1보다 더 큰 물비의 암모니아와 이산화탄소를 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 실시예들에서, 약 50 C에서 추출 용액에 대한 비율, 그리고 그 용액 안에 이산화탄소의 몰 농도로서 특징지어진 추출 용액의 몰 농도는, 1 몰랄 추출 용액까지에 대해 적어도 약 1.1 대 1, 1.5 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.2 대 1, 3 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.3 대 1, 4 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.4 대 1, 4.5 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.5 대 1, 5 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.6 대 1, 5.5 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.7 대 1, 7 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 1.8 대 1, 8 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 2.0 대 1 및 10 몰랄 추출 용액까지에 대해 약 2.2 대 1이다. 실험들은 그 대략적 온도에서 그들 농도의 용액의 안정된 용해성을 위해 대략적으로 최소의 필요한 비율들이 있다는 것을 나타낸다. 더 낮은 온도에서, 이산화탄소에 대한 암모니아의 더 높은 비율들이 같은 농도를 위해 필요하다. 더 높은 온도에서, 더 낮은 비율들이 필요할 수 있지만, 용액의 일정 가압 또한 가스로의 용질의 분해를 방지하기 위해 필요할 수 있다. 2 몰보다 더 작은 전체의 농도에서 1 대 1보다 더 큰 비율은 용액의 안정성을 크게 증가시키고 이산화탄소 가스의 발생과 일반적으로 심지어 적당한 양의 열 및/또는 압력의 감소에 의한 추출 용액의 열분해 분열을 방지한다.
- [0035] 추출 용액은 일반적으로 공급물 용액의 농도보다 높은 용질의 농도를 갖는다. 이것은 공급물 용액보다 더 높은 농도를 갖는 용액을 생성시키기에 충분히 가용성인 용질을 사용하여 달성될 수 있다. 추출 용액의 하나 이상의 특징은 처리를 위해 분리 시스템에 공급된 공정 스트림에 기초하여 조정될 수 있다. 예를 들어, 공급물 용액
- [0036] 내 용질의 부피, 유동률 또는 농도는 추출 용액에 대해 선택된 하나 이상의 파라미터에 영향을 줄 수 있다. 상기 시스템에 관련된 배출 스트림에 관한 요건이 또한 하나 이상의 작동 파라미터에 영향을 줄 수 있다. 다른 작동 파라미터는 또한 정 삼투 분리 시스템의 의도된 응용을 기초로 가변될 수 있다. 바람직하게는, 제 2 용액 내

용질은 분리 공정을 통해 용액으로부터 용이하게 제거될 수 있어야 하는데, 상기 분리 공정은 용질을, 용액의 용매 중에 더욱 용이하게 가용되는 하나 이상의 종, 즉 가용성 종, 및 용매 내에서 용이하게 용해되지 않는 하나의 종, 즉 덜 가용성인 종으로 분리시키는데, 상기 용질은 생성되는 용매 내에 미량으로 존재하는 경우 건강상의 위험을 부과하지 않아야 한다. 용질의 가용성 종 및 덜 가용성 종의 존재에 의해, 용액은 필요에 따라 조정될 수 있거나 조작될 수 있다. 전형적으로, 가용성 용질 종 및 덜 가용성 용질 종은, 특정 온도, 압력, pH 등의 조건 하에서 용질의 어느 종도 다른 것에 대해 증가하거나 감소되지 않는 용액 내 지점, 즉 용질의 불용성 종에 대한 가용성 종의 비가 정적인 지점에 도달한다. 이것은 평형으로 칭해진다. 용액의 특정 조건이 주어지면, 용질의 종은 평형에서 1 대 1 비로 존재하지 않아도 된다. 본원에서 시약으로 칭해지는 화합물의 첨가를 통해, 용질 종 사이의 평형이 이동될 수 있다. 제1 시약을 이용하여, 용액의 평형은 용질의 가용성 종의 양을 증가시키도록 이동될 수 있다. 마찬가지로, 제2 시약을 사용하여, 용액의 평형은 덜 가용성인 용질 종의 양을 증가시키도록 이동될 수 있다. 시약의 첨가 후에, 용질 종의 비는, 용액의 조건에 의해 지지되는 새로운 수준에서 안정화될 수 있다. 평형이 용질의 가용성 종을 지지하도록 조절됨으로써, 포화 근방의 농도를 갖는, 즉 용액의 용매가 더 이상 용질을 용해할 수 없는 상태를 갖는 제2 용액이 얻어질 수 있다.

[0037] 제2 (추출) 용액의 바람직한 용질은 암모니아 및 이산화탄소 가스, 및 이들의 생성물, 암모늄 카르보네이트, 암모늄 비카르보네이트, 및 암모늄 카르바메이트일 수 있다. 암모니아 및 이산화탄소가 약 1의 몰비에서 물에 용해되는 경우에, 주로 암모늄 비카르보네이트, 및 더 적은 정도로 관련된 생성물인 암모늄 카르보네이트 및 암모늄 카르바메이트로 구성된 용액을 형성한다. 이 용액 내 평형은 용질의 가용성 종에 비해 용질의 덜 가용성인 종, 암모늄 비카르보네이트, 암모늄 카르바메이트, 및 더 적은 정도로 암모늄 카르보네이트를 지지한다. 암모니아 대 이산화탄소의 몰비가 1을 초과하도록 과량의 암모니아 가스와 함께 주로 암모늄 비카르보네이트로 구성된 용액을 완충시키면 용액의 평형이 용질의 더욱 가용성인 종, 암모늄 카르바메이트 쪽으로 이동할 것이다. 암모니아 가스는 물에 덜 가용성이고 용액에 의해 우선적으로 흡착된다. 암모늄 카르바메이트가 제 2 용액의 용매에 의해 더욱 용이하게 흡착되기 때문에, 이의 농도는 용매가 용질을 더 이상 흡착할 수 없는 지점으로, 즉 포화 지점으로 증가될 수 있다. 일부의 비제한적인 실시예들에서, 이러한 조작에 의해 달성된 제 2 용액 내 용질의 농도는 약 2 몰랄(molal) 초과, 약 6 몰랄 초과, 또는 약 6 내지 약 12 몰랄이다.

[0038] 암모니아 가스는 용질 암모늄 카르바메이트가 분해되는 경우에 얻어지는 화학적 요소, 이는 다르게는 구성성분 요소로 칭해지는 것 중 하나이기 때문에, 상기 암모니아 가스는 암모늄 카르바메이트에 대해 바람직한 제 1 시약일 수 있다. 일반적으로, 용매에 대한 시약이 용질의 구성성분 요소인 것이 바람직한데, 그 이유는 이에 의해 임의의 과량의 시약이 용매가 제거되는 경우에 용액으로부터 용이하게 제거될 수 있고, 바람직한 한 실시예에서, 구성성분 요소는 제 1 시약으로서 재사용될 수 있다. 그러나, 용액 내 용질 종의 평형을 조작할 수 있는 다른 시약은, 이 시약이 용액으로부터 용이하게 제거되고 시약의 미량 원소가 최종 용매 내에 잔류하는 경우에 건강상 위험을 부과하지 않는 한, 고려된다.

[0039] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 추출 용액은 일반적으로 삼투 압력을 발생시켜야 하고 예컨대 재발생 및 재사용을 위해 제거될 수 있어야 한다. 일부 실시예들에서, 추출 용액은 추출 용질이 가스 또는 촉매를 이용하여 수 용액으로부터 침전될 수 있는 고체로 변화되어 촉매 상 변화를 받는 능력에 의해 특징지어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 메커니즘은 일부 다른 수단, 예컨대 가열, 냉각, 시약의 추가, 또는 전기적 또는 자성적 필드의 도입과 연결될 수 있다. 다른 실시예들에서, 화학 약품은 그 농도를 감소시키기 위해 가역적으로 또는 비가역적으로 추출 용질과 반응하도록 도입될 수 있고, 멤브레인에 의한 그 거부 특징을 변화시킬 수 있고, 다른 방법으로 제거를 더 쉽게 만들 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 전기적 필드의 도입은 추출 용질에서 용질을 제거하기 더 쉽게 만드는 변화, 예컨대 상 변화, 이온화의 정도 변화, 또는 다른 전기적으로 유도된 변화를 야기할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 용질 이동 및/또는 거부는 pH 수준을 조절하거나, 용질의 이온 성질을 조절하거나, 용질의 물리적 크기를 조정하거나 전에는 거부당했던 멤브레인을 통해 추출 용질이 쉽게 통과하도록 야기하는 다른 변화를 촉진함으로써 인해 조정될 수 있다. 예를 들어, 이온 종이 비이온화 되게 할 수 있거나, 큰 종이 상대적으로 더 작게 되게 할 수 있다. 일부 실시예에서, 가열이 이용되지 않는 분리 기술, 예컨대 전기 투석(ED), 냉각, 진공 또는 가압이 시행될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 전기적 기울기는 하나 이상의 공지된 분리 기술에 따라 시행될 수 있다. 일부의 실시예들에서, 특정 분리 기술, 예컨대 ED는 전기적 요건을 더 낮추기 위해 같이 분리되는 종을 감소시키기 위해 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 유기 종의 용해성은 온도, 압력, pH 또는 다른 용액의 특징을 변화시키는 것과 같이 조정될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 이온 교환 분리는 예를 들어 암모늄 염을 포함하는 추출 용질을 재사용하기 위해 나트륨 재충전 이온 교환 기술, 또는 산 및 염기 재충전 이온 교환과 같은 것으로 시행될 수 있다.

- [0040] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 공개된 추출 용액은 임의의 조작된 삼투 공정, 예를 들어 압력 지원 삼투, 정 삼투 또는 압력 지원형 정 삼투를 포함하는 응용들에서 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 공개된 추출 용액은, 예컨대 모든 목적을 위해 본원에 참고로 포함되어 있는 공개인 맥기니스(McGinnis et al.)의 WIPO 공개 번호 WO 2008/060435호에 기술된 것과 같은 삼투 열 엔진에 이용될 수 있다. 삼투 열 엔진은 삼투 압력을 전력으로 변환하기 위해 반투과성 멤브레인을 이용하여 열 에너지를 기계적 일로 변환시킬 수 있다. 농축된 암모니아-이산화탄소 추출 용액은 수압에 대해 반투과성 멤브레인을 통해 물의 플럭스를 발생시키는 높은 삼투 압력을 생성할 수 있다. 터빈에서 증가된 추출 용액 부피의 감압은 전력을 생산할 수 있다. 이 공정은 회석된 추출 용액을 상기 삼투 열기관에서 재사용되도록 재농축된 추출 용액 및 이온이 제거된 물의 작동 유체로 분리시켜 정상 상태의 작동을 유지한다. 삼투 열 엔진에서 공개된 추출 용액의 이용을 포함하는 일부 실시예들에서, 효율은 추출 용질을 침전시킴으로써 향상될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 공개된 추출 용액은 시스템과 방법에서 삼투 압력 기울기를 포함하는 염분 기울기의 이용으로 그리드(grid) 에너지 저장을 위해 이용될 수 있거나, 두 용액 사이의 차이는 농축된 용액에서 전력의 생성을 위해 인가되는 수압을 생성하기 위해 이용될 수 있다. 모든 목적을 위해 본원에 참고로 포함되어 있는 공개인 맥기니스(McGinnis et al.)의 WIPO 공개 번호 WO 2007/146094호에 기술된 다 단계 증류 칼럼과 같은 증류 칼럼을 포함하는 하나 이상의 실시예들에 따르면, 회석된 추출 용액은 각 단계로의 열 이동을 위해 열 교환기 또는 흡수제에서 흡수 유체로서 이용된다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 공개된 추출 용액은 또한 다양한 직접 삼투 농도 응용(DOC)에 이용된다.
- [0041] 다시 도 1을 참조하면, 하나 이상의 실시예들에 따르면, 분리 공정은 제1 용액 및 제2 용액을 각각 반투과성 멤브레인(16)의 제1 면 및 제2 면과 접촉시킴으로써 개시될 수 있다. 제1 및 제2 용액이 정체되어 남아있을 수 있더라도, 제1 용액 및 제2 용액 모두가 교차 흐름, 즉 반투과성 멤브레인(16)의 표면에 대해 평행한 흐름에 의해 도입되는 것이 바람직하다. 이는 반투과성 멤브레인(16)의 표면적의 양, 접촉하여 정 삼투 효율을 증가시키는 용액의 소정 양을 증가시킨다. 제2 챔버(18) 내 제2 용액이 제1 챔버(12) 내 제1 용액보다 더 높은 용질 온도를 갖기 때문에, 제1 용액 내 용매는 정 삼투에 의해 제2 용액으로 확산된다. 일부의 실시예들에서, 2개 용액 사이의 농도차는, 용매가 제1 용액으로의 압력 추가 없이 반투과성 멤브레인(16)을 통과하기에 크다. 전반적으로, 이 방법에 의해 제1 용액 내에 함유된 용매의 약 50% 내지 약 99.9%가 제거될 수 있다. 분리 공정 동안에, 제1 용액은 이것이 용매를 상실함에 따라 더 농축되게 되고, 제2 용액은 이것이 용매를 얻음에 따라 더 희석되게 된다. 이러한 현상이 일어남에도 불구하고, 2개 용액 사이의 농도 기울기는 현격하게 유지된다. 멤브레인의 제1 면 상의 고갈 용액, 및 멤브레인의 제2 면 상의 회석 용액은 각각 하나 이상의 목적하는 생성물의 회수를 위해 추가로 가공될 수 있다. 예를 들어, 멤브레인의 제1 면 상의 고갈 용액은 농도 및 회수가 요망되는 표적 중인 용질을 함유할 수 있다. 다르게는, 멤브레인의 제1 면 상의 고갈 용액은 폐기물로 폐기될 수 있다. 마찬가지로, 멤브레인의 제2 면 상의 회석 용액은 목적하는 생성물일 수 있는 용매 내에서 풍부하게 존재할 수 있다.
- [0042] 배출물(14), 즉 농축된 제1 용액은 용질의 더 높은 농도를 갖는다. 따라서, 과량의 용질은, 제1 용액이 이의 공급원으로 반송되거나 제1 용액을 본 발명의 방법에 통해 재순환시키기 전에 농축된 제1 용액으로부터 제거될 수 있다. 이는, 예를 들어 일부의 비제한적인 실시예들에서, 용질을 침전시키기 위해 농축된 제1 용액을 태양열 증발기, 간단한 스크린 여과 장치, 하이드로사이클론(hydrocyclone), 또는 침전 덩어리 또는 다른 핵형성 지점과 접촉시킴으로써 수행될 수 있다. 이 침전된 용질은 소비자 또는 산업적 목적에 적합하도록 추가로 가공될 수 있다.
- [0043] 제1 용액의 용매를 정 삼투에 의해 제2 용액으로 추출함으로써 용매 풍부한 제2 용액을 형성시킨 다음, 용매를 분리하기 위해 용매 풍부한 제2 용액으로부터 용질을 제거하는 것이 바람직할 수 있다. 일부의 비제한적인 실시예들에서, 이는 용질을 용액으로부터 침전시키고, 용질을 용액으로부터 기화되는 이들의 구성성분 가스로 분해시키고, 용액으로부터 용매를 증류시키거나 용질을 표면 상으로 흡수시킴으로써 수행될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에서, 침전에 의해 용질의 일부를 제거하면 남아있는 용질을 분해시키도록 용액을 가열시키는데 필요한 에너지의 양이 감소되며, 분해에 의해 용질의 완전한 제거가 얻어진다. 잠재적인 침전 및 분해 단계는 각각 제3 챔버 및 제4 챔버(22, 24)를 참고로 설명된다.
- [0044] 제2 챔버(18) 내의 용매 풍부한 제2 용액은 화살표(19)로 표시한 대로 제3 챔버(22)로 배출된다. 용매 풍부한 제2 용액은 침전에 의해 용매 풍부한 용액으로부터 용질의 일부를 제거하도록 처리될 수 있다. 제2 시약은, 가용성인 용질 중 및 덜 가용성인 용질 중의 평형을 덜 가용성인 용질 중을 지지하도록 조정하기 위해 도입될 수 있다. 제1 시약으로, 당해 화학물질이 용매 풍부한 제2 용액으로부터 용이하게 제거되고 건강상의 위험을 부과하지 않는 한, 평형을 조정할 수 있는 임의의 화학물질이 적합하다. 바람직하게는 상기 시약은 용질의 구성성분 요소이며, 바람직한 용질의 경우에 암모늄 카르바메이트는 이산화탄소 가스이다. 일부의 비제한적인 실시예들에

서, 용매 풍부 제2 용액이 이산화탄소로 확산되는 경우, 용액 내 이산화탄소에 대한 암모니아의 비는 약 1 내지 1.5로 감소될 수 있으며, 용매 풍부한 제 2 용액 내의 평형은 용질의 덜 가용성인 중, 즉 암모늄 비카르보네이트 쪽으로 다시 이동한다. 용질의 덜 가용성인 중은 그 후 용액으로부터 침전되어 나올 수 있다. 암모늄 비카르보네이트의 침전은 용매 풍부 제2 용액 내 용질의 농도를 약 2 내지 3 몰랄로 실질적으로 감소시킬 수 있다. 바람직하게는, 제3 챔버(22) 내 용매 풍부한 제2 용액의 온도는 용질의 침전을 보조하기 위해 약 18 내지 25℃, 바람직하게는 20 내지 25℃로 감소된다. 그 후 침전된 용질은 용액으로부터 여과될 수 있다.

[0045] 지금부터는 도 2를 참고하는데, 침전된 용질이 제3 챔버(22) 내에서 여과될 수 있다 하더라도, 용액은 화살표(36)으로 표시된 대로 여과 챔버(29)로 향할 수 있다. 널리 공지된 방법, 예컨대 하이드로사이클론, 침전 탱크, 칼럼 여과, 또는 간단한 스크린 여과를 이용하여, 침전된 용질은 용매 풍부 용액으로부터 제거될 수 있다. 예를 들어, 침전물은 중력에 의해 용액으로부터 침전되어 나온 다음, 사이펀 흡수될 수 있다(siphoned off). 남아있는 용매 풍부한 제2 용액은 화살표(23)으로 표시된 대로 여과 챔버(29)로부터 제4 챔버(24)로 이동할 수 있는데, 그 후 이 제4 챔버(24)에서 상기 제2 용액은 용질이 이들의 구성성분인 가스로 분해되도록 가열된다.

[0046] 하나의 바람직한 실시예에서, 상기 구성성분 가스는 암모니아 및 이산화탄소일 수 있다. 분리 공정에 필요한 에너지는 용액의 온도를, 암모늄 카르바메이트 용질이 완전히 제거되게 하는 온도로 상승시키는데 필요한 열이다. 증발 엔탈피의 열전달 비효율성 및 공정 내에서 재사용된 용질의 용액을 보충하기 위해 추가 열이 필요하다. 구체적으로, 가열에 의해, 용매 풍부한 제2 용액 내 남아있는 용질이, 이들의 구성성분 가스로 분해되게 되며, 이들 가스는 용액을 떠난다. 일부의 실시예들에서, 진공 또는 공기 흐름이 용매 풍부한 제 2 용액 위로 유지될 수 있고, 이 동안 상기 진공 또는 공기 흐름은, 분해 가스가 용액으로부터 기화되는 경우의 효율을 개선시키기 위해 가열된다. 제4 챔버 위로 공기 흐름을 생성시킴으로써, 모든 용질을 전형적으로 사용되는 것보다 더욱 낮은 온도에서 제거하는 것이 가능할 수 있다. 이러한 분해에 의해 용매 생성물, 예컨대 최종 사용을 위해 추가로 처리될 수 있는 음용수 생성물이 생성될 수 있다. 일반적으로, 음용수 생성물은 약 7의 pH를 가져야 하며, 의도된 목적에 적합한 물을 제조하기 위해 추가의 pH 조정 및/또는 염 또는 소독약 같은 바람직한 구성성분의 추가가 필요할 수 있다.

[0047] 용매 풍부한 제2 용액은, 가스 및 용질(38, 42)의 발열 도입으로부터 열 교환기(32)를 통해 펌핑된 열 및 외부 열원(34)의 조합을 이용하여 가열될 수 있다. 상기 외부 열원(34)은 태양열 및 지열 에너지를 포함하는 임의의 열원에 의해 공급될 수 있다. 상기 열원은 증류 열원과 유사할 수 있다. 일부의 실시예들에서, 상기 열원은 주로, 발전 또는 산업적 공정으로부터 폐열을 사용하는 폐열발전(cogeneration) 환경으로부터 유래할 수 있다. 또한, 공정 효율은, 본 발명의 탈염 방법에서 이전 단계 동안에 방출된 열을 포획하기 위해 열 교환기(32)를 사용함으로써 유지될 수 있다. 도 2에서 화살표(38) 및 (42)에 의해 표시된 대로, 제2 및 제3 챔버(18, 22) 내에서의 화학 반응으로부터 방출된 열이 열 교환기(32)로 펌핑될 수 있고, 그 후 화살표(40)으로 표시된 대로 용매 풍부한 제2 용액의 가열을 보조하기 위해 이 열은 제4 챔버(24)로 펌프된다. 대안적인 실시예에서, 추가 열은, 방출된 구성성분 가스가, 용매 풍부한 제2 용액이 가열되는 챔버(24)의 외부 상에서 응축되게 하고, 이 발열 반응으로부터의 에너지를 제4 챔버(24)로 이동시킴으로써 생성된다. 하나의 바람직한 실시예에서 암모늄 카르바메이트인 응축물은 그 후 제2 챔버(18) 내 제2 용액으로 재사용될 수 있다.

[0048] 본 발명의 정 삼투 분리 방법의 비용 및 환경적 영향을 제한하기 위해, 제2 용액으로부터 제거된 용질 및 용질 구성성분을 재사용하는 것이 바람직하다. 여과 챔버로부터 폐기된 침전된 용질은 화살표(28)로 표시된 대로, 제2 용액 중에 용해되어 고농도의 제2 용액을 유지할 수 있는 제2 챔버(18)로 재사용될 수 있다. 또한, 제4 챔버(24) 내의 용매 풍부 제2 용액으로부터 제거된 구성성분 가스는 각각 화살표(20) 및 (30)으로 표시된 대로, 상기 가스가 시약으로서 작용하는 제2 챔버 또는 제3 챔버(18, 22)로 다시 재사용될 수 있다. 하나의 바람직한 실시예에서, 용질은 암모늄 카르바메이트이며, 이것은 암모니아 및 이산화탄소의 구성성분 가스로 분해된다. 이들 가스는 그 후 화살표(20)으로 표시된 대로 제2 챔버(18)로 재사용된다. 암모니아가 이산화탄소보다 더 가용성이기 때문에, 암모니아는 우선적으로 제2 용액에 의해 흡착되고 용질 중의 평형을 암모니아 카르바메이트를 지지하도록 조정함으로써 시약으로 작용한다. 남아있는 이산화탄소는 화살표(30)으로 표시된 대로 제2 챔버(18)로부터 배출되고 제3 챔버(22)로 이동하는데, 이 제3 챔버(22)에서 이산화탄소가 시약으로 작용하여 제2 용액의 평형을 암모늄 비카르보네이트를 지지하도록 변형시킨다. 일부의 바람직한 실시예들은 용질의 분해로부터 유래한 구성성분 가스의 재사용을 고려하고 있기 때문에, 본 발명의 방법의 효율을 유지하기 위해 충분한 가스가 재사용되도록 최적량 미만의 용질을 침전시키는 것이 필요할 수 있다. 전형적으로, 침전에 의해 용액으로부터 용질의 약 절반을 제거하면, 구성성분 가스의 충분한량이 본 발명의 방법을 유지하도록 생성될 것임이 보장되어야

한다.

- [0049] 본원에 기재된 방법은 공정을 통해 용매로부터 용질을 더 잘 분리시키기 위해 연속적으로 또는 회분식으로 실시될 수 있다.
- [0050] 본 방법을 실시하기 위한 장치에 대한 하나의 비제한적인 실시예가 도 3에 상세화되어 있다. 상기 장치는 입구(50) 및 출구(52)를 갖는 제1 챔버(12)를 가진다. 제1 챔버(12)용 입구(50)는 제1 용액에 대한 공급원, 예컨대 사전처리되거나 상류 조작으로부터 제1 용액에 대한 천연 공급원, 예컨대 바다, 호수, 스트림 또는 다른 수역(bodies of water) 및 수로로 도입되는 용액에 대한 저장 탱크와 소통된다. 제1 챔버(12)의 입구(50)는, 제1 용액의 공급원으로부터의 이 제1 용액을 사이펀 흡수시키기 위해 펌프 및 분진을 제거하기 위해 스크린 또는 여과기와 결합할 수 있다. 또한 제1 용액의 온도를 조정하기 위해 가열 또는 냉각 장치를 임의로 포함할 수 있다. 유사하게, 제1 챔버(12)의 출구(52)는 제1 챔버(12)로부터 제1 용액을 추출하기 위해 펌프를 포함할 수 있다. 출구(52)가 제1 용액을 제1 용액의 공급원으로 직접 재순환시키는데 사용될 수 있으나, 바람직하게는 상기 제1 용액은 제1 용액의 공급원으로 반송되기 전에 침전 장치 내로 또는 이 침전 장치를 가로질러 펌핑될 것이다. 상기 침전 장치는 태양열 증발 층, 간단 스크린 여과 장치, 하이드로사이클론, 또는 침전 덩어리 또는 다른 핵형성점 조작 또는 당업자에게 공지된 다른 유형을 포함할 수 있다. 상기 제1 챔버(12)는 반투과성 멤브레인(16)에 의해 제2 챔버(18)로부터 분리된다.
- [0051] 제2 챔버(18)는 입구(54), 및 제1 및 제2 출구(56, 58)를 갖는다. 입구(54)는 제2 용액에 대한 공급원을 제공하고, 가열 장치뿐만 아니라 펌프와 결합할 수 있다. 제2 챔버(56)에 대한 제1 출구는 제3 챔버(22)와 소통되고, 용매 풍부한 제2 용액을 제3 챔버(22)로 이동시키기 위한 도관을 제공한다. 제2 챔버(56)에 대한 이러한 제1 출구(56)는 제2 챔버(18)로부터 물 풍부한 제2 용액을 배출시키기 위한 펌프와 결합할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 제2 챔버(18)에 대한 제1 출구는 상기 논의된 바와 같이 용매 풍부한 제2 용액을 냉각시키기 위한 냉각 장치와 결합할 수 있다. 제2 챔버(18)에 대한 제2 출구는, 제4 챔버(24)로부터 입구(54)를 통해 제2 용액으로 가스가 도입될 때 임의의 남은 가스에 대한 도관을 제공하며, 상기 가스는 바람직한 실시예에서 암모니아가 바람직하게 이 용액으로 흡수되게 예상될 때, 주로 제3 챔버(22)로 전달될 이산화탄소 가스일 것이다.
- [0052] 일부의 실시예들에서, 제3 챔버(22)에서는 용질의 일부가 용매 풍부한 제2 용액으로부터 침전되어 나온다. 제3 챔버(22)는 출구로 연결시키기 위한 입구(56, 58)에 추가하여, 침전물을 용매 풍부한 제2 용액으로부터 분리시키기 위해 여과 장치와 소통되는 출구(60)를 구비한다. 여과 장치(29)는 상기 기술된 유형의 임의 것이고, 바람직하게는 이 여과 장치는 침전 탱크이다. 여과 장치(29)는 2개 출구를 갖는다. 제1 출구(62)는 침전된 용질을 배치시키거나 이 용질을 제2 챔버 입구(54)를 통해 제2 챔버(18)로 반송시키는데 사용될 수 있고, 제2 출구(64)는 남아있는 용매 풍부한 제2 용액을 제4 챔버(24)로 이동시키는데 사용될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 여과 장치(29)는 제3 챔버(22) 내로 결합될 수 있는데, 이 때 상기 제3 챔버(22)는 추가의 출구, 남아있는 용매 풍부한 제2 용액을 제4 챔버(24)로 이동시키기 위한 하나의 출구, 및 침전된 용질을 배치하거나, 바람직한 실시예에서는 침전된 용질을 제2 챔버 입구(54)를 통해 제2 챔버(18)로 반송시키기 위한 다른 출구를 지닐 것이다.
- [0053] 제4 챔버(24)는 남아있는 용매 풍부한 제2 용액을 가열하기 위한 가열 장치와 결합할 수 있다. 제4 챔버(24)는 또한 제1 출구(66)와 결합할 수 있는데, 상기 출구(66)는 구성성분 가스를 배기시키기 위한, 진공, 팬, 또는 다른 공기 흐름 발생 장치를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 제4 챔버(24)의 제1 출구(66)는 구성성분 가스를 제2 용질로 재사용하기 위해 제2 챔버(18)에 대한 입구(54)와 소통된다. 제2 출구(68)는 최종 용매 생성물, 예컨대 음용수 또는 정제수를 배출시키기 위한 도관으로 작용한다.
- [0054] 임의의 물질은, 이 물질이 용액의 중량을 견디고 용액 내 임의 용질과 반응하지 않는 한, 다양한 유지 및/또는 저장 장치(챔버, 용기 및 저장소), 도관, 파이프 및 관련된 장치를 구성시키는데 사용될 수 있다. 전형적인 물질은 비-부식성, 비-반응성 물질, 예컨대 스테인레스 스틸, 플라스틱, 폴리비닐 클로라이드(PVC), 섬유유리 등이다. 용기는 임의의 적합한 구성을 취할 수 있지만, 전형적으로는 원통형 탱크, 윤곽형성되거나 끼워진(contoured or fitted) 탱크 등일 수 있다. 상기 저장소는 전형적으로 수탑, 원통형 탱크, 윤곽형성되거나 끼워진 탱크 등일 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 챔버가 개별 장치로 도시되어 있지만 본 발명은 이 구성에 제한되는 것이 아니며, 적합한 경우 임의의 수의 챔버가 단일 용기 내에 내장, 예를 들어 반투과성 멤브레인(16)에 의해 분리된 2개의 챔버로 분리될 수 있음을 주지하는 것이 중요하다.
- [0055] 가열 및 냉각 장치는 전기 가열기, 냉각 장치, 태양열 집열기 및 열 교환기, 예컨대 당업자에게 널리 공지된 것과 같은 스팀 응축기, 순환기 등일 수 있지만 열 교환기가 바람직하다. 전력 요건을 가질 수 있는, 공정에 사용된 임의의 다른 장치와 함께 가열 및 냉각 장치는, 예시 및 비제한적으로 펌프, 스팀, 태양열 에너지, 바람 또는

지열 에너지, 및 통상적인 공급원을 포함하는 임의의 다양한 통상적으로 사용된 공급원으로부터 이들의 에너지를 획득할 수 있다.

[0056] 도 4를 참조하면, 하나 이상의 실시예들에 따른 농축 방법이 개시되어 있다. 제1 용액(1)은 정 삼투 멤브레인의 한 면에 노출된다. 제1 용액이 처리할 때 스트림을 포함하는 실시예들에서, 제1 용액은 전형적으로 수성이고, 이는 염, 단백질, 촉매, 미생물, 유기 또는 무기 화합물, 화학적 전구체 또는 생성물, 콜로이드, 또는 다른 구성성분의 용액을 함유한다. 제1 용액이, 농축되어 회수된 목적하는 표적 종을 함유하는 실시예에서, 제1 용액은 약제, 염, 효소, 단백질, 촉매, 미생물, 유기 화합물, 무기 화합물, 화학적 전구체, 화학적 생성물, 콜로이드, 식품 생성물 또는 오염물을 포함할 수 있다. 제1 용액의 멤브레인의 한 면으로의 노출은 다수의 구성에서 이루어질 수 있는데, 이러한 구성 중 2개는 용액 내에 멤브레인을 침지시키는 것, 또는 용액이 멤브레인을 지나게 하는 것이다. 이 용액은 연속적으로, 회분식으로, 1회로 또는 다수회로 용기 또는 배향 수단으로 도입될 수 있다. 제1 용액(1)의 이러한 입력 스트림은 개략도에는 도시되어 있지 않다.

[0057] 제1 용액보다 높은 삼투압을 생성시킬 수 있는, 예를 들어 물, 암모니아, 이산화탄소를 포함하는 종으로 구성된 제2 용액(2)이, 제1 용액에 노출된 면에 반대되는 멤브레인의 면에 노출된다. 이러한 노출은 다수의 기술에 의해 성취될 수 있지만, 이 구성에는 제2 용액 내에 멤브레인을 침지시키는 것(제1 용액에 대해 침지가 사용되는 경우가 아니더라도) 또는 제2 용액이 멤브레인 표면을 지나게 하는 것을 포함할 수 있다. 제1 용액의 종, 예컨대 염, 하전되고/되거나 큰 분자, 미생물 및 미립자 물질의 일부 또는 전부에 대해서는 비투과성이지만 물과 같은 용매는 통과시킬 수 있는 멤브레인은, 물의 플럭스를 멤브레인을 통해 제1 용액으로부터 제2 용액으로 유도하기 위해 제1 용액과 제2 용액 사이에서 삼투압 차를 생성시킨다. 이 플럭스는 제2 용액을 현저하게, 부분적으로 또는 대부분 희석시키고/거나 제1 용액을 농축되게 할 수 있다. 공정 사용 의도 및/또는 멤브레인 유형에 따라 다르지만, 제1 용액의 선택 중 또는 표적 종의 일부, 어느 것도, 거의 어느 것도, 또는 어느 하나도 또한 멤브레인을 통과하는 것으로 예상될 수 있다.

[0058] 용매 풍부한 제2 용액의 일부는 (스트림 1을 통해) 추출 용질 분리 조작(3), 예컨대 증류 칼럼, 멤브레인 증류 조작 또는 투석증발 조작으로 향하는데, 이에 의해 용매 풍부한 제2 용액, 예를 들어 암모니아 염의 종을 포함하는 암모니아 및 이산화탄소 용질이, 추출 용질 분리 조작(3)에 열을 추가하고/하거나 상기 및/또는 추출 용질 분리 조작에 의해 생성된 가스에 압력 차를 적용함으로써 제거되게 된다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 멤브레인 분리 방법, 예컨대 분리 공정의 효율을 증가시킬 수 있는 투석증발은 수증기의 유동 상에서 현저한 제한과 함께 희석된 추출 용액으로부터 추출 용액 가스의 분리를 허용할 수 있다. 투석증발 물질은 천연 또는 중합 폴리머, 예컨대 폴리에틸렌 또는 천연 고무, 또는 수증기에 관련하여 암모니아와 이산화탄소에 대해 수동적 또는 능동적 선택적 멤브레인으로서 작용하는 부유(suspended) 액체 멤브레인을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 투석증발 또는 유사한 멤브레인 분리 방법은 대신해서 또는 증류 칼럼과 결합으로 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서 흡수제 칼럼은 또한 시행될 수 있다. 다른 실시예에서 스트림 3의 가스는 그것이 추출 용액으로 완전하게 또는 거의 완전하게 재흡수될 수 있는 온도로 올리기 위해 압축될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 흡수제는 추출 용질의 재흡수동안 또는 그에 앞서 냉각되어 이용될 수 있다. 적어도 일부의 실시예들에서, 희석된 추출 스트림의 일부는 흡수성 유동으로서 흡수제로 전환될 수 있다.

[0059] 추출 용질 분리 조작(3)은 스트림 1의 종의 농도가 부분적으로, 실질적으로 또는 완전히 감소된 용매 스트림, 지정된 스트림 2 및 스트림 1로부터 제거된 종을 포함하는 가스 스트림, 지정된 스트림 3을 생성한다. 스트림 3은 제2 용액을 재구성하도록 지정된 제2 용액의 특징, 예컨대 부피나 농도가 증대되거나 대체되거나 유지되도록 이용되는 조작(4)으로 향하게 된다. 이 조작은 물, 제2 용액의 일부에 종을 녹이는 것, 침전 및 제2 용액과 혼합 또는 일부 다른 방법을 포함할 수 있어, 조작(3)에서 제거된 종이 제2 용액으로 재도입된다. 이 재도입은 파선 스트림 4에 도시되어 있다. 용액 1의 거부된 성분은, 물이 이 용액으로부터 제거됨에 따라, 용액 1으로부터 주기적으로 또는 연속적으로 제거될 수 있다. 이 조작은 침전, 하이드로사이클론 분리, 침전, 강제 기울기(예컨대 전기 또는 자기), 블로우다운(blowdown) 또는 다른 장치 조작을 포함할 수 있다. 1로부터 제거된 성분의 이러한 스트림은 스트림(5)로 도시되어 있다. 일부의 실시예들에서, 스트림 5은 목적하는 생성물 스트림일 수 있거나 폐기물로 폐기될 수 있다. 이러한 기술에 의해, 삼투압이 반투과성 멤브레인을 통해 삼투압에 의해 구동된 플럭스에 의해, 예를 들어 약제 화합물, 식품 생성물 또는 용액 종의 다른 목적하는 종으로부터 용매를 분리하거나 정제된 생성물 스트림을 생성시키도록 바람직하지 않은 용질을 제거함에 의해 공정 스트림을 처리함으로써, 용액으로부터 용매를 제거하는데 사용된다. 스트림 5는 추가적으로 용기 2로부터 멤브레인을 통해 용기 1로 이동한 임의의 추출 용질을 제거하도록 처리될 수 있다. 이 처리는 증류, 공기 탈기, 투석증발, 불연속적 염소 처리, 이온 교환 또는 다른 수단을 포함할 수 있다. 스트림 5로부터 제거된 추출 용질은 스트림 4

와 혼합을 통하거나 다른 수단에 의해 용기 2로 재도입될 수 있다.

[0060] 삭제

[0061] 삭제

[0062] 하나 이상의 실시예에 따르면, 추출 용질은 재사용될 수 있고 추출 용액은 다양한 방식으로 재생성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 추출 용질은 증류 칼럼의 이용 없이 재사용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다공성 멤브레인을 이용하는 멤브레인 증류가 시행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 추출 용질의 통과를 허용하지만 수증기는 아닌 선택적 멤브레인을 포함하는 투석증발 기술 또는 그 역도 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 추출 용질에 대한 여과 섬유는 열 교환 섬유와 통합될 수 있다. 일부 섬유들은 비투과성일 수 있지만 다른 섬유들이 추출 용질을 분리하고 재사용하기 위해 선택적이고 사용될 수 있는 동안 섬유 벽에서 열 전달을 통해 추출 용액의 가열 또는 냉각은 허용한다. 각 타입의 퍼센트는 변하게 되고, 다양한 섬유들의 길이방향(longitudinal) 또는 수직의 배향은 변하고, 일부 실시예들에서 섬유들은 영역에 단계적으로 있을 수 있다. 그러한 배열은 응용, 예컨대 삼투 열 엔진을 포함하는 것들에서 에너지 요건의 감소를 용이하게 할 수 있다. 일부 실시예들, 예컨대 상대적으로 작은 규모의 응용을 포함하는 것들에서, 통합된 기계와 함께 접을 수 있고 이동하기 쉬운 구성이 시행될 수 있다. 추출 용질을 회수 및 재사용하기 위한 추가적인 수단은 본원의 하기 도면 5 및 6을 참조하여 논의된다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 회석된 추출 용액의 일부는 증류 칼럼으로부터 추출 용질 가스를 흡수하도록 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 흡수성 물질로 냉각과 혼합 둘 다는 흡수 칼럼에서 일어날 수 있다. 흡수성 물질(그 후 농축된 추출 용액이 되는 것)로서 작용하는 회석된 추출 용액의 일부와 가스의 혼합은 용기 안에서 일어날 수 있다. 용기는 일반적으로 흡수성 물질과 가스 사이의 상호작용을 용이하게 하도록 충분히 큰 영역을 제공하도록 조정될 수 있다. 일부의 실시예에서, 충전 칼럼은 흡수체로서 이용될 수 있다. 탈기 증류 칼럼 및 흡수 칼럼은 하나 이상의 실시예에서 연결되어 이용될 수 있다. 가열은 흡수 칼럼에서 냉각과 회석된 추출 용액 흡수성 물질과 접촉이 일어날 수 있는 동안 증류 칼럼에서 일어날 수 있다. 하나의 바람직한 실시예에서, 공급물 스트림으로서 탈기기로 제시되는 회석된 스트림의 남은 대략 75%와 함께 대략적으로 회석된 추출 용액의 25%가 흡수성 유체로써 기여하기 위해 흡수체로 제시될 수 있다. 이들 두 스트림 사이의 균형이 멤브레인 시스템으로 반송된 재농축된 추출 용액의 농도, 또한 흡수제 및/또는 탈기기의 크기, 또한 탈기기에 필요한 가열 및 전, 후 및/또는 흡수제 안 또는 흡수제의 단계에 필요한 냉각의 양에 영향을 줄 것이다.

도 5는 본원에 묘사된 삼투 분리 공정/장치로 이용을 위한 추출 용질 회수 시스템 550의 하나의 예를 표현한다. 도시된 바와 같이, 회석된 추출 용액의 제1 부분 510a는 챔버 510으로부터 증류 칼럼 520으로 제시될 수 있고, 회석된 추출 용액의 제2 부분 510b는 챔버 510로부터 흡수제 모듈 530로 제시될 수 있다. 증류 칼럼 520에서 나오는 스트림 525는 정 삼투 멤브레인 500의 추출 면으로 추출 용질을 재도입하기 위하여 챔버 510로 반송을 위해 회석된 추출 용액 510b와 혼합된 흡수제 모듈 530로 도입될 수 있다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 추출 용질은 재사용을 위해 회수될 수 있다. 용질은 용질의 대부분이 제거된 공급수를 제공하기 위해 회석된 추출 용액으로부터 탈기될 수 있다. 그 후 가스 상태의 용질은 농축된 추출 용액을 형성하기 위해 응축되거나 흡수될 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 상기 흡수제는 회석된 추출 용액을 흡수성 물질로 이용할 수 있다. 다른 실시예들에서, 용질 재사용 시스템으로부터 가스 스트림의 흡수의 전부 또는 부분에 대해 공급수는 흡수성 물질로 이용될 수 있다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 낮은 비용과 거의 없거나 없는 대안적 이용을 가지는 낮은 온도의 열원을 고려하여 용질을 탈기시키기 위해 낮은 온도를 이용하는 것이 바람직할 수 있다. 하지만, 탈기의 더 낮은 온도, 더 낮은 그 압력, 그리고 더 낮은 압력의 응축 및 흡수는 이산화탄소와 같은 특정 화합물의 흡수를 꽤 어렵게 하는 일부 예들에서 더 느린 활성을 가진다. 용질이 탈기된 후 남은 가스를 흡수하기 위해 다양한 방법이 이용될 수 있고, 그들의 일부 부분(전형적으로 약 60-80% 사이)은 짧은 시간 프레임에서 흡수를 계속하는 낮은 경향을 가지는 남은 가스와 함께 응축된다.

일부 실시예들에서, 남은 증기 스트림은 그의 압력을 올리기 위해 압축될 수 있고, 그에 따라 흡수 활성을 증가시킬 수 있다. 압축기가 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 스팀 분사가 압력을 두 스팀 사이의 중간 압력으로 증가시키기 위해 스팀의 적은 부분이 증기와 함께 혼합될 수 있게 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 흡수

용액은 용질 증기를 압축하고 혼입하기 위해 이덕터(eductor) 분사로 압력이 가해지거나 도입될 수 있다.

하나 이상의 실시예들에서, 증기의 직렬 유동과 흡수성 물질의 직렬 또는 병렬 유동으로 흡수제는 멤브레인 컨택터, 칼럼 안에 충전 또는 유사한 장치를 이용하는 다양한 구성에서 이용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 증기의 직렬 유동은 냉각된 흡수성 물질의 병렬 유동과 함께 연결될 수 있어, 흡수 장치 안에서 냉각이 일어날 필요가 없다. 다른 실시예들에서, 냉각은 장치 안에서 일어날 수 있다. 물질 접촉 영역뿐만 아니라 열 교환 영역은 하나의 장치에 있을 수 있다.

흡수성 물질은 농축된 추출 용액 스트림과 합류하게 제시될 수 있도록 된 혼합물을 형성하게 이용될 수 있다. 흡수성 물질은 회석된 추출 용액, 공급수, 암모니아가 추가된 물, 액체 암모니아 및 고정된 비휘발성 이산화탄소를 포함할 수 있고, 그 후 공급수에서 나가거나 제거되거나 파괴된다.

하나 이상의 실시예에 따르면, 이산화탄소 흡수/탈착 루프가 시행될 수 있어 용액이 이산화탄소를 흡수하기 위한 낮은 압력에서 흡수성 물질로써 이용된다. 그 후 용액은 액체 형태로 압력이 가해질 수 있으며, 높은 압력에서 이산화탄소를 탈착시키기 위해 가열될 수 있고 응축기 또는 위에 기술된 다른 방식에서 이산화탄소가 흡수되는 것을 허용할 수 있다. 이 방법에서, 일부 실시예들은 이산화탄소 고정 시스템이 유사할 수 있다. 다른 실시예들에서, 흡수 용액은 물 안의 암모니아를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 흡수 용액은 용질이 흡수 시스템에서 재사용될 수 있게 이산화탄소와 복합체를 이룰 수 있는 비휘발성 용질을 포함할 수 있고, 다음에 이것을 방출하게 유도될 수 있다. 일부 실시예들에서, 가열이 이용될 수 있다. 촉매 및/또는 시약이 일부 실시예들에서 이용될 수 있다. 하나 이상의 공정들 또는 응축기에서 촉매 또는 시약의 이용은 추출 용질 응축 또는 재흡수의 활성을 증가시킬 수 있다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 회석된 추출 용액은 낮은 온도 가열이 추출 용질을 증발되게 야기하여 상기 용질의 대부분이 없는 공급수를 제공하는 탈기기로 제시된다. 열 교환기는 증기의 일부를 응축하게 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 증기의 약 70%가 응축될 수 있다. 흡수 시스템은 회석된 추출 용액 스트림으로 흡수되게 남은 증기의 일부를 도입하도록 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 제2 흡수제 시스템은 남은 추출 용질 증기를 흡수하기 위해 농축된 암모니아 용액을 이용할 수 있다. 응축기와 제1 및 제2 흡수제에서 나가는 액체 스트림은 농축된 추출 용액의 전부 또는 일부로서 혼합되거나 이용될 수 있다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 용질 회수 및 재사용 시스템에서 필요한 델타(delta) T를 감소시키기 위한 기술이 시행될 수 있다. 예를 들어, 추출 용액 가스는 더 낮은 델타 T에서 농축된 용액을 형성하도록 그것을 허용하여 압축될 수 있다. 임의의 시스템에 대해 요망되는 델타 T는 또한 기계적 또는 흡수 열 펌프를 통합함으로써 성취될 수 있다.

하나 이상의 실시예들에 따르면, 예를 들어 도 6에 도시되어 있는 것처럼, 진공 증류 및/또는 가스 흡수는 조작된 삼투 응용, 예컨대 정 삼투를 포함하는 것들을 위해 통합될 수 있다. 도 6에 도시된 것처럼, 고압 수용액(펌프 1060에 의해 도움받을 수 있는)에 의해 구동되는 이덕터 1058는 증류 칼럼 1050 상에서 진공을 추출하도록 이용될 수 있다. 이덕터 1058를 빠져나가는 가스-물 혼합물은 물에 가스가 녹는 것을 보장하기 위해 고정식 혼합기 1062를 통해 유동할 수 있다. 그 후 수용액은 가스가 포획되고 재사용될 수 있는 가스-액체 분리기 1064로 유동할 수 있고 용액 1066의 일부는 이덕터를 구동하기 위해 재사용될 수 있다. 추가적으로, 용액 1016의 일부는 본원에 묘사된 것처럼, 멤브레인 시스템을 삼투적으로 구동하기 위해 재사용되는 재구성된 추출 용액을 형성할 수 있다.

[0063]

하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 삼투 추출을 위한 장치는 용매가 추출되는 상기 제1 용액과 연결되는 제1 유동 채널을 포함하되, 상기 제1 유동 채널은 점감적인 기하학적 구조(tapering geometry) 또는 상기 제1 유동 채널의 길이를 따라 상기 제1 유동 채널의 유효 부피가 감소하는 유동 스페이서(flow spacer)의 구성을 가지며, 상기 제1 용액으로부터 용매가 추출되어 들어가는 상기 농축된 추출 용액과 연결되는 제2 유동 채널을 포함하되, 상기 제2 유동 채널은 팽창적인 기하학적 구조(expanding geometry) 또는 상기 제2 유동 채널의 길이를 따라 상기 제2 유동 채널의 유효 부피가 증가하는 유동 스페이서(flow spacer)의 구성을 가지는 것을 포함하는 멤브레인 분리 시스템을 포함할 수 있다.

[0064]

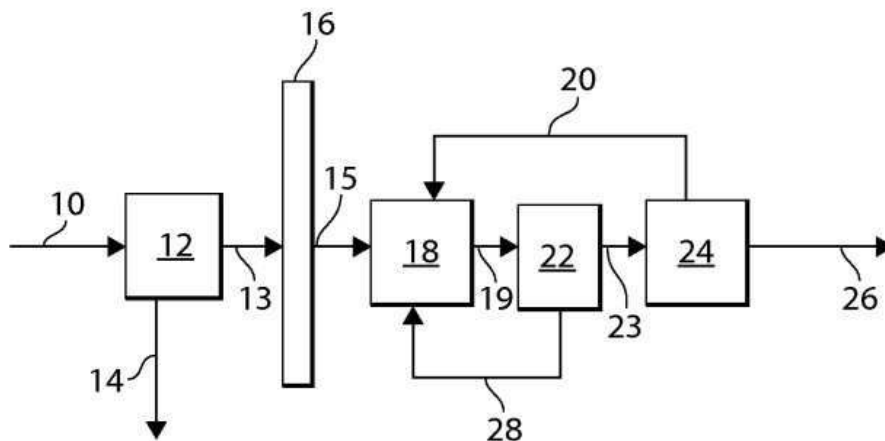
삭제

- [0065] 삭제
- [0066] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 공급물 용액으로부터 용매의 삼투 추출을 위한 장치는 상기 공급물 용액의 부피 감소와 상기 농축된 추출 용액의 부피 증가를 조절하기 위한 피라미드형 멤브레인 모듈 어레이를 포함하되, 상기 피라미드형 멤브레인 모듈 어레이는 역류 배열에서 추출 용액 입구 및 공급물 용액 출구의 방향에서 멤브레인 모듈이 더 적고, 공급물 용액 입구 및 추출 용액 출구의 방향에서 멤브레인 모듈이 더 많은 것을 포함하는 멤브레인 시스템을 포함할 수 있다.
- [0067] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 용매의 삼투 추출을 위한 장치는 촉매의 이용, 재이용 가능한 물리적 또는 화학적 에이전트, 또는 전기적 에너지 필드, 자성의 에너지 필드 또는 환경의 다른 변화에 의해 향상된 용액으로부터 제거 또는 용액으로의 도입 기능에 의해 특징지어진 추출 용질을 포함할 수 있어, 상기 추출 용질의 제거 및 재이용을 향상시키기 위해 분리를 위한 상기 추출용질의 민감성이 증가된다.
- [0068] 삭제
- [0069] 삭제
- [0070] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 삼투 분리 시스템은 농축된 용액 및 하류 제로 액체 배출 또는 다른 감소된 배출 스트림 공정을 생성하기 위해 제1 용액으로부터 용매를 추출하기 위해 농축된 용액을 수용하도록 구성된 입구를 가지는 장치를 포함할 수 있다.
- [0071] 삭제
- [0072] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 삼투 추출 공정은 삼투 분리를 통해 농축된 용액을 생성하기 위해 제1 용액으로부터 용매를 추출하는 것, 농축된 용액으로부터 하나 이상의 용질을 회수하는 것, 및 하류 조작으로 회수된 하나 이상의 용질을 전달하는 것을 포함할 수 있다.
- [0073] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 추출을 위한 장치는 제2 용액에서 용질의 탈기에 도움되도록, 그들의 재사용 및 생산물 스트림의 생성 또는 용질의 농도가 크게 감소된 작동 유체를 위해 허용되도록 구성된 진공 또는 공기 스컬(scour) 시스템 및 수증기 또는 다른 제2 용액의 구성성분에 관련하여 용질에 대해 선택적인 멤브레인을 포함하는 투석증발 시스템을 포함할 수 있다.
- [0074] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 추출을 위한 장치는 제2 용액에서 용질의 탈기에 도움되도록, 그들의 재사용 및 생산물 스트림의 생성 또는 용질의 농도가 크게 감소된 작동 유체를 위해 허용되도록 구성된 투석증발 조작을 포함할 수 있다.
- [0075] 일부 실시예들에서, 속이 빈 섬유 멤브레인이 모듈 안에서 분리를 위해 이용될 수 있는데, 상기 모듈 또한 열 교환을 위해 이용되는 속이 빈 섬유를 포함한다.
- [0076] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 추출을 위한 장치는 제2 용액에서 용질의 탈기에 도움되도록, 그들의 재사용 및 생산물 스트림의 생성 또는 용질의 농도가 크게 감소된 작동 유체를 위해 허용되도록 구성된 멤브레인 증류 시스템을 포함할 수 있다.
- [0077] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 추출을 위한 삼투 방법은 흡수 액체 스트림 상에서 수압에 의해 구동되는 가스 압축기 또는 이덕터를 이용하여 제2 용액으로부터 용질의 분리가 원인이 된 가스 스트림을 압축하는 것을 더 포함할 수 있어 재생성된 농축된 제2 용액으로 용질이 더 쉽게 흡수될 수 있다.
- [0078] 삭제
- [0079] 삭제

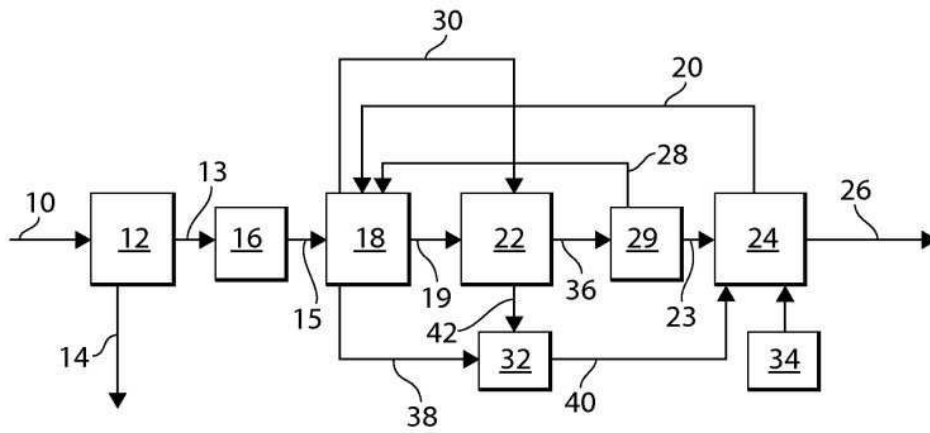
- [0080] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 제1 용액으로부터 용매의 추출을 위한 삼투 방법은 멤브레인을 통해 제2 용액으로 용매의 플럭스를 향상시키거나 야기시키기 위해 제1 용액 상에 압력을 가하는 것을 포함할 수 있다.
- [0081] 이제까지 본 발명의 일부 예시적 실시예들을 설명하였으며, 본 기술 분야의 숙련자들은 상술한 바가 단지 예시적이고 비제한적이며 단지 예로서 제시된 것이라는 것을 명백히 알 수 있을 것이다. 다수의 변형들 및 다른 실시예들이 본 기술 분야의 통상적 지식을 가진 자의 범주 내에 있으며, 본 발명의 범주에 포함되는 것으로 고려된다. 특히, 비록, 본 발명에 제시된 다수의 예시들이 방법 작용들 또는 시스템 요소들의 특정 조합들을 포함하지만, 이들 작용들 및 이들 요소들은 동일한 목적들을 달성하기 위해 다른 방식으로 조합될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0082] 게다가, 본 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 파라미터들 및 구성들이 예시적이고, 실제 파라미터들 및/또는 구성들은 본 발명의 시스템들 및 기술들이 사용되는 특정 용례에 의존한다는 것을 명백히 알 수 있을 것이다. 또한, 본 기술 분야의 숙련자들은 본 발명의 특정 실시예들에 대한 균등물들을 일상적 실험 이내에서 인식 또는 확인할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 설명된 실시예들은 단지 예로서 제공된 것이며, 임의의 첨부된 청구범위 및 그 균등물들의 범주 내에서, 본 발명이 특정하게 설명된 것 이외의 방식으로 실시될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0083] 삭제
- [0084] 본 명세서에 사용된 표현 및 용어는 설명을 목적으로 하며, 제한으로서 간주되지 않아야 한다. 본 명세서에서 사용될 때, 용어 "복수"는 둘 이상의 아이템들 또는 구성요소들을 지칭한다. 용어들 "포함하는", "내포하는", "지니고 있는", "갖는", "보유하는" 및 "수반하는"은 상세한 설명에서든 청구범위 등에서든, 개방단형 용어들, 즉, "포함하지만 이에 한정되지 않는"의 의미이다. 따라서, 이런 용어들의 사용은 그 뒤에 나열된 아이템들과, 그 균등물들 및 추가적 아이템들을 포함하는 의미이다. 과도적 어구들 "구성되는" 및 "필수 구성요소로 하여 구성되는"은 각각 임의의 청구항들에 관하여 폐쇄 또는 반 폐쇄형 과도적 어구들이다. 청구범위에서 청구항 요소를 구별하기 위해 "제1", "제2", "제3" 등 같은 서수적 용어들을 사용하는 것은 자체적으로 어떠한 우선순위, 선행성, 또는 다른 청구 요소에 대한 하나의 청구 요소의 순서 또는 방법의 작용들이 수행되는 순서를 의미하지 않고, 단지 청구항 요소들을 구별하기 위해 특정 명칭을 갖는 하나의 청구 요소를 동일 명칭(서수적 용어의 사용 제외)을 갖는 다른 요소로부터 구별하기 위한 라벨들로서 사용된 것이다.
- [0085] 삭제

도면

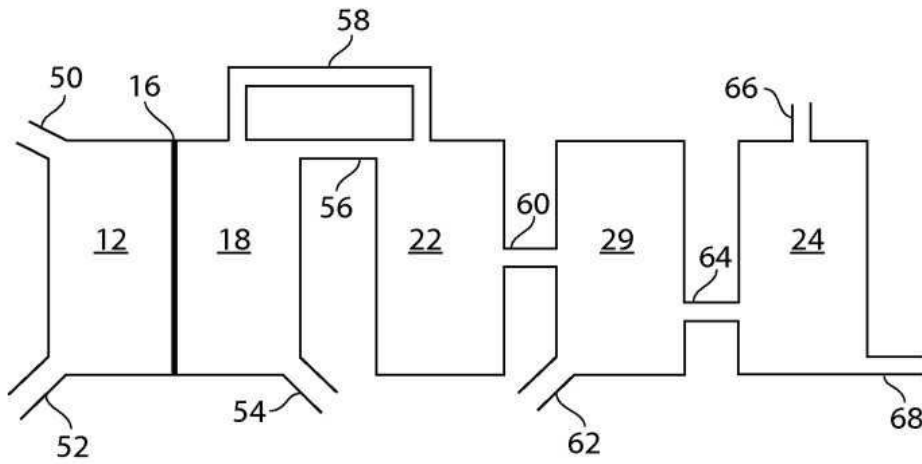
도면1



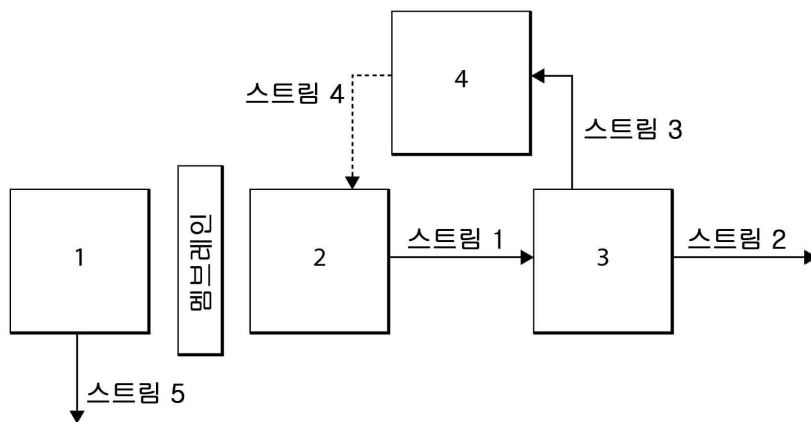
도면2



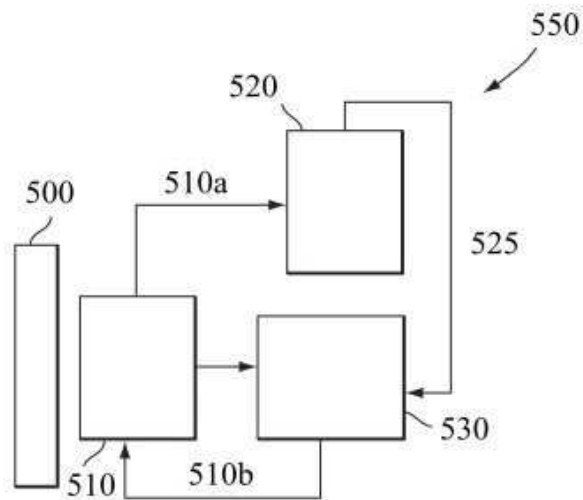
도면3



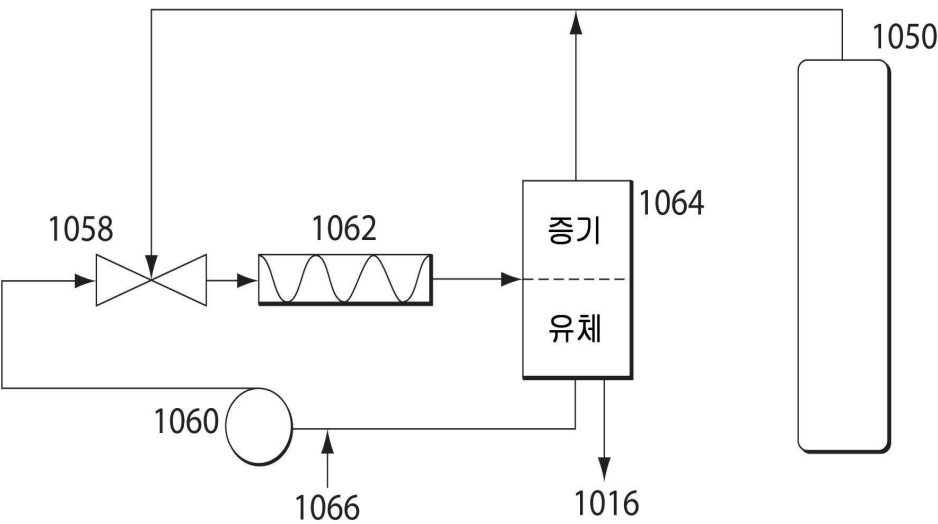
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

재사용 시스템은,

【변경후】

재순환 시스템은,

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 16, 17

【변경전】

반투과성 멤브레인 시스템은

【변경후】

반투과막 멤브레인 시스템은

【식권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

분리 조작은,

【변경후】

분리 시스템은,