



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월28일
(11) 등록번호 10-1752098
(24) 등록일자 2017년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25B 9/08 (2006.01) C25B 1/22 (2006.01)
C25B 11/04 (2006.01) C25B 13/04 (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01) C25B 9/18 (2006.01)
C25C 1/02 (2006.01) C25C 7/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C25B 9/08 (2013.01)
C25B 1/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0109054

(22) 출원일자 2016년08월26일

심사청구일자 2016년08월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140122844 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김영식

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

배현태

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

황수민

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

특허법인 무한

심사관 : 김대영

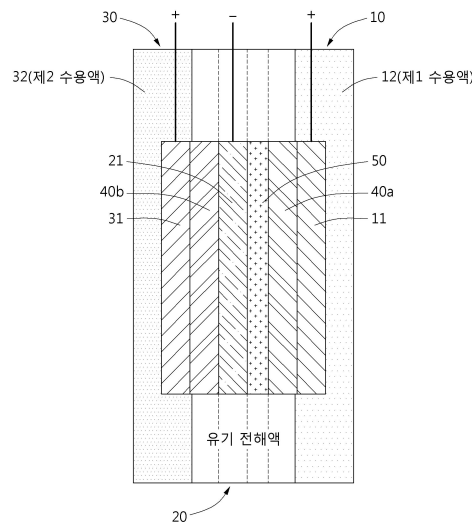
(54) 발명의 명칭 이산화탄소 포집 시스템 및 이산화탄소 포집 방법

(57) 요약

본 발명은, 이산화탄소 포집 시스템 및 이산화탄소 포집 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 재활극부; 회수극부; 이산화탄소 포집극부; 제1 고체 전해질막; 및 제2 고체 전해질막; 을 포함하고, 해수; 또는 페리튬이온전지 분해물, 리튬이온 또는 이 둘; 을 포함하는 폐수용액을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템 및 이산화탄소 포집 방법에 관한 것이다.

본 발명은, 친환경적으로 이산화탄소의 포집이 가능하고, 자원을 재활용할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 11/0405 (2013.01)
C25B 11/0442 (2013.01)
C25B 13/04 (2013.01)
C25B 15/08 (2013.01)
C25B 9/18 (2013.01)
C25C 1/02 (2013.01)
C25C 7/02 (2013.01)
Y02W 30/84 (2015.05)

(56) 선행기술조사문헌

KR100432971 B1
JP2015196873 A
JP2005225709 A
KR1020120063443 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

폐수용액을 포함하는 제1 수용액에서 금속 이온을 회수극부로 이동시키는 재활극부;
 금속 이온을 금속으로 전환시키고, 상기 금속의 금속 이온을 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 회수극부;
 금속 이온과 이산화탄소가 반응하여 이산화탄소가 포집되는 이산화탄소 포집극부;
 상기 재활극부 및 상기 회수극부 사이에 위치하고 금속 이온을 통과시키는 제1 고체 전해질막; 및
 상기 회수극부 및 상기 포집극부 사이에 위치하고 금속 이온을 통과시키는 제2 고체 전해질막; 을 포함하고,
 상기 폐수용액은, 해수; 또는 페리튬이온전지 분해물, 리튬이온 또는 이 둘; 을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 재활극부는, 제1 수용액 및 재활극을 포함하고,
 상기 재활극은, 집전체 및 촉매전극; 을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 촉매전극은, RuO_2 , MnO_2 , Co_3O_4 , TiO_2 , LiCoO_2 , 및 Ni(OH)_2 의 금속산화물 촉매; Au, Ag, Pd, Ir, Ru, 및 Pt의 귀금속계 촉매; 산화 그래핀(Graphene Oxide), 카본 페이퍼(Carbon Paper), 카본펠트(Carbon Felt), 카본 나노튜브(carbon Nano Tube), 탄소 나노섬유, 탄소 나노로드, 그래핀(Graphene), 및 카본나노와이어(Carbon Nano Wire)의 탄소계 촉매; 상기 귀금속계 촉매가 담지된 탄소계 촉매; 및 페로브스카이트(Perovskite)계 구조 화합물; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 촉매를 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 회수극부는, 회수극 및 유기 전해액을 포함하고,
 상기 회수극은, 집전체 및 음극; 을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 음극은, Na, Sn, Sb 및 Bi의 금속; 또는 이들의 다공성 금속산화물; 황/흑연 혼합체의 금속 황화합물; 인/흑연 혼합체의 금속 인화합물; 흑연, 천연흑연, 인조흑연, 소프트카본, 및 하드카본의 카본계 물질; 및 Sb/C 복합체(composite) 및 SnSb/C 복합체의 금속/탄소 복합재료; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 유기 전해액은, 비수성 유기용매 및 유기 전해질용 염을 포함하고,

상기 비수성 유기용매는, TEGDME (Tri-Ethylene Glycol-Di-Methyl Ether), PC (Propylene Carbonate), EMC (Ethyl-Methylene Carbonate), DMC (Di-Methylene Carbonate), EC (Ethylene Carbonate) 및 ACN (Acetonitrile)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하고,

상기 유기 전해질용 염은, NaClO_4 , NaCF_3SO_3 , NaAsF_6 , NaPF_6 , NaPF_4 , NaTFSI , NaBF_4 , LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , Et_4NBF_4 , 및 Et_4NPF_6 으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 염을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 이산화탄소 포집극부는, 제2 수용액, 및 포집극; 을 포함하고,

상기 포집극은, 집전체 및 촉매전극을 포함하며, 상기 제2 수용액에 이산화탄소를 버블링하여 주입하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 이산화탄소 포집극부는, 수용액 내에서 금속 이온, 산소 및 이산화탄소가 반응하여 금속 탄산염을 형성하여 이산화탄소를 포집하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 금속 탄산염은, 수용액 상태이고,

상기 금속 탄산염은, $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{ag})$ 로 표시되며, 상기 M은 리튬 또는 Na인 것인, 이산화탄소 포집 시스템.

청구항 10

폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계; 및

상기 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계;

를 포함하고,

상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계는:

폐수용액을 재활극부의 제1 수용액에 유입시키는 단계;

재활극을 이용하여 상기 유입된 폐수용액에서 금속 이온을 제1 전해질막을 통하여 회수극부로 이동시키는 단계; 및

회수극을 이용하여 상기 금속 이온을 금속으로 전환시키는 단계; 를 포함하고,

상기 이산화탄소를 포집하는 단계는:

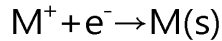
상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계에서 회수한 금속의 금속 이온을 제2 전해질막을 통하여 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 단계; 및

이산화탄소 포집극을 이용하여 제2 수용액에 존재하는 이산화탄소와 상기 금속 이온이 반응하여 금속 탄산염을 형성하는 단계; 를 포함하고,

상기 회수극을 이용하여 상기 금속 이온을 금속으로 전환시키는 단계는, 상기 재활극에서 전달된 전자에 의해 하기의 반응식 1에 따라 금속(M)으로 전환하고,

상기 이산화탄소를 포집하는 단계는, 상기 회수극을 방전시켜 상기 금속을 금속 이온으로 전환시키고, 상기 회수극의 방전 시 상기 회수극의 전자는 이산화탄소 포집극으로 이동하는 것인, 이산화탄소 포집 방법:

[반응식 1]



청구항 11

제10항에 있어서,

상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계는, 제1 수용액에서 전자를 수집하여 회수극을 충전하는 것인, 이산화탄소 포집 방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 이산화탄소 포집 시스템 및 이산화탄소 포집 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지난 100년간 세계 평균 기온은 0.74 °C의 큰 폭으로 증가하였으며, 이와 관련된 대표적인 온실 가스는 CO₂이며, 지구 전체 온실가스의 77 %를 차지하고 있다. 지구의 자연처리 CO₂량은 연간 140억 톤인데, 2025년에는 CO₂ 배출량이 620억 톤으로 예상되어, CO₂를 인위적으로 처리하는 장치가 시급한 실정이다.

[0003] 기존에 개발된 CO₂ 포집은, CO₂ 포집, CO₂ 수송 기술, 및 CO₂ 저장 기술로 나뉘며, 이러한 CO₂ 포집 기술은 흡수법, 흡착법, 막분리법으로 크게 구분할 수 있고, 흡수법이 가장 상용화되고 있다.

[0004] 포집된 CO₂는 고압에서 액화한 후 저장하는 방법으로 에너지 소모가 크고, 추가로 수송 및 저장 비용이 발생하고, 기존 CO₂ 포집 장치에서, 포집한 CO₂를 저장을 위한 지질이 필요한데, 대한민국은 CO₂ 저장을 위한 적합한 공간을 확보하는데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 친환경적이며, 장소에 제약을 받지 않고, 경제적인 비용으로 이산화탄소를 포집할 수 있는, 이산화탄소 포집 시스템을 제공하는 것이다.

[0006] 또한, 본 발명은, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템을 이용하는 이산화탄소 포집 방법에 관한 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은

아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 하나의 양상은,
- [0009] 폐수용액을 포함하는 제1 수용액에서 금속 이온을 회수극부로 이동시키는 재활극부; 금속 이온을 금속으로 전환시키고, 상기 금속의 금속 이온을 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 회수극부; 금속 이온과 이산화탄소가 반응하여 이산화탄소가 포집되는 이산화탄소 포집극부; 상기 재활극부 및 상기 회수극부 사이에 위치하고 금속 이온을 통과시키는 제1 고체 전해질막; 및 상기 회수극부 및 상기 포집극부 사이에 위치하고 금속 이온을 통과시키는 제2 고체 전해질막; 을 포함하고, 상기 폐수용액은, 해수; 또는 페리튬이온전지 분해물, 리튬이온 또는 이 둘; 을 포함하는 것인, 이산화탄소 포집 시스템에 관한 것이다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 재활극부는, 제1 수용액 및 재활극을 포함하고, 상기 재활극은, 집전체 및 촉매전극; 을 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 촉매전극은, RuO_2 , MnO_2 , Co_3O_4 , TiO_2 , LiCoO_2 , 및 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 의 금속산화물 촉매; Au, Ag, Pd, Ir, Ru, 및 Pt의 귀금속계 촉매; 산화 그래핀(Graphene Oxide), 카본 페이퍼(Carbon Paper), 카본펠트(Carbon Felt), 카본 나노튜브(carbon Nano Tube), 탄소 나노섬유, 탄소 나노로드, 그래핀(Graphene), 및 카본나노와이어(Carbon Nano Wire)의 탄소계 촉매; 상기 귀금속계 촉매가 담지된 탄소계 촉매; 및 페로브스카이트(Perovskite)계 구조 화합물; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 촉매를 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 회수극부는, 회수극 및 유기 전해액을 포함하고, 상기 회수극은, 집전체 및 음극; 을 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 음극은, Na, Sn, Sb 및 Bi의 금속; 또는 이들의 다공성 금속산화물; 황/흑연 혼합체의 금속 황화합물; 인/흑연 혼합체의 금속 인화합물; 흑연, 천연흑연, 인조흑연, 소프트카본, 및 하드카본의 카본계 물질; 및 Sb/C 복합체(composite) 및 SnSb/C 복합체의 금속/탄소 복합재료; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 유기 전해액은, 비수성 유기용매 및 유기 전해질용 염을 포함하고, 상기 비수성 유기용매는, TEGDME (Tri-Ethylene Glycol-Di-Methyl Ether), PC (Propylene Carbonate), EMC (Ethyl-Methylene Carbonate), DMC (Di-Methylene Carbonate), EC (Ethylene Carbonate) 및 ACN (Acetonitrile)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 상기 유기 전해질용 염은, NaClO_4 , NaCF_3SO_3 , NaAsF_6 , NaPF_6 , NaPF_4 , NaTFSI , NaBF_4 , LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , Et_4NBF_4 , 및 Et_4NPF_6 으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 염을 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 이산화탄소 포집극부는, 제2 수용액, 및 포집극; 을 포함하고, 상기 포집극은, 집전체 및 촉매전극을 포함하며, 상기 제2 수용액에 이산화탄소를 버블링하여 주입하는 할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 이산화탄소 포집극부는, 수용액 내에서 금속 이온, 산소 및 이산화탄소가 반응하여 금속 탄산염을 형성하여 이산화탄소를 포집할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속 탄산염은, 수용액 상태이고, 상기 금속 탄산염은, $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{ag})$ 로 표시되며, 상기 M은 리튬 또는 Na일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 양상은,
- [0019] 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계; 및 상기 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계; 를 포함하고, 상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계는: 폐수용액을 재활극부의 제1 수용액에 유입시키는 단계; 재활극을 이용하여 상기 유입된 폐수용액에서 금속 이온을 제1 전해질막을 통하여 회수극부로 이동시키는 단계; 및 회수극을 이용하여 상기 금속 이온을 금속으로 전환시키는 단계; 를 포함하고, 상기 이산화탄소를 포집하는 단계는: 상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계에서 회수한 금속의 금속 이온을 제2 전해질막을 통하여 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 단계; 및 이산화탄소 포집극을 이용하여 제2 수용액에 존재하는 이산화탄소와 상기 금속 이온이 반응하여 금속 탄산염을 형성하는 단계; 를 포함하는, 이산화탄소 포집 방법에 관한 것이다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계는, 제1 수용액에서 전자를 수집하여 회수극을 충전할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 이산화탄소를 포집하는 단계는, 상기 회수극을 방전시켜 수집된 금속을 금속 이온으로 전환시키고, 상기 회수극의 방전 시 상기 회수극의 전자는 이산화탄소 포집극으로 이동할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은, 해수 또는 폐전지 수용액에서 간단한 전기화학적 반응에 의해서 리튬, 소듐 등의 금속의 회수가 가능하고, 이러한 금속을 이용하여 친환경적으로 이산화탄소를 포집하고, 자원을 재활용할 수 있다.

[0023] 본 발명은, 이산화탄소를 금속 탄산염(metal carbonate), 예를 들어, 탄산리튬(Li_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 등으로 포집할 수 있고, 이러한 금속 탄산염은 저장 및 보관이 용이하여 이산화탄소 포집 비용을 효과적으로 줄이고, 이산화탄소 포집 및 포집된 이산화탄소의 저장에 대한 지리적 제약을 해결할 수 있다.

[0024] 본 발명은, 이산화탄소의 포집이 필요한 분야, 예를 들어, 발전시스템, 연소 장치, 석유화학 분야, 자동차, 폐전지 처리 등과 같은 환경분야 등에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템의 단면을 예시적으로 나타낸 것이다.

도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집방법의 공정을 예시적으로 나타낸 것이다.

도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계에 대한 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계에 대한 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 6은, 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템의 회수극의 충전 그래프를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 7은, 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템의 회수극의 방전 그래프를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 8은, 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템에서 회수극 표면에 추출된 금속에 대한 이미지를 나타낸 것이다.

도 9는, 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템에서 이산화탄소 포집극에 생성된 금속 탄산염에 대한 이미지를 나타낸 것이다.

도 10은, 본 발명의 실시예 1에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템에서 생성된 금속 탄산염에 대한 XRD 패턴을 나타낸 것이다.

도 11은, 본 발명의 실시예 2에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템에서 생성된 금속 탄산염에 대한 XRD 패턴을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 본 명세서에서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0027] 본 발명은, 이산화탄소 포집 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른, 이산화탄소 포집 시스템은, 해수 및 폐전지를 이용한 전지 시스템에서 금속을 추출하여 자원 재활용이 가능하고, 친환경적이고, 간단한 공정으로 이산화탄소를 포집할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 1을 참조하며, 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템의 단면을 예시적으로 나타낸 것으로, 상기 도 1에서 상기 이산화탄소 포집 시스템은, 전기화학적 반응에 의해서 폐수용액에서 금속을 수집 또는 회수하고, 상기 금속을 이용하여 이산화탄소를 전기화학적 방법에 의해서 포집할 수 있다. 상기 이산화탄소 포집 시스템은, 재활극부(10); 회수극부(20); 이산화탄소 포집극부(30); 를 포함하고, 재활극부(10) 및 회수극부(20) 사이에 제1 고체 전해질막(40a); 및 회수극부(20) 및 이산화탄소 포집극부(30) 사이에 제2 고체 전해질막(40b); 을 포함하고, 제1 고체 전해질막(40a)과 회수극부(20) 사이에 분리막(50)이 더 포함될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 예로, 재활극부(10)는, 폐수용액을 포함하는 제1 수용액(12)에서 금속 이온을 회수극부(20)로 이동시키는 것으로, 예를 들어, 해수 및/또는 페리튬이온 전지 수용액을 재활극부(10)에 넣으면, 재활극(11)은 수용액에서 전자를 빼서 회수극(20)을 충전시키고, 수용액 내의 나트륨 및/또는 리튬 등과 같은 금속 이온은 회수극부(20)로 이동된다. 재활극부(10)는, 재활극(11) 및 제1 수용액(12)을 포함하고, 폐수용액이 유입되는 입구(도시하지 않음)를 포함한다.
- [0030] 예를 들어, 제1 수용액(12)은, 폐수용액을 포함하고, 상기 폐수용액은, 해수; 또는 페리튬이온전지 분해물, 리튬이온 또는 이 둘; 을 포함하는 수용액이며, 상기 폐수용액으로부터 전기화학적 반응에 의해서 금속을 수집 또는 회수할 수 있다. 예를 들어, 해수에서 나트륨 이온 및 페리튬이온전지 분해물에서 리튬이온을 수집할 수 있다.
- [0031] 예를 들어, 재활극(11)은, 폐수용액과 이를 전기 회로와 연결해 주는 것으로, 집전체 및 촉매전극을 포함하고, 상기 촉매전극은, 상기 집전체 상의 적어도 일부분에 형성되며, 금속산화물 촉매, 귀금속계 촉매, 탄소계 촉매, 귀금속계 촉매가 담지된 탄소계 촉매 및 페로브스카이트(Perovskite)계 구조 화합물; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 촉매를 포함할 수 있다. 상기 촉매의 예로는, RuO_2 , MnO_2 , Co_3O_4 , TiO_2 , LiCoO_2 , 및 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 의 금속산화물 촉매; Au, Ag, Pd, Ir, Ru, 및 Pt의 귀금속계 촉매; 산화 그래핀(Graphene Oxide), 카본 페이퍼(Carbon Paper), 카본펠트(Carbon Felt), 카본 나노튜브(carbon Nano Tube), 탄소 나노섬유, 탄소 나노로드, 그래핀(Graphene), 및 카본나노와이어(Carbon Nano Wire)의 탄소계 촉매; AxB_yO_3 의 형태(A는 Ba, Sr, Ca; IIIA족 Y, Sc 및/또는 La, Ce, Sm, Pr, Nd; 중 적어도 하나, B는 Co, Mn, Fe, Ni, Cu, Cr, Pd, Pt, Ru, Rh, 또는 Ir이며, x는 0.1 내지 0.9의 유리수이고, y는 0.1 내지 0.9의 유리수이다)의 페로브스카이트계 구조 화합물 등일 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0032] 예를 들어, 상기 집전체는, 전도성 물질의 폼(foam), 박(film), 메쉬(mesh), 펠트(felt), 다공성 박(perforated film), 필름(film), 봉(rod) 및 와이어(wire) 중 1종 이상의 형태를 갖는 금속 집전체이며, 상기 집전체의 예로는, 구리 박, 니켈 박, 스테인리스 강 박, 티타늄 박, 니켈 발포체, 구리 발포체, 및 전도성 금속이 코팅된 폴리머 기재로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0033] 예를 들어, 상기 집전체는, 1 μm 내지 250 μm 의 기공도를 포함할 수 있으며, 기공도가 상기 범위 내에 포함되면 넓은 표면적을 가진 전극을 구성하여 많은 전극 반응을 유도할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 예로, 회수극부(20)는, 금속 이온을 금속으로 전환시키고, 또는, 전기적 방전 시 상기 금속을 금속 이온으로 전환시켜 상기 금속 이온을 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 것으로, 예를 들어, 재활극부(10)에서 전달된 나트륨 및/또는 리튬 이온은, 재활극(11)에서 전달된 전자와 반응하여 나트륨 및/또는 리튬으로 전환시킬 수 있다. 또한, 회수극부(20)는 전기적 방전이 이루어지며, 방전에 의해서 상기 나트륨 및/또는 리튬에서 전자가 빠져나가 이산화탄소 포집극부(30)로 나트륨 및/또는 리튬 이온이 이동될 수 있다.
- [0035] 예를 들어, 회수극부(20)는, 회수극(21); 및 유기 전해액 (22); 을 포함할 수 있다. 예를 들어, 회수극(21)은, 전기 회로와 연결시켜주는 집전체 및 음극을 포함할 수 있다.
- [0036] 예를 들어, 상기 집전체는, 전도성 물질의 폼(foam), 박(film), 메쉬(mesh), 펠트(felt), 다공성 박(perforated film), 필름(film), 봉(rod) 및 와이어(wire) 중 1종 이상의 형태를 갖는 집전체이며, 상기 집전체의 예로는, 탄소 페이퍼, 탄소 섬유, 탄소 천, 탄소 펠트, 금속박막으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을

포함할 수 있으며, 바람직하게는 나트륨 함유 용액 내에서 포함된 금속 이온의 산화/환원 반응으로부터 발생할 수 있는 부산물을 최소화하기 위해서 탄소 페이퍼가 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 집전체는, 1 μm 내지 250 μm 의 기공도를 포함할 수 있으며, 기공도가 상기 범위 내에 포함되면 넓은 표면적을 가진 전극을 구성하여 많은 전극 반응을 유도할 수 있다.

[0037] 예를 들어, 상기 음극은, 음극 활물질을 포함하고, 상기 음극 활물질은, 금속 또는 금속 화합물 또는 다공성 금속 화합물; 금속 황화합물; 금속 인화합물; 금속/탄소 복합재료; 및 카본계 물질; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있고, 상기 음극 활물질의 예로는, Na, Sn, Sb 및 Bi의 금속 또는 금속 화합물; 또는 이들의 다공성 금속산화물; 황/흑연 혼합체의 금속 황화합물; 인/흑연 혼합체의 금속 인화합물; 흑연, 천연흑연, 인조흑연, 소프트카본, 및 하드카본의 카본계 물질; 및 Sb/C 복합체(composite) 및 SnSb/C 복합체의 금속/탄소 복합재료; 등일 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.

[0038] 예를 들어, 상기 음극은, 도전재 및/또는 바인더를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 도전재는, 전극에 도전성을 부여하기 위해 사용되는 것으로, 전극에 적용 가능한 전자 전도성 재료라면 제한 없이 사용될 수 있고, 예를 들어, 천연 흑연, 인조 흑연, 카본 블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸블랙, 탄소섬유 등의 탄소계 물질; 구리, 니켈, 알루미늄, 은 등의 금속 분말 또는 금속 섬유 등의 금속계 물질; 및 폴리페닐렌 유도체 등의 도전성 폴리머; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한 하는 것은 아니다.

[0039] 예를 들어, 상기 바인더는 음극 활물질 입자들 간의 결합과, 상기 집전체 상에 음극활물질의 접착이 잘 이루어지게 하는 것으로, 예를 들어, 폴리비닐알콜, 카르복시메틸셀룰로즈, 히드록시프로필셀룰로즈, 폴리비닐클로라이드, 카르복실화된 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐플루오라이드, 에틸렌 옥사이드를 포함하는 폴리머, 폴리비닐피롤리돈, 폴리우레탄, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 스티렌-부타디엔 러버, 아크릴레이티드 스티렌-부타디엔 러버, 에폭시 수지, 및 나일론으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한 하는 것은 아니다.

[0040] 예를 들어, 상기 유기 전해액은, 비수성 유기용매 및 유기 전해질용 염을 포함하고, 상기 비수성 유기용매는, Na ion Battery, Na Air Battery, Li ion Battery, Li Air Battery, Supercapacitor에 사용되는 유기용매일 수 있으며, 바람직하게는 TEGDME (Tri-Ethylene Glycol-Di-Methyl Ether), PC (Propylene Carbonate), EMC (Ethyl-Methylene Carbonate), DMC (Di-Methylene Carbonate), EC (Ethylene Carbonate) 및 ACN (Acetonitrile)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한 하는 것은 아니다.

[0041] 예를 들어, 상기 유기 전해질용 염은, Na ion Battery, Na Air Battery, Li ion Battery, Li Air Battery, Supercapacitor 등에 적용되는 염을 포함할 수 있으며, 바람직하게는, 나트륨, 리튬 이온 등의 금속 이온의 이동 속도가 빠르고, 수용액 및 유기용액과 안정화할 수 있는 물질이며, 예를 들어, Na 화합물; Li 화합물; 암모늄 화합물로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있고, 구체적으로, NaClO_4 , NaCF_3SO_3 , NaAsF_6 , NaPF_6 , NaBF_4 , NaTFSI (sodium bis(trifluoromethanesulfonate) imide), LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , Et_4NBF_4 , 및 Et_4NPF_6 으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 염을 포함할 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다. 바람직하게는, NaTFSI , LiPF_6 등일 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 예로, 이산화탄소 포집극부(30)는, 금속 이온과 이산화탄소가 반응하여 이산화탄소가 포집되는 것으로, 예를 들어, 회수극(21)에서 이동된 전자는, 제2 수용액(32) 내에서 금속 이온, 물, 산소 및 이산화탄소의 반응에 참여하여 금속 탄산염을 생성시키고, 이러한 금속 탄산염으로 이산화탄소가 포집된다.

[0043] 예를 들어, 이산화탄소 포집극부(30)는, 포집극(31) 및 제2 수용액(32)을 포함하고, 이산화탄소 및 산소 등의 투입구 및 방출구를 포함할 수 있다.

[0044] 예를 들어, 포집극(31)은, 제2 수용액을 전기 회로에 연결해 주는 것으로, 집전체 및 촉매전극을 포함하고, 상기 촉매전극은, 상기 집전체 상의 적어도 일부분에 형성되며, 금속산화물 촉매, 귀금속계 촉매, 탄소계 촉매, 귀금속계 촉매가 담지된 탄소계 촉매 및 페로브스카이트(Perovskite)계 구조 화합물; 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 촉매를 포함할 수 있다. 상기 촉매의 예로는, RuO_2 , MnO_2 , Co_3O_4 , TiO_2 , LiCoO_2 , 및 Ni(OH)_2 의 금속산화물 촉매; Au, Ag, Pd, Ir, Ru, 및 Pt의 귀금속계 촉매; 산화 그래핀(Graphene Oxide), 카본 페이퍼(Carbon Paper), 카본펠트(Carbon Felt), 카본 나노튜브(rbon Nano Tube), 탄소 나노섬유, 탄소 나노로드, 그래핀(Graphene); 카본나노와이어(Carbon Nano Wire)의 탄소계 촉매; AxByO_3 의 형태(A는 Ba, Sr, Ca; IIIA족 Y, Sc 및/또는 La, Ce, Sm, Pr, Nd 중 적어도 하나, B는 Co, Mn, Fe, Ni, Cu, Cr, Pd, Pt, Ru, Rh, 또는 Ir이며,

x는 0.1 내지 0.9의 유리수이고, y는 0.1 내지 0.9의 유리수이다)의 페로브스카이트계 구조 화합물 등 일 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.

- [0045] 예를 들어, 상기 집전체는, 전도성 물질의 폼(foam), 막(film), 메쉬(mesh), 펠트(felt), 다공성 막(perforated film), 필름(film), 봉(rod) 및 와이어(wire) 중 1종 이상의 형태를 갖는 금속 집전체이며, 상기 집전체의 예로는, 구리 막, 니켈 막, 스테인리스 강 막, 티타늄 막, 니켈 발포체, 구리 발포체, 및 전도성 금속 이 코팅된 폴리머 기재로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0046] 예를 들어, 상기 집전체는, 1 μm 내지 250 μm 의 기공도를 포함할 수 있으며, 기공도가 상기 범위 내에 포함되면 넓은 표면적을 가진 전극을 구성하여 많은 전극반응 및 이산화탄소 포집 반응을 증가시킬 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 제2 수용액(32)은, 투입구에서 대기 중의 이산화탄소, 산소, 공기 등이 버블링될 수 있다.
- [0048] 본 발명의 일 예로, 재활극부(10) 및 회수극부(20) 사이에 제1 고체 전해질막(40a) 및 회수극부(20) 및 이산화탄소 포집극부(30) 사이에 제2 고체 전해질막(40b)을 포함할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 제1 고체 전해질막(40a) 및 제2 고체 전해질막(40b)은 금속이온을 선택적으로 통과시키는 것으로, 이온 전도성 세라믹 전해질막이며, 예를 들어, 리튬질화물계 고체 전해질, 리튬 할로겐화물계 고체 전해질, 리튬 황산물계 고체 전해질, 나트륨황화물계 고체 전해질, 나트륨산화물계 고체 전해질, 및 비정질 이온전도도 물질로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 예를 들어, NASICON(Na-super ionic conductor), Li_3N , LiI , Li_5NI_2 , $\text{Li}_3\text{N-LiI-LiOH}$, LiSiO_4 , $\text{LiSiO}_4\text{-LiI-LiOH}$, Li_2SiS_3 , Li_4SiO_4 , $\text{Li}_4\text{SiO}_4\text{-LiI-LiOH}$, $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-Li}_2\text{S-SiS}_2$ 등일 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0050] 예를 들어, 제1 고체 전해질막(40a) 및 제2 고체 전해질막(40b)은, 유기 전해액으로 함침되어 있으며, 회수극부(20)과 동일하거나 또는 상이한 유기 전해액을 포함할 수 있다. 상기 유기 전해액은, 회수극부(20)에서 언급한 바와 같다.
- [0051] 본 발명의 일 예로, 제1 고체 전해질막(40a)과 회수극부(20) 사이에 분리막(50)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 분리막(50)은, 높은 이온 투과도와 기계적 강도를 가지는 절연성의 얇은 박막이 사용될 수 있으며, 상기 분리막의 기공 직경은, 0.01 μm 내지 10 μm 이고, 두께는 5 μm 내지 300 μm 일 수 있다. 예를 들어, 상기 분리막은, 내화학성 및 소수성의 폴리프로필렌 등의 올레핀계 폴리머; 유리섬유 또는 폴리에틸렌 등으로 만들어진 시트나 부직포 등이 사용될 수 있으나, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0052] 예를 들어, 분리막(50)은, 유기 전해액으로 함침되어 있으며, 회수극부(20)와 동일하거나 또는 상이한 유기 전해액을 포함할 수 있다. 상기 유기 전해액은, 회수극부(20)에서 언급한 바와 같다.
- [0053] 본 발명은, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 방법에 관한 것으로, 해수 및 페리튬이차전지를 이용하여 전기화학적 반응에 의해서, 친환경적이고, 간단한 공정으로 이산화탄소를 금속 탄산염으로 포집할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 2에서 상기 포집 방법은, 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계(S10); 및 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계(S20); 를 포함할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 일 예로, 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계(S10)는, 해수 및/또는 페리튬이온전지 분해물을 포함하는 폐수용액에서 전기적 충전을 통하여 금속을 수집할 수 있고, 상기 금속은, 전기적 방전을 통하여 금속 이온으로 전환되고, 상기 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 금속 탄산염으로 포집할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 일 예로, 도 3 및 도 4를 참조하며, 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 이산화탄소 포집 방법의 공정을 예시적으로 나타낸 것이고, 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계(S10)에 대한 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 4에서 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계(S10)는, 폐수용액을 제1 수용액에 유입시키는 단계(S11); 금속 이온을 회수극부로 이동시키는 단계(S12); 및 금속 이온을 금속으로 전환시키는 단계(S13); 를 포함할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 폐수용액을 제1 수용액에 유입시키는 단계(S11)는, 해수; 또는 페리튬이온전지 분해물, 리튬이온 또는 이 둘; 을 포함하는 폐수용액을 재활극부의 제1 수용액 내에 유입시키는 단계이다.
- [0058] 예를 들어, 금속 이온을 회수극부로 이동시키는 단계(S12)는, 재활극을 통하여 회수극이 전기적으로 충전되고, 이러한 충전에 의해서 폐수용액을 포함하는 제1 수용액의 전자는 재활극을 통하여 회수극으로 이동하고, 폐수용

액을 포함하는 제1 수용액 내의 금속(M), 예를 들어, 리튬 및/또는 소듐 이온은 제1 전해질막을 통하여 회수극 부로 이동하는 단계이다.

[0059] 예를 들어, 금속 이온을 금속으로 전환시키는 단계(S13)는, 금속 이온(M⁺)이 회수극(21)의 표면에서 하기와 같은 반응식 1에 의해 금속(고체 추출물)으로 전환시키는 단계이다. 예를 들어, 회수극은, 재활극을 통해 전달된 전자와 금속 이온을 반응시켜 금속을 추출한다.

[0060] [반응식 1]



[0062] 본 발명의 일 예로, 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계(S20)는, 폐수용액에서 금속 이온을 재활하는 단계(S10)에서 수집한 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계이다.

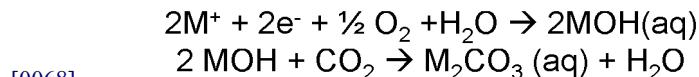
[0063] 본 발명의 일 예로, 도 3 및 도 5를 참조하며, 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 금속 이온을 이용하여 이산화탄소를 포집하는 단계(S20)에 대한 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 5에서 이산화탄소를 포집하는 단계(S20)는, 금속 이온을 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 단계(S21) 및 금속 탄산염을 형성하는 단계(S22)를 포함할 수 있다.

[0064] 예를 들어, 금속 이온을 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 단계(S21)는, 단계(S10)에서 추출한 금속의 금속 이온 및/또는 회수극으로 이동된 금속 이온을 제2 전해질막을 통하여 이산화탄소 포집극부로 이동시키는 단계이다.

[0065] 예를 들어, 회수극에서 추출된 금속은 회수극의 전기적 방전에 의해서 전자가 빠지면 금속의 적어도 일부분 또는 전체는 금속 이온으로 전환되고, 상기 금속 이온은 제2 전해질 막을 통하여 포집극부로 이동시키는 단계이다. 회수극의 방전 시 회수극의 전자는 포집극으로 이동한다.

[0066] 예를 들어, 금속 탄산염을 형성하는 단계(S22)는, 이산화탄소 포집극(31)을 이용하여 제2 수용액에 존재하는 이산화탄소, 물 및 상기 금속 이온이 반응하여 금속 탄산염을 형성하는 단계이다. 예를 들어, 상기 금속 탄산염은 하기의 반응식 2에 의해서 형성되고, 상기 금속 탄산염은 수용액 상태로 제2 수용액 내에서 형성되고, 건조 과정을 통하여 분말로 획득될 수 있다.

[0067] [반응식 2]



[0069] 본 발명의 일 예로, 상기 이산화탄소 포집 방법은, 이산화탄소 포집이 필요한, 다양한 분야, 예를 들어, 발전시스템, 폐전자 제품, 폐건전지 처리 분야 등의 환경 분야, 연소 장치 등에 적용될 수 있다.

[0070] 본 발명은, 해수전지 시스템과 폐리튬이온 재활용 시스템에서 전기적 방전 및 충전을 통하여 소듐, 리튬 등과 같은 금속을 추출하고, 이러한 금속의 이온을 활용하여 금속 탄산염으로 이산화탄소를 포집할 수 있으므로, 이산화탄소 포집공정을 보다 간소화시키고, 이산화탄소 포집 효율을 향상시킬 뿐 아니라, 공정 비용도 낮출 수 있다.

[0071] 하기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0072] 제조예 1

[0073] 제1 수용액 내에 carbon paper 집전체로 이루어진 촉매전극으로 이루어진 재활극부, LiPF₆ EC/DMC (1:1 wt%) 유기 전해액 내에 Ni mesh 집전체로 이루어진 회수극부 및 제2 수용액 내에 carbon paper 집전체로 이루어진 촉매전극으로 이루어진 포집극부로 구성된 이산화탄소 포집 시스템을 제조하였다. 폐수용액으로 해수 및 리튬이차전지 분해물이 각각 포함된 폐수용액을 제조하였다.

[0074] 실시예 1

[0075] (1) 자원 재활용 모드

- [0076] 제1 수용액 내에 해수를 유입하고, 재활극을 충전 모드로 전환시켜 해수가 포함된 제1 수용액에서 전자를 빼서 회수극을 충전시키며, 상기 회수극의 충전 그래프는 도 6(a)에 나타내었다. 이와 동시에, 회수극표면에 소듐 분말이 추출되고, 상기 소듐 분말에 대한 이미지를 도 8(a)에 나타내었다.
- [0077] (2) 이산화탄소 포집 모드
- [0078] 제2 수용액 내에 대기 중의 이산화탄소를 버블링하고, 상기 자원 재활용 모드를 거친 상기 회수극을 방전시켜, 소듐 이온을 생성시킨다. 상기 회수극의 방전 그래프는 도 7(a)에 나타내었다. 상기 소듐 이온은 제2 고체 전해질막을 통하여 이산화탄소 포집극부로 이동한다. 상기 소듐 이온은, 하기의 반응식 3에 따라 이산화탄소 포집극부에서 이산화탄소를 포집하여 소듐 탄산염을 생성한다. 반응이 완료되면 제2 수용액을 60 ℃에서 건조시켜 소듐 탄산염 분말을 획득하였고, 상기 소듐 탄산염의 분말 이미지 및 XRD 패턴은 도 9(a) 및 도 10에 나타내었다.
- [0079] [반응식 3]
- [0080]
$$2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}(\text{aq})$$

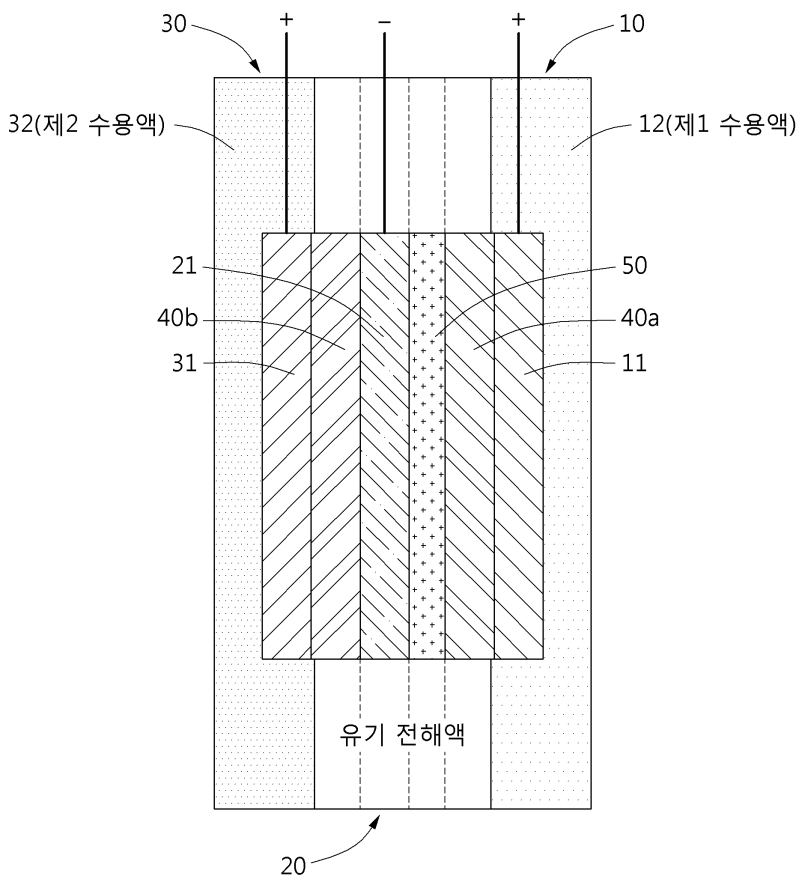
$$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$$
- [0081] 실시예 2
- [0082] (1) 자원 재활용 모드
- [0083] 제1 수용액 내에 페리튬이온전지 분해물을 유입하고, 재활극을 충전 모드로 전환시켜 해수가 포함된 제1 수용액에서 전자를 빼서 회수극을 충전시키며, 상기 회수극의 충전 그래프는 도 6(b)에 나타내었다. 이와 동시에, 회수극표면에 리튬 분말이 추출되고, 상기 소듐 분말에 대한 이미지를 도 8(b)에 나타내었다.
- [0084] (2) 이산화탄소 포집 모드
- [0085] 제2 수용액 내에 대기 중의 이산화탄소를 버블링하고, 상기 자원 재활용 모드를 거친 상기 회수극을 방전시켜, 리튬 이온을 생성시킨다. 상기 회수극의 방전 그래프는 도 7(b)에 나타내었다. 상기 리튬 이온은 제2 고체 전해질막을 통하여 이산화탄소 포집극부로 이동한다. 상기 리튬 이온은, 하기의 반응식 4에 따라 이산화탄소 포집극부에서 이산화탄소를 포집하여 리튬 탄산염을 생성한다. 반응이 완료되면 제2 수용액을 60 ℃에서 건조시켜 리튬 탄산염 분말을 획득하였고, 상기 리튬 탄산염의 분말 이미지 및 XRD 패턴은 도 9(b) 및 도 11에 나타내었다.
- [0086] [반응식 4]
- [0087]
$$2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}(\text{aq})$$

$$2\text{LiOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$$
- [0088] 도 6을 살펴보면, 해수 및 리튬이온 수용액의 해수 전지 시스템 및 리튬이온 전지 시스템을 이용하여 회수극의 충전이 충분히 이루어지는 것을 확인할 수 있고, 이와 동시에, 리튬 및 소듐을 통과시키는 제1 고체 전해질막을 적용하여, 회수극에 리튬 및 소듐을 효과적으로 추출할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0089] 도 7을 살펴보면, 리튬 및 소듐을 이용한 회수극의 방전이 충분히 이루어지는 것을 확인할 수 있고, 이러한 방전에 의한 전자는 이산화탄소 포집극으로 이동하므로, 리튬 및 소듐 이온에 의한 이산화탄소의 포집이 잘 이루어지는 것을 확인할 수 있다.
- [0090] 도 8을 살펴보면, 회수극에서 리튬 및 소듐 분말이 추출되는 것을 확인할 수 있다.
- [0091] 도 9 내지 도 11을 살펴보면, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집극부에서 리튬 탄산염 및 소듐 탄산염이 생성된 것을 XRD 패턴 결과에서 확인할 수 있다. 이는, 해수 및 페리튬이온전지 분해물을 이용하여 전기화학적 방법에 의해 이산화탄소를 효과적으로 포집할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0092] 즉, 본 발명에 의한 이산화탄소 포집 시스템을 이용하여, 해수 및 리튬전지 분해물에서 소듐 및 리튬을 전기적 충전에 의해서 소듐 및 리튬 분말을 수집할 수 있고, 전기 방전에 의해서 소듐 이온 및 리튬 이온을 포집극으로 전달하여 이산화탄소를 수용액 상태의 금속 탄산염으로 포집할 수 있다. 상기 금속 탄산염은, 분말 형태로 저장 가능하므로, 이산화탄소 포집 및 저장에 대한 지리적 제약을 해결할 수 있고, 전기화학적 방법에 의한 해

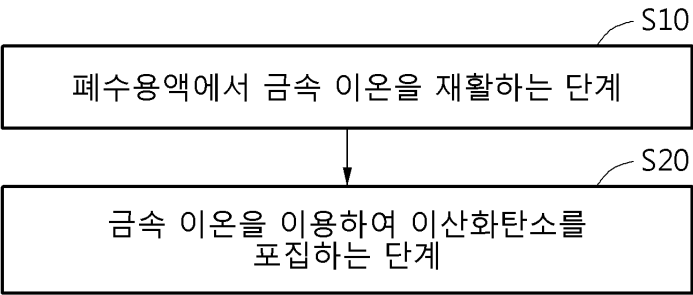
수 및 페리튬이차전지의 재활용과 환경 친화적인 이산화탄소의 포집을 제공할 수 있다.

도면

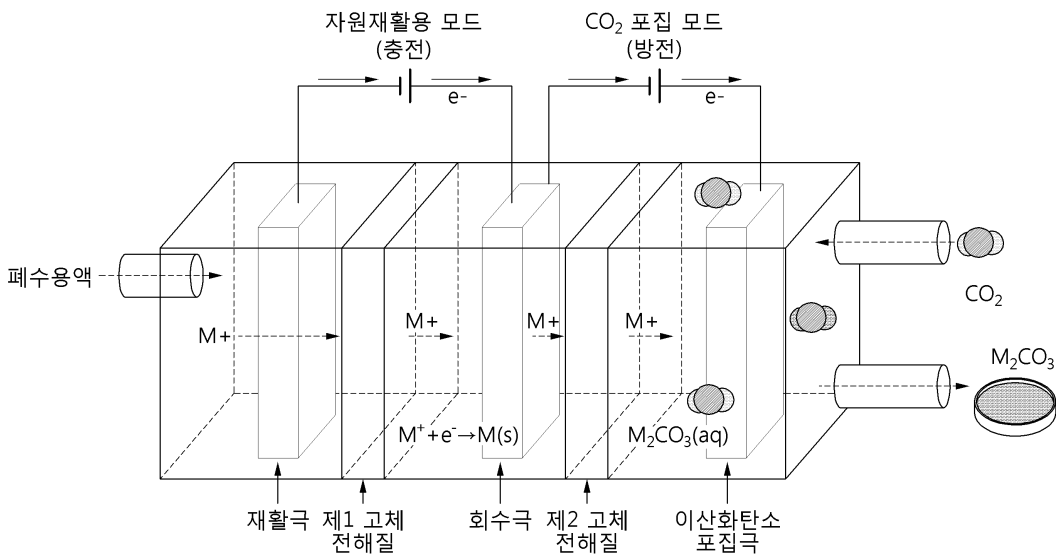
도면1



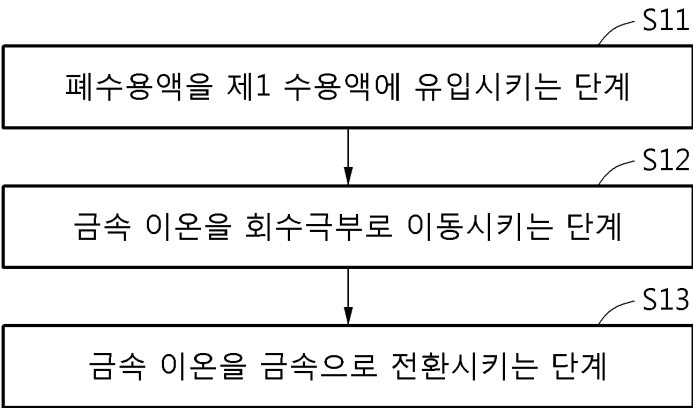
도면2



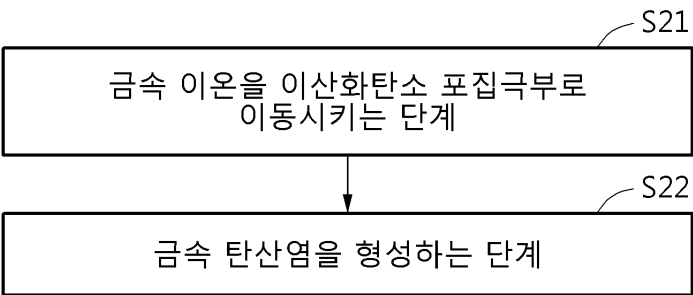
도면3



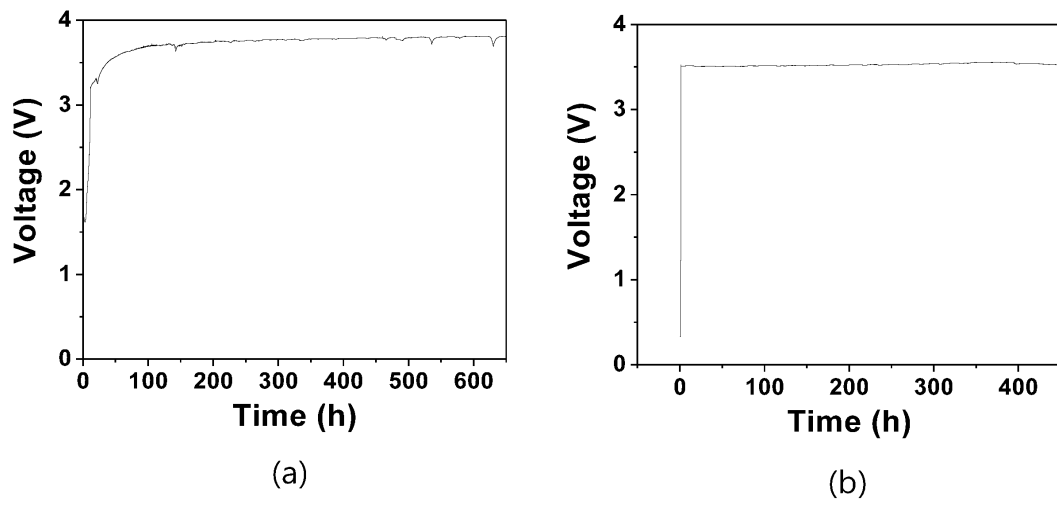
도면4



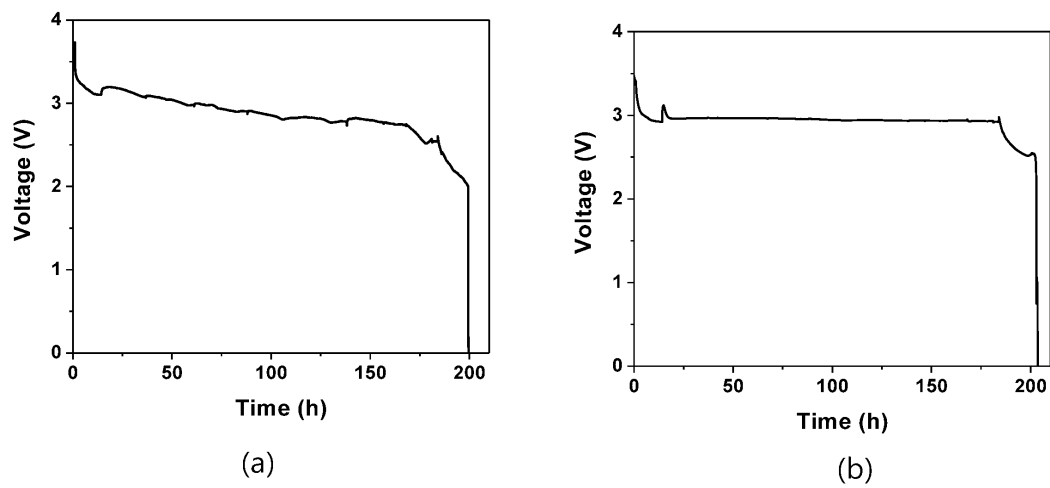
도면5



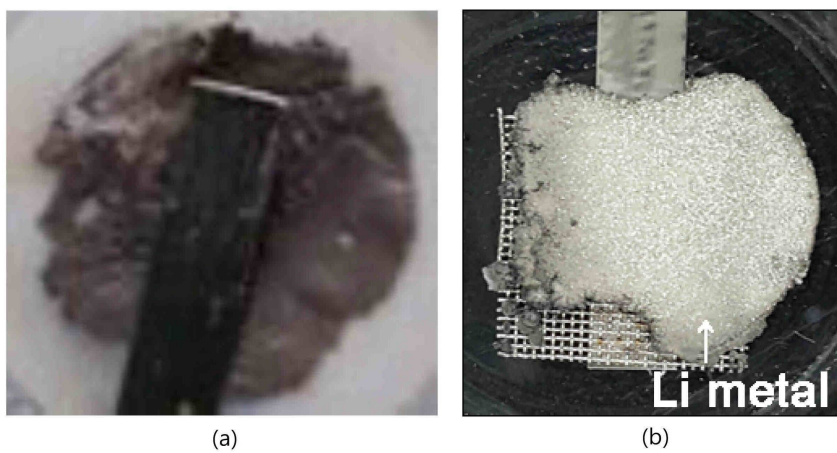
도면6



도면7



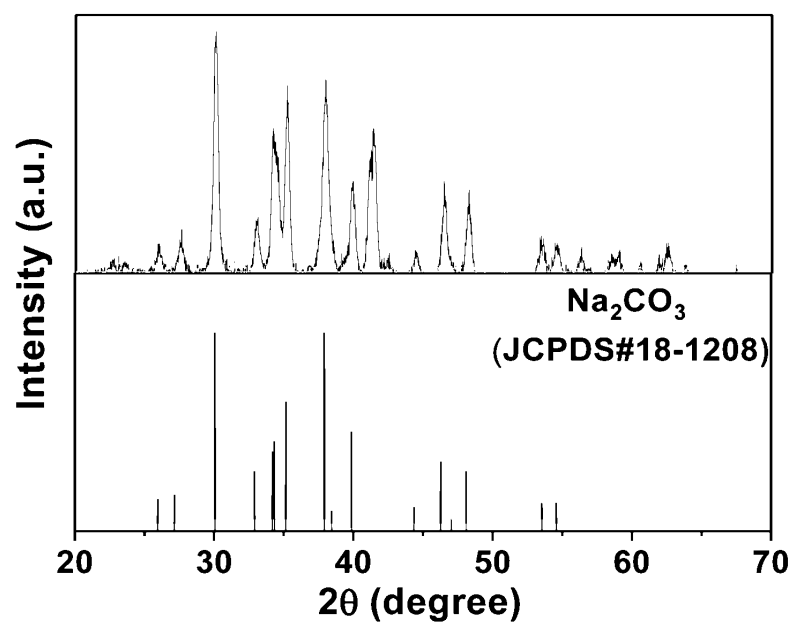
도면8



도면9



도면10



도면11

