



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0164370
(43) 공개일자 2024년11월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 3/06 (2006.01) C01B 3/56 (2006.01)
H01M 10/54 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C01B 3/06 (2013.01)
C01B 3/56 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-0006735
(22) 출원일자 2024년01월16일
심사청구일자 2024년01월16일
- (30) 우선권주장
1020230061837 2023년05월12일 대한민국(KR)
1020230092075 2023년07월14일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
주식회사 이지마이닝
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 101호
(산학협력관)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (72) 발명자
손희원
울산광역시 중구
김영식
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김성호, 이명구

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 수소 포집 방법

(57) 요약

본 발명은 수소 포집 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화학방전을 통하여 사용후 배터리로부터 수소를 포집하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 10/54 (2023.01)

Y02E 60/10 (2020.08)

Y02E 60/36 (2020.08)

(72) 발명자

김하은

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

이종영

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

김월영

대구광역시 동구 반야월북로 221, 106동 2902호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

미부여

과제번호

RS-2024-00339705

부처명

환경부

과제관리(전문)기관명

한국환경산업기술원

연구사업명

이차전지 순환이용성 향상 기술 개발 사업

연구과제명

친환경 선 리튬추출 기반 다중 폐 이차전지 해체·분리 자동화 및 자원 회수 실증

기술 개발

과제수행기관명

주식회사 이지마이닝, 울산과학기술원

연구기간

2024.04.01 ~ 2027.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

- 1) 사용후 배터리를 충전하는 단계;
- 2) 충전된 상기 사용후 배터리를 용액 내에서 외부 과우치를 해제하여 화학적 방전을 유도하는 단계;
- 3) 상기 화학적 방전에서 생성된 수소를 포집하는 단계; 및
- 4) 상기 포집된 수소를 압축하여, 수소 저장 탱크로 이동하는 단계;를 포함하는, 수소 포집 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 1) 단계에서, 사용후 배터리를 SOC(State of Charge)는 50 이상으로 충전하는 것인,
수소 포집 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 2) 단계에서, 상기 용액은 상기 충전된 음극 내 리튬을 용해시키는 것인,
수소 포집 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 2) 단계에서, 상기 용액은 물을 용매로 사용하거나 또는 LeS (Lithium-extraction Solution) 용액을 사용하는 것인,
수소 포집 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 2) 단계에서, 상기 화학적 방전은 상기 용액을 상기 사용후 배터리의 내부로 공급하여 음극 속 리튬과 상기 용액의 자발적인 반응을 유도하는 것인,
수소 포집 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 2) 단계에서, 상기 화학적 방전 시에 발생하는 연소가스를 제거하는 것인,
수소 포집 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 LeS는 충전된 음극재와 반응하여 리튬 이온을 용액으로 탈리시키는 용매(Solvent)인 물과 리튬 화합물(수산화리튬 무수화물, 수산화리튬 일수화물, 탄산리튬 등)에 대한 용해도가 낮아 용액 내 리튬 이온을 리튬 화합물로 결정화시키는 반용매(anti-solvent)를 포함하는 것인,

수소 포집 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 반응매는 Methanol, Ethanol, 2-Propanol(Isopropyl alcohol)(IPA), Acetone, N-Methyl-2-pyrrolidone(NMP), Dimethyl Sulfoxide(DMSO), Ethylene Glycol, Propylene Glycol, Methyl acetate, Ethyl acetate, Pentane 및 Heptane로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것인,

수소 포집 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 3) 단계에서, 상기 포집은 활성탄 및 분자체로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 흡착제를 사용하여 수소만 선택적으로 흡착제의 기공을 통과하도록 하는 것인,

수소 포집 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 1) 단계 내지 4) 단계는 밀폐된(closed) 시스템으로 설계되는 것인,

수소 포집 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수소 포집 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화학방전을 통하여 사용후 배터리로부터 수소를 포집하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 에너지 자원 고갈에 대한 문제가 서서히 드러나면서 차세대 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 수소에너지는 석유값의 지속적인 상승 및 화석자원의 고갈이 전망되는 현 시점에서 전기를 직접 공급하기 곤란한 수송분야 및 원격지 등에 사용할 2차에너지로서 각광받고 있다. 특히 지구 온난화 방지를 위하여 파리 기후변화 협약이 발효됨에 따라 이산화탄소의 저감대책이 중요한 화두로 떠오르면서 대체에너지원으로서의 수소에너지에 대한 관심은 더욱 증대되고 있다.

- [0003] 수소를 얻기 위해서는 화합물 형태로 존재하는 수소를 분리하여야 한다. 가장 일반적인 예로서 물(H₂O)를 수소(H₂)와 산소(O)로 분리하는 방법이 있다. 현재 가장 널리 사용하는 방법은 산업공정 중에 발생하는 수소 혼합가스에서 수소를 분리하는 부생 수소법이나, 고온 고압의 수증기를 이용하여 천연가스를 분해하는 천연가스 개질법, 그리고 전기에너지를 이용하여 물을 전기 분해하는 전기 분해법 등이 있다.
- [0004] 그러나 부생 수소법은 정제 과정이 필요하고, 생산량이 부족하여 대부분 반도체용이나 석유화학용과 같이 자체적으로 소비한다는 한계가 있다. 천연가스 개질법은 생산시에 이산화 탄소가 발생하고 열에너지와 고가의 촉매가 필요하다는 한계가 있다. 수전해 분해법은 생산 시에 높은 전기 에너지를 소모한다는 한계가 있다.
- [0005] 따라서, 종래의 기술에서 수소를 직접 제조하는 경우, 막대한 비용이 든다는 점에서, 손쉽게 수소를 발생시키고 포집할 수 있는 시스템의 개발이 요구되었다.
- [0006] 한편, 세계적인 온실가스 감축 정책에 따라 전기자동차(Electric Vehicle, EV) 산업이 급격하게 발전하고 있으며, 신재생 에너지와 연계되는 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS)의 사용이 크게 증가함에 따라 리튬이온배터리(lithium ion battery, LIB)에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 이러한 LIB의 경우, 통상적으로 약 10년정도 사용한 이후에는 전지의 용량이 감소됨에 따라 폐기 처리되며, 향후 사용 후 리튬이온배터리, 즉 사용후 배터리 발생량 또한 급증할 것으로 예상된다.
- [0007] 이에 따라, 사용후 배터리의 처리 및 재활용에 대한 관심이 높아지며 사용후 배터리의 재사용에 대한 다양한 연구가 진행되었으며, 이 중 사용후 배터리를 이용하여 다양한 자원을 재활용하는 방법 중 수소를 재활용할 수 있는 방법에 대한 개발이 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0104457호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 사용후 배터리로부터 주요 물질을 회수하는 과정에서 생성되는 수소를 포집하여 공정 안정성을 높임과 동시에 생성된 수소를 자원으로 재활용하는 것을 목적으로 하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법은 1) 사용후 배터리를 충전하는 단계; 2) 충전된 상기 사용후 배터리를 용액 내에서 외부 파우치를 해체하여 화학적 방전을 유도하는 단계; 3) 상기 화학적 방전에서 생성된 수소를 포집하는 단계; 및 4) 상기 포집된 수소를 압축하여, 수소 저장 탱크로 이동하는 단계;를 포함한다.
- [0013] 상기 사용후 배터리를 SOC(State of Charge)는 50 이상으로 충전하는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 용액은 상기 충전된 음극 내 리튬을 용해시키는 것일 수 있으며, 상기 용액은 물을 용매로 사용하거나 또는 LeS (Lithium-extraction Solution) 용액을 사용할 수 있다.
- [0015] 상기 화학적 방전은 상기 용액을 상기 사용후 배터리의 내부로 공급하여 음극 속 리튬과 상기 용액의 자발적인 반응을 유도하는 것일 수 있다.
- [0016] 상기 LeS는 충전된 음극재와 반응하여 리튬 이온을 용액으로 탈리시키는 용매(Solvent)인 물과 리튬 화합물(수산화리튬 무수화물, 수산화리튬 일수화물, 탄산리튬 등)에 대한 용해도가 낮아 용액 내 리튬 이온을 리튬 화합물로 결정화시키는 반응매(anti-solvent)를 포함할 수 있다.

- [0017] 상기 반응매는 Methanol, Ethanol, 2-Propanol(Isopropyl alcohol)(IPA), Acetone, N-Methyl-2-pyrrolidone(NMP), Dimethyl Sulfoxide(DMSO), Ethylene Glycol, Propylene Glycol, Methyl acetate, Ethyl acetate, Pentane 및 Heptane로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 화학적 방전 시에 발생하는 연소가스를 제거하는 것일 수 있다.
- [0019] 상기 포집은 활성탄 및 분자체로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 흡착제를 사용하여 수소만 선택적으로 흡착제의 기공을 통과하도록 하는 것일 수 있다.
- [0020] 상기 1) 단계 내지 4) 단계는 밀폐된(closed) 시스템으로 설계되는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명은 4 단계의 단순한 공정을 통하여 저비용 및 고효율로 사용후 배터리로부터 자원을 재활용하는 과정에서 생성되는 수소를 포집하여 공정 안정성을 높임과 동시에 생성된 수소를 자원으로 재활용할 수 있는 효과가 있다.
- [0022] 또한, 본 발명은 사용후 배터리를 재활용하는데 있어서, 낮은 에너지 소모량과 친환경적으로 에너지를 이용하여 수소를 회수할 수 있는 효과가 있다.
- [0023] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법의 공정 순서도를 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법 중 수용액 침지 중 사용후 배터리의 화학적 방전 모식도를 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법의 수소 포집 모식도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하고자 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 또한, 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법의 공정 순서도를 도시한 것이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법은 1) 사용후 배터리를 충전하는 단계(S100); 2) 충전된 상기 사용후 배터리를 용액 내에서 외부 과우치를 해제하여 화학적 방전을 유도하는 단계 (S200); 3) 상기 화학적 방전에서 생성된 수소를 포집하는 단계(S300); 4) 상기 포집된 수소를 압축하여, 수소 저장 탱크로 이동하는 단계(S400)를 포함한다.
- [0030] S100은 상기 사용후 배터리의 충전을 수행함으로써, 양극 내 존재하는 리튬 이온을 음극으로 이동시켜, 열역학적으로 불안정한 충전된 음극을 수용액과 반응시켜 리튬 이온이 용해되는 자발적 반응을 유도하기 위함이다. 이를 통하여, 양극 내 존재하는 리튬 이온이 제거됨에 따라 양극의 구조를 약화시킬 수 있다. 상기 충전은 후술하는 수용액 내에서 진행해도 되고 수용액 외부에서 미리 충전하여도 된다.
- [0031] S100에서, 상기 충전은 SOC(State of Charge)가 바람직하게는 50 이상일 수 있고, 60 이상, 70 이상, 80 이상, 90이상 또는 과충전상태일 수 있다.
- [0032] 이 때 충전속도는 C-rate 3 이하로 충전하는 것일 수 있다.
- [0033] S100에서, 상기 사용후 배터리는 음극이 음극재로서 흑연(Graphite; C₆) 및 음극기재로서 구리 포일(Cu foil)로 구성되는 것일 수 있으며, 상기 양극이 양극재로 리튬 전이금속 산화물 및 양극기재로서 알루미늄 포일(Al

foil)로 구성되는 것일 수 있다.

[0034] S100에서, 상기 사용후 배터리의 충전된 음극은 LiC_6 인 것일 수 있다.

[0035] S100은 안전을 위하여 상기 사용후 배터리를 수용액 상에 침지하여 충전하는 것일 수 있으며, 상기 수용액은 비열이 높고 휘발성이 없는 수용액일 수 있다. 상기 수용액은 산소와 열(heat)을 차단시킴으로써 상기 사용후 배터리로부터 발생될 수 있는 화재를 방지하기 위함이다. 일례로서, 상기 수용액은 비열이 높은 물질로서 물(water) 또는 오일(oil)일 수 있다.

[0037] 도 2는 S200의 화학적 방전 모식도를 도시한 것으로서, 도 2를 참조하면, S200은 충전된 상기 사용후 배터리를 용액에 침지한 상태에서 화학적 방전을 유도하는 것일 수 있으며, 상기 화학적 방전은 상기 사용후 배터리의 외부 파우치를 해체시킴으로써 상기 용액을 상기 사용후 배터리의 내부로 공급하는 것일 수 있으며, 보다 구체적으로 상기 용액이 상기 사용후 배터리 내부로 유입되어 충전된 음극과 반응하는 것일 수 있다. 상기 용액이 열역학적으로 불안정한 충전된 음극과 맞닿으면서 자발적으로 반응하여 리튬이 빠져나오는 화학적 방전을 유도한다.

[0038] S200에서 상기 수용액은 충전된 음극인 LiC_6 와 반응하여 하기 반응식과 같이 수소(H_2)를 발생할 수 있다.

[0039] $\text{LiC}_6(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{LiOH}(\text{aq}) + 0.5\text{H}_2(\text{g}) + \text{C}_6(\text{s})$

[0040] 상기 수소기체는 폭발의 위험이 있으므로 이를 제거하여 공정 안정성을 높임과 동시에 이를 포집하여 자원으로 활용할 수 있다.

[0042] S200에서 상기 용액은 충전된 음극인 LiC_6 와 반응하여 리튬을 용액 상으로 용해시키는 것일 수 있으며, 상기 용액은 물(water) 또는 Li이 용해되어 있는 수용액 또는 LeS (Lithium-extraction Solution) 용액일 수 있다.

[0043] 상기 용액은 상기 충전된 배터리 내부로 공급되어 음극 내 리튬이 리튬이온 형태로 상기 용액에 용해되어 수산화리튬 용액으로 존재하는 것일 수 있다. 상기 음극 내 리튬은 음극 층상구조 내 존재하는 리튬(내지 리튬이온) 또는 음극 SEI(Solid Electrolyte Interphase) 층과 수지상(dendrite)를 구성하는 리튬(내지 리튬이온)일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 용액은 상기 충전된 배터리 내부로 공급되어 음극 내 리튬(내지 리튬이온)과 상기 용액의 강한 발열반응으로 인하여, 음극재가 음극기체인 음극 집전체(ex: Cu foil)로부터 박리되도록 하는 것이다.

[0044] 상기 LeS는 충전된 음극재와 반응하여 리튬 이온을 용액으로 탈리시키는 용매(Solvent)인 물과 리튬 화합물(수산화리튬 무수화물, 수산화리튬 일수화물, 탄산리튬 등)에 대한 용해도가 낮아 용액 내 리튬 이온을 리튬 화합물로 결정화시키는 반응매(anti-solvent)를 포함하는 것일 수 있다.

[0045] 순수한 물은 Li에 대한 용해도가 높아 용액 재활용이나 다수 셀 처리 시 고농도의 리튬이 축적 가능하다. 이로 인해 양극재의 격자 내로 Li이 삽입되면서 Li의 손실량(loss)이 증가할 수 있다. 그러나, 본 발명과 같이 LeS를 화학방전 용액으로 적용할 경우, Li 이온이 쉽게 LiOH 형태로 침전되어 용액 내 Li 농도가 낮출 수 있다. 따라서, 본 발명의 경우 양극재로 Li 삽입을 억제할 수 있으므로, 최종적으로 리튬 회수율을 증가시킬 수 있다.

[0047] 또한, S200에서 상기 화학적 방전 시에 발생하는 연소가스를 제거할 수 있다.

[0048] S200에서 화학방전 반응이 격렬할 경우, 반응열과 분리막이나 전극 등의 가연성 물질이 반응하여 HF, CO, CO_2 와 같은 연소가스(combustion gas)가 발생할 수 있다. 이러한 연소가스는 미량이지만 공정 환경을 오염시키고 화재의 위험성이 있을 수 있다. 따라서 이러한 연소가스를 제거함으로써 공정의 친환경성을 높일 수 있다. 상기 연소가스의 제거 방법은 활성탄을 통한 포집 및 반응 속도 조절을 통한 가스 발생 억제하는 등의 방법을 사용할 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

[0050] 도 3은 S300의 수소 포집 모식도를 도시한 것으로서, 도 3을 참조하면, S300은 상기 화학적 방전에서 생성된 수

소를 포집하는 것일 수 있다. 구체적으로 S300은 화학적 방전에서 생성된 다양한 기체 중 수소만을 선택하여 흡착제의 기공을 통과하도록 하는 것일 수 있다.

[0051] 상기 흡착제는 활성탄(activated Carbon) 및 분자체(Molecular-Sieve)로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 것일 수 있다.

[0052] 상기와 같이 활성탄이나 분자체와 같은 흡착제를 사용하는 방식(PAS, Pressure swing adsorption 방식)은, 5 내지 20 기압의 가압상태에서 혼합가스를 통과시켰을 때, 수소만 선택적으로 흡착제의 기공을 통과하여 고순도의 수소를 생산할 수 있다. 이 때 다른 불순물들은 흡착제의 기공을 통과하지 못하고 잔류하게 되고, 일정시간 후 용기 압력을 상압으로 낮추면 불순물들이 흡착제의 기공 사이에 탈착, 배출될 수 있다.

[0054] S400은 상기 포집된 수소를 압축하여, 수소 저장 탱크로 이동시키는 것일 수 있다.

[0055] 상기 수소기체는 압축기(compressor)를 거쳐 15 내지 70 MPa의 고압으로 압축시킬 수 있으며, 이렇게 압축된 수소를 수소 저장 탱크로 이동시킬 수 있다. 이 때 압축된 수소를 저장하는 고압용기는 20 내지 50 H₂kg/m³의 압력을 가질 수 있다.

[0057] 상기 S100 내지 S400의 공정은 밀폐된(closed) 시스템으로 설계될 수 있다. 즉 모든 공정의 반응기를 밀폐된(closed) 시스템으로 설계하여, 발생하는 가스를 모두 가스 저장 탱크로 이동시킬 수 있다. 이 때 발생하는 기체는 앞서 서술한 바와 같이 H₂ gas와 미량의 연소가스가 혼합된 형태일 수 있다.

[0058] 가스 저장 탱크에 포집된 H₂ gas와 미량의 연소가스를 분리하기 위하여 정제(Purification) 단계를 거칠 수 있다. 여기서 H₂ 가스로 정제된 후, 앞서 서술한 바와 같이 압축기(compressor)를 거쳐 수소 저장 탱크로 이동될 수 있다.

[0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 포집 방법은 기존의 방식인 천연가스 개질이나 수전해 등의 수소 생산 방식과 달리 사용 후 배터리를 재활용하는 중에 자발적으로 발생하는 반응을 활용하는 것으로, 수소 생산 과정에 CO₂가 발생하지 않아 친환경적으로 수소를 포집할 수 있다. 또한 화학 방전시 발생하는 수소를 제거하여 폭발 위험을 줄일 수 있으므로 안정성을 높일 수 있다. 또한 화학 방전의 생성물인 리튬이나 흑연과 함께 수소를 자원화 할 수 있다는 장점이 있다. 또한 반응 중에 발생하는 연소가스를 제거하여, 공정 과정 중에 발생하는 유해 가스를 저감할 수 있다.

[0061] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0063] 실시예 1. 사용후 배터리의 방전을 통한 수소의 포집

[0064] 사용후 배터리로서, 하기 표 1에서와 같이, 양극의 조성이 LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O₂(NCM523)을 갖는 것이며, 음극이 흑연(graphite)로 구성되며, 전해질로 LiPF₆을 이용한 1 Ah의 파우치 형태의 사용후 배터리(Pouch cell)(사용후 배터리 총 중량 17.2 g)를 준비하며, 준비된 사용후 배터리는 하기 표 1에서와 같은 Li 함량을 갖는 것이다.

표 1

구성	화학 조성	Weight(%)	Weight(g)
양극 활물질(양극재)	Lithium Manganese Cobalt Oxide (LiNi _{0.5} Co _{0.2} Mn _{0.3} O ₂)	35	6.02
음극 활물질(음극재)	Graphite(C ₆)	20	3.44
음극 기재	Copper	10	1.72
양극 기재	Aluminum	5	0.86

전해질	Ethylene carbonate	15	2.58
	Carbonate methyl ethyl	5	0.86
	LiPF ₆ (salt)	5	0.86
분리막(Separator)	-	5	0.86

[0066] 사용후 배터리는 1 시간 동안 1 C로 SOC를 100으로 충전(charge)시켜 음극 층상구조로 리튬을 이동시킨다. 155 mL의 물(수용액)이 채워진 수조에 투입한 상태에서 외부과우치를 먼저 제거하여 사용후 배터리를 화학적 방전시켰다.

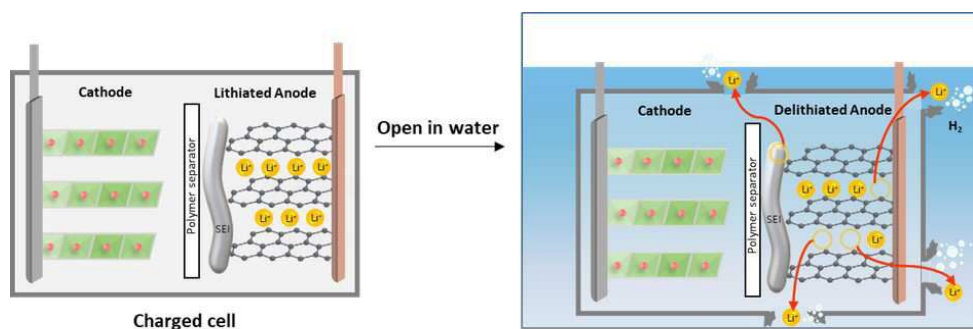
[0067] 이 후, 발생하는 가스를 가스 저장 탱크로 포집한 후, 가스 내 탄소 가스 및 HF 가스들을 제거한 후, H₂만 포집하였다. 이 후 수소기체를 30 Mpa의 압축기(compressor)를 거쳐 고압으로 압축시킨 후, 이를 수소 저장 탱크로 이동시켜 저장하였다.

도면

도면1



도면2



도면3

