



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0071610
(43) 공개일자 2021년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 4/134 (2010.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 4/04 (2006.01) H01M 4/1395 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01) H01M 4/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 4/134 (2013.01)
H01M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0161965
(22) 출원일자 2019년12월06일
심사청구일자 2019년12월06일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이상영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
조석규
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
안진우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

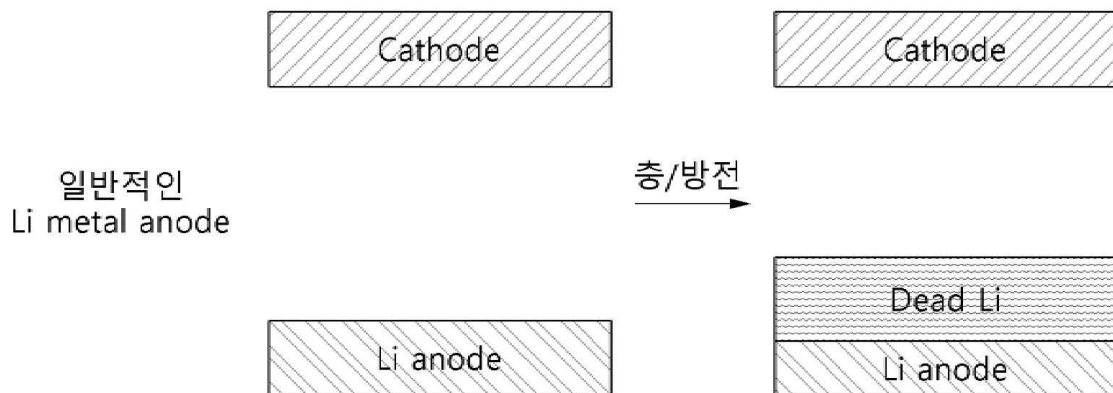
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 리튬 금속 복합전극 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 리튬 금속 복합전극 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 리튬 금속 박막층; 및 상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층; 을 포함하고, 상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함하고, 상기 리튬 금속 박막층과 물리적으로 접합된 것인, 리튬 금속 복합전극 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 본 발명에 의한 리튬 금속 복합전극을 포함하는 리튬 금속 전지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 4/0435 (2013.01)

H01M 4/1395 (2013.01)

H01M 4/382 (2013.01)

H01M 4/626 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083062
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	포스트 리튬전지 및 헤테로콜로이드 화학 기반 고성능/자유형상 프린터블 전원시스

템

기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083081
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리지원(R&D)
연구과제명	초이온 전도체의 고체 전해질 적용 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2019.01.16 ~ 2020.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

리튬 금속 박막층; 및

상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층;

을 포함하고,

상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함하고, 상기 리튬 금속 박막층과 물리적으로 접합된 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 및 금속 합금은, 메쉬, 폼(foam) 또는 섬유 형태인 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층은, 리튬-비반응성 금속, 리튬-비반응성 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층은, Cr, Cs, Cu, Fe, Hf, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Ti, V, Zr 및 K로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 금속 및 이들 금속 합금; 및 스테인리스(SUS); 에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘이 코팅된 고분자 섬유를 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고분자 섬유는, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리아미드, 폴리아미드, 폴리술폰, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르이미드, 폴리비닐알코올, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리아크릴산, 폴리비닐피롤리돈, 아가로스, 알지네이트, 폴리비닐리덴헥사플로로프로필렌, 폴리우레탄, 폴리피롤, 폴리 3,4-에틸렌디옥시티오펜, 폴리아닐린 및 이들의 유도체로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층은, 메쉬, 폼(foam) 또는 섬유 형태의 코어에 리튬 친화성 물질이 코팅된 코어셀 구조의 형태를 포함하고,

상기 코어는, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하고,

상기 셀의 두께는, 1 nm 내지 100 nm인 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 코어의 반경 : 상기 셀의 두께 비는, 1 : 1.5 내지 1 : 0.2인 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 리튬 친화성 물질은, Au, Ag, Mg, Pt, Al, Si, Sn, Bi 및 Zn에서 선택되는 원소 및 이들의 산화물; 및 C로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층의 두께는, 10 μm 내지 40 μm 인 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 다공성 전자 전도층은, 20 μm 내지 40 μm 크기의 기공을 포함하는 것인,

리튬 금속 복합전극.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 다공성 전자 전도층의 기공율은, 40 % 내지 90 %인 것인,
리튬 금속 복합전극.

청구항 13

제1항에 있어서,
상기 다공성 전자 전도층의 전기 전도도는, 1×10^{-5} S/cm 내지 1×10^8 S/cm인 것인,
리튬 금속 복합전극.

청구항 14

제1항에 있어서,
상기 리튬 금속 박막층의 두께는, 1 nm 내지 50 μ m 인 것인,
리튬 금속 복합전극.

청구항 15

리튬 금속 박막층을 준비하는 단계;
다공성 전자 전도층을 준비하는 단계; 및
상기 리튬 금속 박막층과 다공성 전자 전도층을 압연하여 접착시키는 단계;
를 포함하는,
리튬 금속 복합전극의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 리튬 금속 복합 전극은 제1항의 리튬 금속 복합 전극인 것인, 리튬 금속 복합전극의 제조방법.

청구항 17

리튬 금속 복합 전극; 을 포함하는 리튬 금속 전지로서,
상기 리튬 금속 복합전극은,
리튬 금속 박막층; 및
상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층;
을 포함하고,
상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함하고, 상기 리튬 금속 박막층과 물리적으로 접합된 것인,
리튬 금속 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 리튬 금속 복합전극 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 리튬 금속 전지에 적용되는 리튬 금속 전극은 가볍고 에너지 밀도가 높아 고에너지 밀도 이차전지 소재로 각광 받고 있으나, 리튬 금속은 수지상 성장 및 높은 반응성 등으로 인한 전지 안정성, 에너지 밀도 저하 등의 문제로 상업화에 어려움이 있다. 즉, 리튬 금속을 음극로 사용할 경우 전지 구동 시 여러 가지 요인으로 인하여 리튬 금속 표면에 전자 밀도의 불균일화가 일어난다. 또한, 전극 표면에 나뭇가지 형태의 리튬 덴드라이트(dendrite)가 생성되어 전극 표면에 돌기가 형성되거나 또는 성장하여 전극 표면이 매우 거칠어지고 불균일한 막을 형성할 수 있다.

[0003] 이러한 리튬 덴드라이트는 반복적인 충방전에 따른 성능 저하를 야기할 수 있고, 종종 불균일한 리튬 이온 플럭스를 야기하여 분리막의 손상 및 전지의 단락(short circuit)을 유발하고, 내부 단락 문제와 함께 리튬 덴드라이트 성장을 유발하므로, 전지 내 온도가 상승하여 전지의 폭발 및 화재의 위험성이 있다.

[0004] 이에 리튬 금속의 안정적인 성능을 유지하면서 수명 안정성을 향상시킬 뿐 아니라, 리튬 금속 전극의 가역성을 개선시킬 수 있는 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기 언급한 문제점을 해결하기 위해서, 다공성 전자 전도 네트워크를 리튬 금속 전극 상에 도입하여 리튬 금속 전극의 가역성과 수명특성을 향상시킬 수 있는, 리튬 금속 복합전극을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명은, 본 발명에 의한 리튬 금속 복합전극의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명은, 다공성 전자 전도 네트워크를 리튬 금속 전극 상에 도입하여 리튬 금속 전극의 가역성과 수명특성을 향상시킬 수 있는, 본 발명에 의한 리튬 금속 복합전극을 포함하는 리튬 금속 전지를 제공하는 것이다.

[0008] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따라, 리튬 금속 박막층; 및 상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층; 을 포함하고, 상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함하고, 상기 리튬 금속 박막층과 물리적으로 접합된 것인, 리튬 금속 복합전극에 관한 것이다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속 및 금속 합금은, 메쉬, 폼(foam) 또는 섬유 형태인 것일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층은, 리튬-비반응성 금속, 리튬-비반응성 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 것일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층은, Cr, Cs, Cu, Fe, Hf, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Ti, V, Zr 및 K로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 금속 및 이들 금속 합금; 및 스테인리스(SUS); 에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘이 코팅된 고분자 섬유를 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 고분자 섬유는, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리술폰, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르이미드, 폴리비닐알코올, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리아크릴산, 폴리비닐피롤리돈, 아가로스, 알지네이트, 폴리비닐리덴 헥사플로로프로필렌, 폴리우레탄, 폴리피롤, 폴리 3,4-에틸렌디옥시티오펜, 폴리아닐린 및 이들의 유도체로 이루어진 군에

서 선택된 1종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층은, 메쉬, 폼(foam) 또는 섬유 형태의 코어에 리튬 친화성 물질이 코팅된 코어셀 구조의 형태를 포함하고, 상기 코어는, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하고, 상기 셀의 두께는, 1 nm 내지 100 nm인 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 코어의 반경 : 상기 셀의 두께 비는, 1 : 1.5 내지 1 : 0.2인 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 리튬 친화성 물질은, Au, Ag, Mg, Pt, Al, Si, Sn, Bi 및 Zn에서 선택되는 원소 및 이들의 산화물; 및 C로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층의 두께는, 1 μ m 내지 30 μ m인 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층은, 10 μ m 내지 40 μ m 크기의 기공을 포함하는 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층의 기공율은, 40 % 내지 90 %인 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 다공성 전자 전도층의 전기 전도도는, 1×10^{-5} S/cm 내지 1×10^8 S/cm인 것일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 리튬 금속 박막층의 두께는, 1 nm 내지 50 μ m 인 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따라, 리튬 금속 박막층을 준비하는 단계; 다공성 전자 전도층을 준비하는 단계; 및 상기 리튬 금속 박막층과 다공성 전자 전도층을 압연하여 접착시키는 단계; 를 포함하는, 리튬 금속 복합전극의 제조방법에 관한 것이다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 리튬 금속 복합 전극은 본 발명에 의한 리튬 금속 복합 전극인 것일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따라, 리튬 금속 복합 전극; 을 포함하는 리튬 금속 전지로서, 상기 리튬 금속 복합전극은, 리튬 금속 박막층; 및 상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층; 을 포함하고, 상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함하고, 상기 리튬 금속 박막층과 물리적으로 접합된 것인, 리튬 금속 전지에 관한 것이다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은, 리튬 금속 전극 표면 상에 다공성 전자 전도 네트워크를 형성함으로써, 충방전 중 형성되는 비활성 리튬 금속을 활성화하여 리튬 금속 전극의 가역성과 수명특성을 향상시킬 수 있고, 이는 기존의 리튬 금속 전극의 반복적인 충방전에 따른 성능 저하, 안정성 저하에 따른 문제점을 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따라, 충방전 시 일반적인 리튬 금속 애노드의 표면 변화를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따라, 충방전 시 본 발명의 리튬 금속 복합전극의 표면 변화를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 리튬 금속 복합전극의 수명 특성의 평가 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하 첨부된 도면을 참조하여 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. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0029] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0031] 이하, 본 발명의 리튬 금속 복합전극에 대하여 실시예 및 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0032] 본 발명은, 리튬 금속 복합전극에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 리튬 금속 복합전극은, 리튬 금속 전극 표면 상에 다공성 전자 전도 네트워크가 형성된 것으로, 충방전 중 형성되는 비활성 금속을 활성화하여 리튬 금속 복합 전극의 가역성 및 수명특성을 향상시킬 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 리튬 금속 복합전극은, 리튬 금속 박막층; 및 상기 박막층 상에 형성된 다공성 전자 전도층을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 리튬 금속 박막층은, 리튬 금속, 리튬 금속의 합금 또는 이 둘을 포함하고, 평면형 리튬 금속박일 수 있다. 상기 리튬 금속 박막층의 두께는, 1 nm 이상; 또는 1 nm 내지 50 μm 일 수 있다.
- [0035] 상기 리튬 금속 박막층은, 단독 자가 지지가 어려울 경우에 지지체를 더 포함하고, 지지체는, 구리, 니켈, 스테인리스(SUS) 등을 포함하는 호일, 시트, 기판 등일 수 있다.
- [0036] 상기 다공성 전자 전도층은, 리튬 금속 박막층 상에 물리적 접합에 의해 도입되어 2층 형태의 전극 구조를 형성할 수 있다. 상기 다공성 전자 전도층은, 리튬 금속 표면에 다공성 전자 전도 네트워크를 형성하여, 반복적인 충방전 과정에서 형성되는 비활성 리튬 (dead Li)을 활성화시키고, 전지의 수명 특성을 향상시킬 수 있다. 즉, 비활성 리튬 (dead Li)은 반복적인 충방전 과정 중에 형성되는 전해질 분해산물들이 Li을 감싸 전자 전도가 불가능하게 되어 용량기여를 하지 못하는 리튬을 의미하는 것이다. 예를 들어, 도 1 및 도 2를 살펴보면, 도 1은 일반적인 리튬 금속 전극에서 반복적인 충방전에 의해 전극 표면 상에 비활성 리튬층이 형성되고, 이는 전지의 수명과 성능 저하를 일으킬 수 있다. 하지만, 도 2를 살펴보면, 다공성 전자전도 네트워크가 리튬 금속 상에 도입됨으로써, 반복적인 충방전에 의해 비활성 리튬이 쌓이게 되지만, 수지상 리튬 (Li dendrite) 형성을 억제하고, 비활성 리튬 (전기적 단락)을 활성화시킬 수 있다. 더욱이, 다공성 전자전도 네트워크의 도입에 의해서 리튬 금속 전극의 가역성과 전지의 수명 특성을 향상시킬 수 있으며, 이는 도 3에 나타낸, Li 대칭전지의 수명 특성 평가에서 확인할 수 있다. 즉, 다공성 전자전도 네트워크가 도입될 경우에 일반적인 리튬 금속 전극에 비하여 전압 평탄 구간이 장시간 안정적으로 발현되며, 리튬 금속 성능 열화의 증거인 비가역적 전압 상승이 억제되어 전지 수명이 안정적으로 유지되는 것을 확인할 수 있다.
- [0037] 상기 다공성 전자 전도층은, 금속, 금속 합금 또는 이 둘을 포함하는 다공성 구조체를 포함할 수 있다. 상기 금속 및 금속 합금은, 각각, 리튬-비반응성 금속 및 리튬-비반응성 금속 합금일 수 있다. 즉, 리튬-비반응성 금속 원소를 포함할 경우에,
- [0038] 리튬 금속 복합전극의 2층 형태의 구조에서 리튬 친화도에 차이가 생기고, 충전과정에서 아래 리튬 금속 부분에서부터 리튬이 쌓이게 된다. 이는 기존의 다공성 집전체 기술과 다르게 수지상 리튬 (Li dendrite) 형성을 억제하여 전지 내부 단락과 발화 위험성을 차단 또는 낮출 수 있다.
- [0039] 상기 금속 및 금속 합금은, 메쉬, 폼(foam) 및 섬유 형태 중 적어도 하나를 포함하고, 3차원 다공성 구조체를 형성할 수 있다. 상기 금속 및 금속 합금은, 리튬-비반응성 금속을 포함하고, 예를 들어, Cr, Cs, Cu, Fe, Hf, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Ti, V, Zr 및 K로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 금속 및 이들 금속 합금; 및 스테인리스(SUS); 에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 섬유 형태는, 금속 또는 금속 합금 섬유이거나 금속, 금속 합금 또는 이 둘에 코팅된 고분자 섬유를 포함할 수 있고, 상기 섬유 형태는, 규칙적 또는 랜덤하게 배열되거나 다공성 부직포 등과 같은 섬유 집합체를 형성할 수 있다.
- [0041] 상기 고분자 섬유는, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리술폰, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르이미드, 폴리비닐알코올, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리아크릴산, 폴리비닐피롤리돈, 아가로즈, 알지네이트, 폴리비닐리덴헥사플로로프로필렌, 폴리우레탄, 폴리피롤, 폴리 3,4-에틸렌디옥시티오펜, 폴리아닐린 및 이들의 유도체로 이

루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

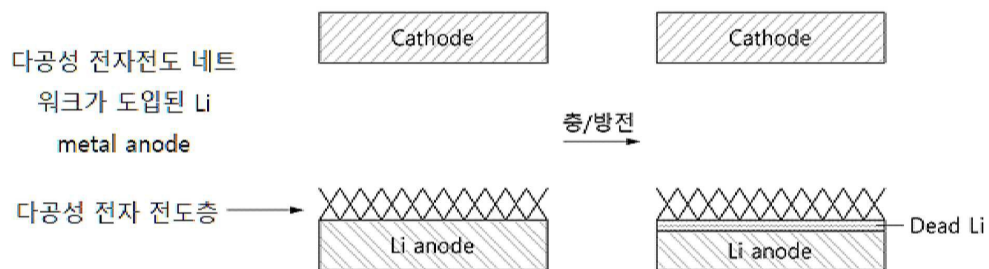
- [0042] 상기 다공성 전자 전도층은, 메쉬, 폼(foam) 또는 섬유 형태의 코어에 리튬 친화성 물질이 코팅된 코어셀 구조의 형태를 포함할 수 있다. 상기 코어는, 상기 언급한 리튬-비반응성 금속, 리튬-비반응성 금속 합금 또는 이들을 포함하고, 상기 셀의 리튬 친화성 물질은, Au, Ag, Mg, Pt, Al, Si, Sn, Bi 및 Zn에서 선택되는 원소 및 이들의 산화물; 및 C로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 상기 리튬 친화성 물질은 리튬 증착시 리튬과 전도층 간 접착력을 높여 비활성 리튬 (Dead Li) 발생을 억제하며, 리튬 전극의 장기 수명 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0043] 상기 셀의 두께는, 1 nm 내지 100 nm이고, 상기 코어의 반경 : 상기 셀의 두께 비는, 1 : 1.5 내지 1 : 0.2일 수 있다. 상기 두께 및 두께비 범위 내에 포함되면 비활성 리튬 (Dead Li)의 발생을 효과적으로 억제하고, 리튬 전극의 가역성 및 수명 특성을 개선시킬 수 있다.
- [0044] 상기 다공성 전자 전도층의 두께는, 10 μm 내지 40 μm 일 수 있으며, 상기 두께 범위 내에 포함되면 다공성 전자 전도 네트워크 도입을 통해 금속 전극의 가역성 개선에 유리할 수 있다.
- [0045] 상기 다공성 전자 전도층은, 20 μm 내지 40 μm 크기의 기공을 포함하고, 상기 다공성 전자 전도층의 기공율은, 40 % 내지 90 %일 수 있다. 상기 기공 크기 및 상기 기공율 범위 내에 포함되면 충방전 과정에서 형성되는 비활성 리튬의 활성화 효과를 극대화시키는데 유리하고, 수지상 리튬의 형성 억제에 도움을 줄 수 있다.
- [0046] 상기 다공성 전자 전도층의 전기 전도도는, 비활성 리튬 (Dead Li) 활용성을 증가시키기 위해서, 1×10^{-5} S/cm 내지 1×10^8 S/cm일 수 있다.
- [0047] 본 발명은, 본 발명에 의한 리튬 금속 복합전극의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 리튬 금속 박막층을 준비하는 단계; 다공성 전자 전도층을 준비하는 단계; 및 상기 리튬 금속 박막층과 다공성 전자 전도층을 압연하여 접착시키는 단계;를 포함할 수 있다. 상기 리튬 금속 박막층 및 다공성 전자 전도층은, 상기 리튬 금속 복합전극에서 언급한 바와 같다.
- [0048] 상기 접착시키는 단계는, 상기 리튬 금속 박막층 상에 다공성 전자 전도층을 올리고 0.1 MPa 내지 5 MPa 압력으로 압연하여 물리적으로 접촉된 2층 구조의 리튬 금속 복합전극을 제조할 수 있다.
- [0049] 본 발명은, 본 발명에 의한 리튬 금속 복합 전극; 을 포함하는 리튬 금속 전지에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 애노드 및 캐소드를 포함하고, 상기 애노드는 본 발명에 의한 리튬 금속 복합 전극을 포함할 수 있다. 즉, 상기 리튬 금속 전지는, 다공성 전자 전도층 도입을 통한 비활성 리튬의 활성화시켜 리튬 금속 전극의 가역성이 개선되고, 수명특성이 향상될 수 있다.
- [0050] 상기 리튬 금속 전지는, 상기 리튬 금속 복합전극을 애노드로 적용하고, 이외 전지의 작동 및 구현을 위한 구성, 예를 들어, 반대극(즉, 양극), 전해액 등은, 본 발명의 범위 및 목적을 벗어나지 않는다면, 본 발명의 기술 분야에서 통상적으로 적용되는 구성을 포함할 수 있다.
- [0051] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1



도면2



도면3

