

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0051942

(43) 공개일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 4/70 (2006.01) C23C 14/04 (2006.01)
C23C 14/16 (2006.01) C23C 16/04 (2006.01)
C23C 16/06 (2006.01) H01M 10/36 (2006.01)
H01M 12/08 (2015.01) H01M 4/66 (2006.01)
H01M 6/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01M 4/70 (2013.01)
C23C 14/042 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0137874

(22) 출원일자 2019년10월31일

심사청구일자 2019년10월31일

(71) 출원인

한국전력공사

전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

강석주

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

정재호

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원

(74) 대리인

한양특허법인

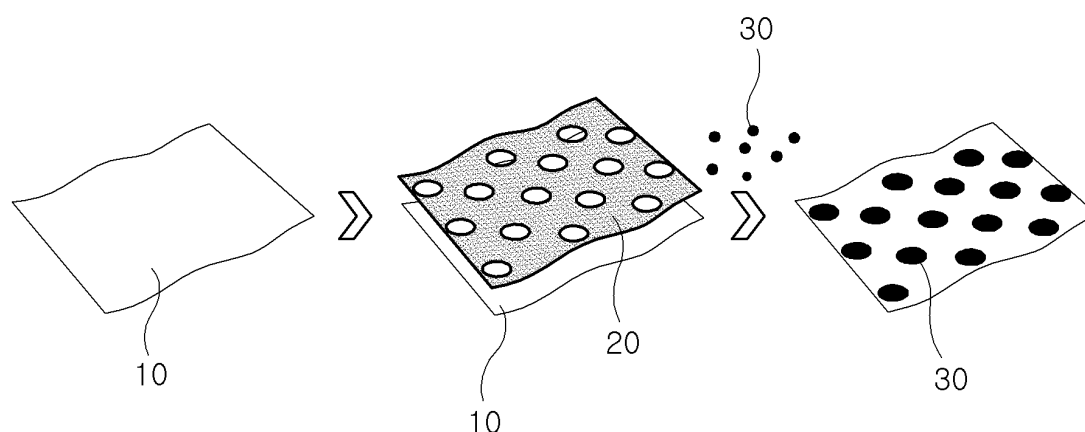
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법 이에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체

(57) 요약

본 발명은 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법 이에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 일정 간격으로 복수개의 원형의 홀이 형성된 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착시켜 패턴 새도우 마스크에 가려지지 않은 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 형성시켜 일정 패턴이 형성된 해수 전지용 패턴 집전체를 제조함으로써, 일정 패턴으로 형성된 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막에 선택적으로 소듐 이온이 이동되도록 조절되므로 장시간동안 안정된 충전 및 방전 반응이 가능한 최적의 패턴 집전체로 사용될 수 있어 이를 가역적 해수 전지를 위한 음극으로 적용할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 14/16 (2013.01)
C23C 16/042 (2013.01)
C23C 16/06 (2013.01)
H01M 10/36 (2013.01)
H01M 12/08 (2019.01)
H01M 4/661 (2013.01)
H01M 4/667 (2013.01)
H01M 6/34 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 일정 간격으로 복수개의 원형의 홀이 형성된 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일 위에 밀착시켜 올려놓는 단계;
- (b) 상기 (a) 단계를 통해 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착하는 단계; 및
- (c) 증착이 완료된 후 상기 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일에서 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 패턴은 하기 수학적 식 1의 λ 값이 0.5 내지 2를 만족하는 패턴인 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법.

[수학적 식 1]

$$\lambda = d/r$$

(상기 수학적 식 1에서, d는 서로 인접하는 홀의 간격이고, r은 홀의 지름 길이임)

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

화학 기상 증착 방법, 또는 물리 기상 증착 방법에 의해 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막이 증착하는 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

증착 속도가 0.01 nm/s 내지 0.2 nm/s인 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 두께는 100 nm 이하인 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법.

청구항 6

일정 간격으로 복수개의 원형의 홀이 형성된 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착시킨 후, 상기 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일에서 제거시킴으로써, 패턴 새도우 마스크에 가려지지 않은 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막이 형성된 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 패턴은 하기 수학적 식 1의 λ 값이 0.5 내지 2를 만족하는 패턴인 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체.

[수학적 식 1]

$$\lambda = d/r$$

(상기 수학적 식 1에서, d는 서로 인접하는 홀의 간격이고, r은 홀의 지름 길이임)

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막은, 화학 기상 증착 방법, 또는 물리 기상 증착 방법에 의해 증착되는 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막은, 0.01 nm/s 내지 0.2 nm/s의 증착 속도로 증착되는 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 두께는 100 nm 이하인 것을 특징으로 하는 해수 전지용 패턴 집전체.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 해수 전지용 음극의 집전체에 관한 것으로, 가역적 해수 전지를 위한 음극으로 음극 집전체에서 일정 패턴이 형성된 패턴 집전체의 패턴에 따라 선택적으로 소듐 이온 증착이 가능하도록 하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법 이에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이차전지의 일종인 해수전지는 해수 내에 존재하는 소듐 이온(sodium ion, Na^+)이 카본 양극부, 소듐 이온(Na^+)만을 선택적으로 통과시키는 다공성 세라믹 분리막, 소듐 금속을 저장하는 음극부를 통해 반응하여 충전 및 방전하는 전지로 장시간동안 안정된 충전 및 방전 반응을 보다 활성화시키기 위해서는 균일한 소듐 이온의 흡착과 탈리를 가능하게 하는 음극을 사용해야한다.

[0003] 그러나 상기 해수전지를 포함한 이차전지는 통상적으로 알칼리 금속으로 구성되며, 이러한 알칼리 금속의 전극에서 특히 음극의 표면에 수지상의 알칼리 금속 덴드라이트(dendrite)가 석출되며, 충전과 방전을 반복하면 덴드라이트 상의 알칼리 금속은 더욱더 성장하게 되어 결국 음극표면의 불균일한 전기전도성으로 인해 전기화학적 성능이 감소하여 장기간 사용할 수 없는 덴드라이트(dendrite) 성장 문제가 발생한다.

[0004] 이를 해결하고자 이차전지 분야에서 다양한 음극 전극 및 전해액의 개발이 이루어졌다. 하지만 종래 기술의 전극 및 전해액 개발 방법은 일반적으로 공정 과정이 복잡한 인공 고체 전해질 분열 간기층(Artificial SEI layer)을 개발하거나, 또는 비용적으로 값비싼 물질을 사용한 전해액을 개발되어 접근성과 경제성 등이 부족하다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2015-0061605

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 기존의 해수전지에서 발생하였던 무분별한 소듐 금속 증착의 원인이 음극부 표면에 불균일한 전기 전도성 문제를 해결하기 위해 소듐의 표면 흡착에너지 차이를 이용한 두 가지 금속으로 구리와 알루미늄을 사용함으로써, 소듐(Na)과의 표면에너지가 큰 구리(Cu) 금속을 소듐(Na)과의 표면에너지가 상기 구리 금속보다 상대적으로 작은 알루미늄 호일 위에 일정 형태의 패턴으로 증착하여 소듐 이온의 이동을 패턴화된 구리부분으로 이동하도록 조절하여 음극부 표면에서의 불균일한 전기전도성을 해결할 수 있는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법 이에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법은, (a) 일정 간격으로 복수개의 원형의 홀이 형성된 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일 위에 밀착시켜 올려놓는 단계, (b) 상기 (a) 단계를 통해 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착하는 단계, 및 (c) 증착이 완료된 후 상기 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일에서 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 패턴은 하기 수학식 1의 λ 값이 0.5 내지 2를 만족하는 패턴이다.

[0009] [수학식 1]

$$\lambda = d/r$$

[0010]

[0011] 상기 수학식 1에서, d는 서로 인접하는 홀의 간격이고, r은 홀의 지름 길이이다.

[0012] 상기 (b) 단계는, 화학 기상 증착 방법, 또는 물리 기상 증착 방법에 의해 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막이 증착할 수 있으며, 이때, 증착 속도는 0.01 nm/s 내지 0.2 nm/s인 것이 바람직하다.

[0013] 상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 두께는 100 nm 이하이다.

[0014] 그리고 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체는, 일정 간격으로 복수개의 원형의 홀이 형성된 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착시킨 후, 상기 패턴 새도우 마스크를 알루미늄 호일에서 제거시킴으로써, 패턴 새도우 마스크에 가려지지 않은 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막이 형성된 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 알루미늄 호일 위에 형성된 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 패턴은 앞서 설명한 바와 같이 상기 수학식 1의 λ 값이 0.5 내지 2를 만족하는 패턴인 것이 바람직하다.

[0016] 상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막은, 화학 기상 증착 방법, 또는 물리 기상 증착 방법에 의해 0.01 nm/s 내지 0.2 nm/s의 증착 속도로 증착되는 것이 바람직하다.

[0017] 상기 알루미늄 호일 위에 형성된 상기 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 두께는 100 nm 이하인 것이며, 보다 바람직하게는 10 nm 내지 100 nm의 두께로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체의 제조 방법을 통해 제조된 해수 전지용 패턴 집전체는 일정 패턴으로 형성된 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막에 선택적으로 소듐 이온이 이동되도록 조절되므로 장시간동안 안정된 충

전 및 방전 반응이 가능한 최적의 패턴 집전체로 사용될 수 있어 이를 가역적 해수 전지를 위한 음극으로 유용하게 적용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체의 제조 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 가역적 해수 전지의 패턴 집전체 합성 공정의 모식도이다.

도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체 합성 공정 이후 알루미늄 호일 표면에 금속이 패턴된 모습을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 소듐 이온 증착 전, 패턴 집전체의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)과 에너지분산 X선 분광분석기(Energy-Dispersive X-ray spectroscopy, EDX)로 분석한 결과이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 소듐 이온 증착 후, 패턴 집전체의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)과 에너지분산 X선 분광분석기(Energy-Dispersive X-ray spectroscopy, EDX)로 분석한 결과이다.

도 7 내지 도 9는 λ 값에 따른 소듐 이온의 증착 형태를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과이다.

도 10은 λ 값에 따른 소듐 이온의 패턴 완성도를 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체와 기존 구리 호일의 반쪽 전지(half-cell)에서 사이클 성능 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체의 반쪽 전지(half-cell)에서 용속 특성 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체가 적용된 해수 전지에서의 소듐 이온의 증착 형태를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체를 사용한 해수 전지와 기존 구리 호일을 사용한 해수 전지의 사이클 성능 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법 이에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체에 대한 실시예 첨부된 도면을 참조로 상세히 설명하며, 이러한 실시예는 일례로서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으므로, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

도 1은 본 발명의 해수 전지용 패턴 집전체 제조 방법의 순서도이며, 도시된 바와 같이 (a) 알루미늄 호일 위에 새도우 마스크를 밀착시켜 올려놓는 단계(S100), (b) 새도우 마스크가 올려놓아진 알루미늄 호일을 증착기에 넣고 금속을 증착하는 단계(S200) 및, (c) 상기 새도우 마스크를 알루미늄 호일 위에서 제거하는 단계(S300)를 포함하여 이루어질 수 있다.

해수 전지용 패턴 집전체 제조 방법에서 상기 (a) 단계(S100)는 알루미늄 호일(10) 상에 특정 패턴의 금속 박막을 증착시키기 위해 새도우 마스크(20)를 이용하여 알루미늄 호일을 준비하는 과정이다.

상기 새도우 마스크(20)에는 복수개의 홀(21)이 형성되어 그 간격이 일정하게 규칙적으로 배열될 수 있으나, 불규칙한 간격으로 배열될 수 있고, 홀(21)의 천공 형상은 원형 및 다각형으로 형성될 수 있다. 가장 바람직하게 상기 새도우 마스크는 일정 간격으로 천공 형상이 원형인 복수개의 홀(21)이 형성된 패턴으로 이루어지며, 구체적으로 상기 패턴은 서로 인접하는 홀의 간격을 d 이라 하고, 홀의 지름 길이를 r 이라고 할 때, 하기 수학적 1의 λ 값이 0.5 내지 2를 만족하는 패턴 형상을 이루는 것이다.

[0024] [수학적 식 1]

$$\lambda = d/r$$

[0025]

[0026] 상기와 같은 홀 형태의 패턴을 갖는 새도우 마스크를 알루미늄 호일 상에 밀착되도록 올려놓아 금속이 증착될 대상물을 준비한다.

[0027] 그 다음 (b) 단계(S200)는, 상기 (a) 단계에서 준비된 새도우 마스크가 올려진 알루미늄 호일을 증착기 내부에 장착시키고, 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착한다.

[0028] 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 증착하는 방법으로는 화학 기상 증착 방법(Chemical Vapor Deposition, CVD) 또는 물리 기상 증착 방법(Physical Vapor Deposition, PVD) 중에 어느 하나의 증착 방법을 통해 알루미늄 호일에 증착되며, 예를 들어 원자층박막증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 열화학기상증착(Thermal Chemical Vapor Deposition, TCVD) 및 플라즈마화학기상증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) 등 다양한 박막 증착 방법을 이용할 수 있다.

[0029] 상기 (b) 단계(S200)는, 새도우 마스크가 올려진 알루미늄 호일을 증착기 내부에 위치한 장착대에 알루미늄 호일을 장착시키고, 진공펌프를 이용하여 상기 증착기 내부를 진공시키고, 진공된 증착기 내부에 사용할 가스를 인입하여 내부의 압력을 일정한 압력으로 유지시키면서 0.01 nm/s 내지 0.2 nm/s의 증착 속도로 패턴 새도우 마스크에 가려지지 않은 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막을 100 nm 이하로 증착한다.

[0030] 상기 금속 박막의 증착 속도는 공정 효율을 고려할 때, 0.1 mm/s로 증착되는 것이 바람직하며, 상기 제시된 증착 속도 범위를 벗어나게 되면 박막의 증착 효율이 떨어지므로, 상기 제시된 범위를 만족하는 것이 바람직하다.

[0031] 알루미늄 호일 상에 증착되는 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막은 100nm 이하인 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 10nm 내지 100nm의 두께로 증착되는 것 바람직하다. 만약 제시된 범위를 벗어나 증착 두께가 10nm 미만이면 얇은 박막이 형성되어 소듐 이온의 이동이 제대로 이루어지지 못하고, 반대로 100nm를 초과하는 경우, 지나치게 두꺼워서 전지의 성능과 효율이 감소될 수 있다.

[0032] 상기 (b) 단계(S200)를 통해 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막의 증착이 완료되면, 알루미늄 호일 상부에 놓여진 상기 새도우 마스크를 알루미늄 호일에서 제거 한다(S300).

[0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 전지용의 패턴 집전체 제조 방법의 모식도로, 도 2에 도시된 바와 같이, 준비된 알루미늄 호일(10) 위에 일정 홀 형태의 패턴을 갖는 패턴 새도우 마스크(20)를 올리고, 구리 금속 또는 은 금속을 증착하면, 패턴 새도우 마스크(20)에 가려지지 않은 부분에 구리 금속 박막 또는 은 금속 박막이 형성된 해수 전지용 패턴 집전체를 형성한다.

[0034] 도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체 형성 이후 알루미늄 호일 표면에 금속이 패터닝된 패턴 집전체의 모습을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과로, 도 3은 구리 금속 박막이 패터닝된 패턴 집전체에 소듐 이온을 증착한 모습이고, 도 4는 은 금속 박막이 패터닝된 패턴 집전체에 소듐 이온을 증착한 모습이다.

[0035] 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이, 주사전자현미경(SEM) 분석을 통하여 소듐과 표면에너지 차이가 있는 구리 금속과 은 금속을 알루미늄 금속에 패터닝시켜 형성된 패턴 집전체를 통해 형성된 구리 금속 박막과 은 금속 박막 부분으로 선택적으로 소듐 이온(Na^+)이 이동한 것을 확인할 수 있었다.

[0036] 또한, 도 5 및 도 6은 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 소듐 이온 증착 전과 후의 패턴 집전체의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)과 에너지분산 X선 분광분석기(Energy-Dispersive X-ray spectroscopy, EDX)로 분석한 결과이다.

[0037] 도 5와 도 6에서 나타난 에너지분산 X선 분광분석(EDX) 분석에서 본 발명의 구리 금속 박막이 패터닝된 패턴 집전체는 소듐 이온이 선택적으로 증착된 소듐 이온(Na^+)의 존재 여부를 확인할 수 있었다.

[0038] 본 발명은 소듐(Na)과의 표면에너지가 큰 구리(Cu) 금속과 은(Ag) 금속을 상대적으로 표면에너지가 작은 알루미늄 호일 위에 일정 패턴으로 형성된 패턴 집전체를 형성함에 따라 소듐 이온의 이동을 패터닝된 금속 부분으로 이동하도록 조절할 수 있음을 확인한 바, 본 발명은 금속 간의 표면에너지 차이가 중요함을 알 수 있다.

- [0039] 앞서 설명한 바에 따른 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법을 통해 제조된 해수 전지용 패턴 집전체의 실시예를 아래와 같이 구체적으로 제시한다. 아래 설명하는 실시예는 본 발명에서 설명하는 해수 전지용 패턴 집전체 제조방법에 따라 제조된 해수 전지용 패턴 집전체의 성능 및 효율을 확인하기 위함이 목적으로, 아래 제시된 설명에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 실시예 1은 청공이 원형의 형태로 이루어져, λ 값이 0.5인 것을 만족하는 홀로 이루어진 패턴 형상을 갖는 패턴 새도우 마스크가 올려진 알루미늄 호일을 증착기 내부에 위치한 장착대에 알루미늄 호일을 장착시키고, 진공펌프를 이용하여 상기 증착기 내부를 진공시키고, 진공된 증착기 내부에 0.1 nm/s의 증착 속도로 패턴 새도우 마스크에 가려지지 않은 알루미늄 호일 상에 구리 금속 박막을 100 nm로 증착하여 패턴 집전체를 제조한다.
- [0041] 실시예 2는 λ 값이 1.5인 것을 만족하는 홀로 이루어진 패턴 형상을 갖는 패턴 새도우 마스크를 사용한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 패턴 집전체를 제조한다.
- [0042] 실시예 3은 λ 값이 2.0인 것을 만족하는 홀로 이루어진 패턴 형상을 갖는 패턴 새도우 마스크를 사용한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 패턴 집전체를 제조한다.
- [0043] 도 7 내지 도 9는 각각 실시예 1 내지 실시예 3에서 λ 값에 따른 소듐 이온의 증착 형태를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과이다.
- [0044] 도 10은 실시예 1 내지 실시예 3에서 λ 값에 따른 소듐 이온의 패턴 완성도를 나타낸 그래프이다.
- [0045] 상기 패턴 완성도란 하기 수학적 식 2로 계산되는 것으로, 총 구리 패턴 개수에서 소듐이 증착된 구리패턴 개수가 얼마 정도인지 확인한 결과 λ 값이 0.5인 실시예 1의 패턴 집전체에서 패턴 완성도가 높음을 알 수 있는 바, 실시예 1의 패턴 집전체가 가장 완성된 소듐 증착형상을 보임을 확인할 수 있었다.
- [0046] [수학적 식 2]
- [0047] 패턴 완성도=(소듐이 증착된 구리 패턴 개수/총 구리 패턴 개수) $\times$ 100
- [0048] 상기 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 패턴 집전체의 전기 성능을 알아보기로, 소듐 금속을 음극으로 하고, 상기 실시예 1 내지 실시예 3에서 각각 제조된 패턴 집전체를 양극으로 $\Phi 14$ 의 크기와 1.53 cm²의 면적을 갖는 전극을 준비하고, 양 전극 사이에 분리막을 개재시킨후, 전해액으로 1,2-디메톡시에탄(1,2-dimethoxyethane)에 1M의 NaCF₃SO₃가 포함된 혼합 용액을 주입하여, 전지 평가용 시험 전지인 코인형 반쪽 전지(half-cell)을 제조하여 충방전 특성 평가와 율속 특성 평가를 하였다.
- [0049] 충방전 특성은 1mA의 전류로 30분 동안 충방전을 실시하였으며, 그 결과는 도 11에 나타내었다.
- [0050] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체와 기존 구리 호일의 반쪽 전지(half-cell)에서 사이클 성능 평가 결과를 나타낸 그래프로, 도 11에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예 1에서 제조된 패턴 집전체는 패턴 처리하지 않은 반쪽 전지와 사이클 성능과 비교하였을 때, 패턴 처리하지 않은 구리 호일에 비해 최대 2배의 안정성을 유지하고 있음을 확인하였다.
- [0051] 본 발명의 패턴 집전체가 적용된 전지의 율속 특성 평가는 0.5 mA/cm² 내지 3 mA/cm²의 전류 조건으로 60분 동안 충·방전을 실시하였으며, 그 결과는 도 12에 나타내었다.
- [0052] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체의 반쪽 전지(half-cell)에서 율속 특성 평가 결과를 나타낸 그래프로, 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예를 통해 제조된 패턴 집전체는 높은 전류값에도 안정된 사이클 성능을 유지하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 패턴 집전체가 해수 전지에도 적합하게 적용가능 여부를 확인하였다.
- [0054] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체가 적용된 해수 전지에서의 소듐 이온의 증착 형태를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 관찰한 결과이다.
- [0055] 도 13에 나타낸 바와 같이 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과 나시콘(nasicon) 표면 위에 소듐이 증착된 패턴을 보면 구리 금속 박막이 형성된 부분에만 소듐이 증착되는 패턴을 보이는 바, 해수 전지에서도 패턴 집전체를 적용가능성이 있음을 확인하였다.
- [0056] 상기 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 패턴 집전체를 해수 전지의 음극으로 사용하였을 경우 전지 성능을 알

아보고자, 상기 실시예 1 내지 실시예 3에서 각각 제조된 패턴 집전체를 음극으로 $\Phi 14$ 의 크기와 1.53 cm^2 의 면적을 갖도록 하고, 음극으로 탄소 펠트(carbon felt)를 준비하고, 양 전극 사이에 분리막을 개재시킨 후, 전해액으로 1,2-디메톡시에탄(1,2-dimethoxyethane)에 1M의 NaCF_3SO_3 가 포함된 혼합 용액을 주입하여, 전지 평가용 시험 전지인 코인형 반쪽 전지(half-cell)을 제조하여 충방전 특성 평가를 하였다.

[0057] 해수 전지의 충방전 특성은 0.5mA의 전류로 150분 동안 충·방전을 실시하였으며, 그 결과는 도 14에 나타내었다.

[0058] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 집전체를 사용한 해수 전지와 기존 구리 호일을 사용한 해수 전지의 사이클 성능 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

[0059] 도 14에 나타낸 바와 같이 사이클 수를 비교하였을 때, 해수 전지의 음극으로 적용된 본 발명의 패턴 집전체는 사이클이 206 cycles로 57 cycles을 나타낸 기존 구리 호일에 비해 4배 정도 안정성을 유지함을 확인할 수 있다.

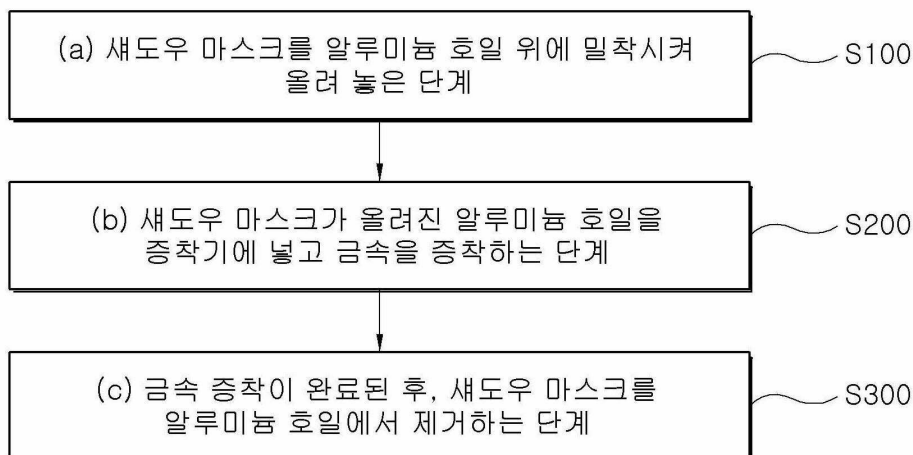
[0060] 본 발명은 이상에서 살펴본 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 설명하였으나, 상기한 실시예 및 실험예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정을 할 수 있을 것이다.

부호의 설명

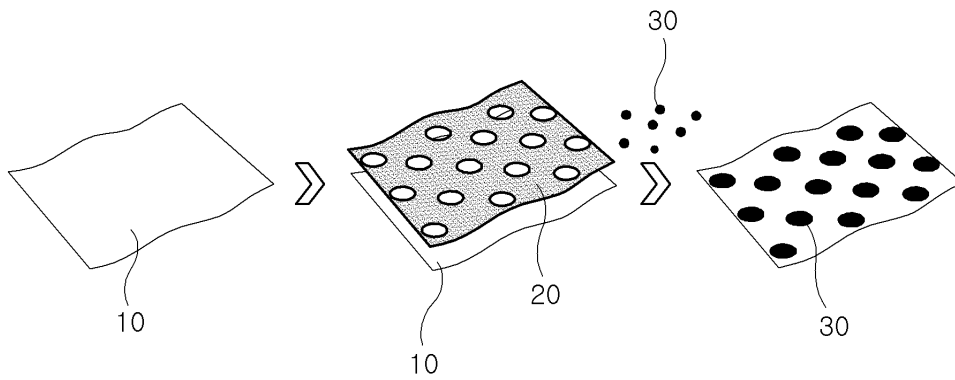
- [0061] 10 : 알루미늄 호일
20 : 새도우 마스크
30 : 구리 금속 또는 은 금속

도면

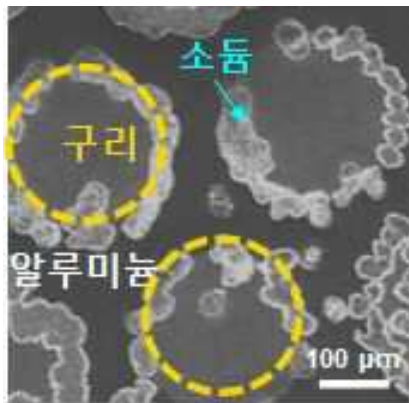
도면1



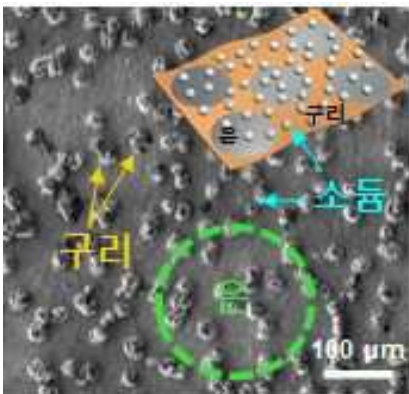
도면2



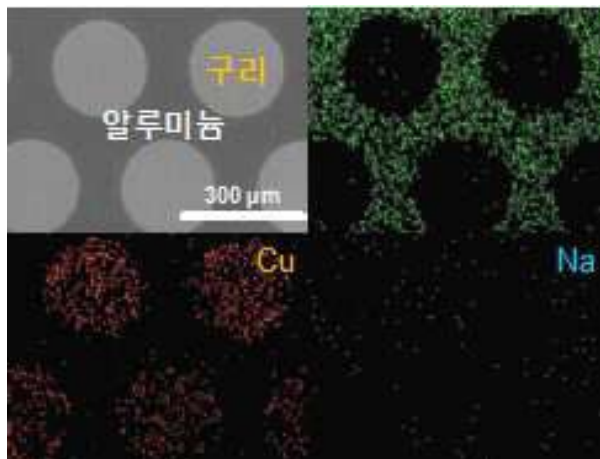
도면3



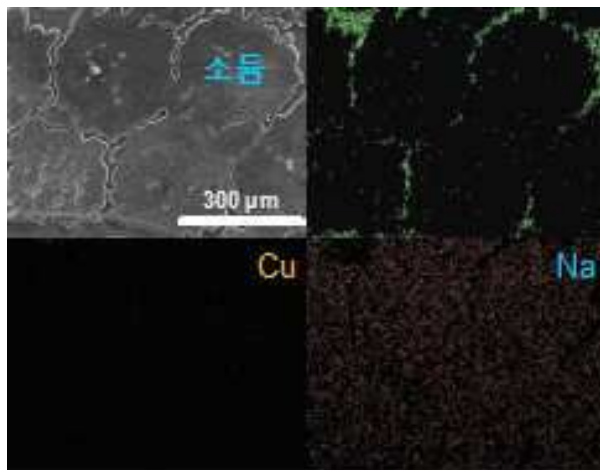
도면4



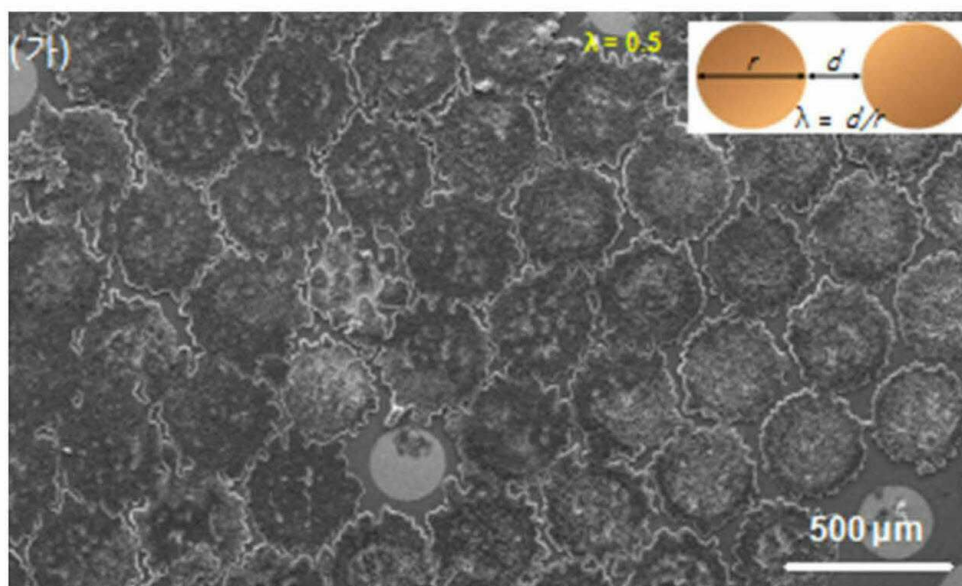
도면5



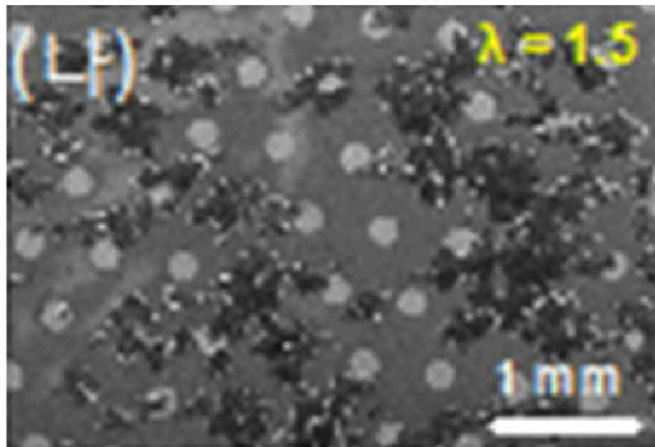
도면6



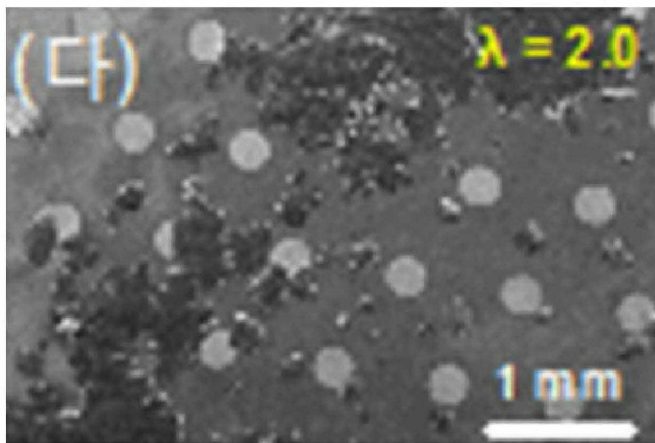
도면7



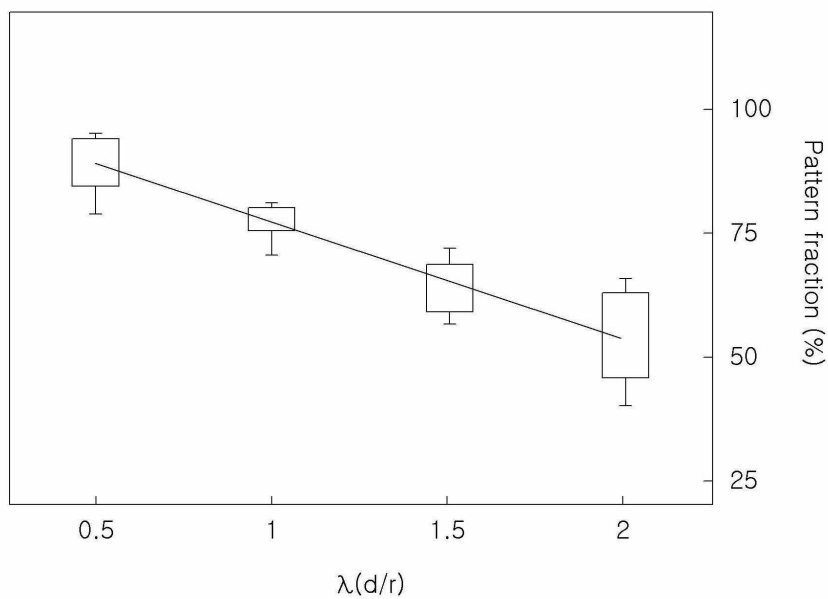
도면8



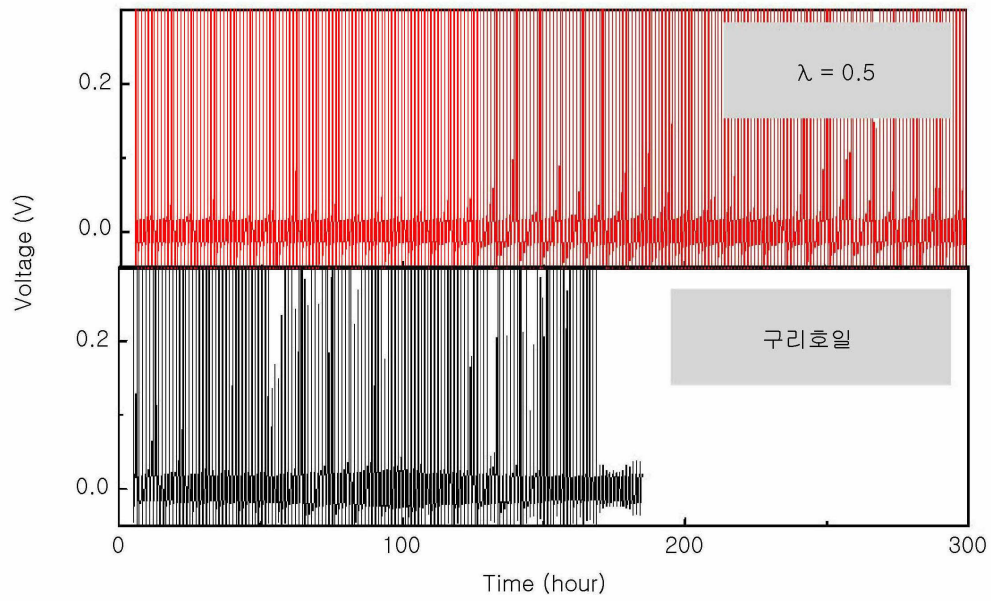
도면9



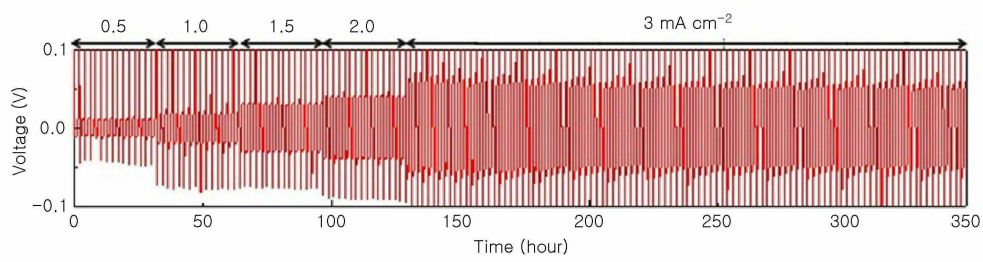
도면10



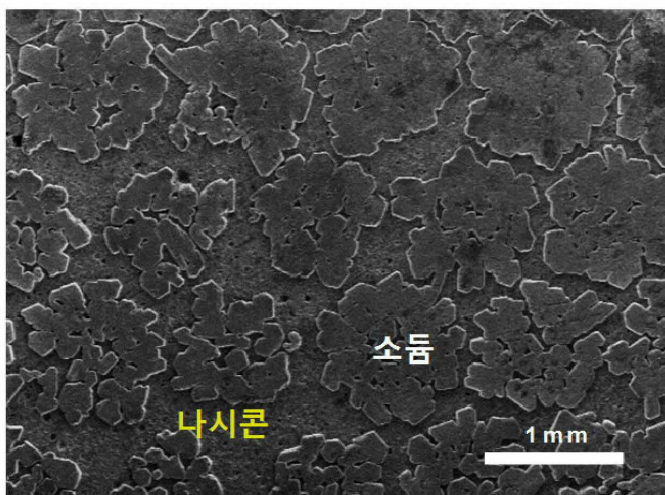
도면11



도면12



도면13



도면14

