



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0038804
(43) 공개일자 2020년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/0565 (2010.01) C08J 3/21 (2006.01)
H01M 10/052 (2010.01) H01M 10/054 (2010.01)
H01M 10/058 (2010.01) H01M 4/139 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/0565 (2013.01)
C08J 3/212 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0118487
(22) 출원일자 2018년10월04일
심사청구일자 2018년10월04일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김영식
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
배현태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지원

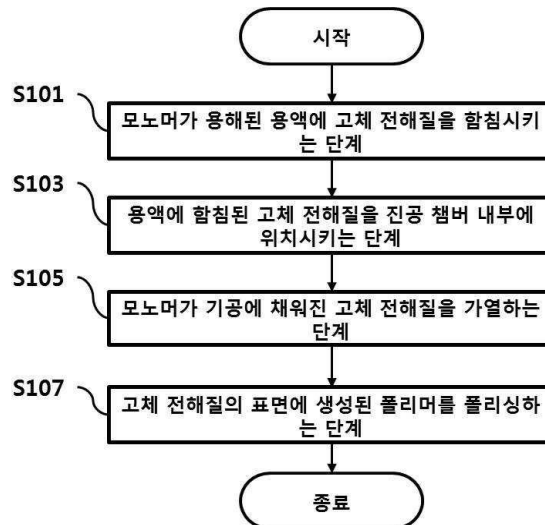
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 고체 전해질의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 폴리머 물질이 기공(pore)에 채워진 고체 전해질의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 방법은 (A) 모노머(monomer)가 용해된 용액에 고체 전해질을 함침시키는 단계; 및 (B) 상기 모노머가 기공(pore)에 채워진 상기 고체 전해질을 가열하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 10/052 (2013.01)
H01M 10/054 (2013.01)
H01M 10/058 (2019.01)
H01M 4/139 (2013.01)
H01M 2300/0082 (2013.01)

(72) 발명자

임영준

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

김현우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

라제 쉬 뮤르 기산

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

최윤석

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711074361
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	기후변화대응기술개발(R&D)
연구과제명	R2R 타입의 고이온전도 기능성 고체 전해질 막 핵심 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한양대학교
연구기간	2018.05.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

(A) 모노머(monomer)가 용해된 용액에 고체 전해질을 함침시키는 단계; 및
(B) 상기 모노머가 기공(pore)에 채워진 상기 고체 전해질을 가열하는 단계;
를 포함하는,
고체 전해질의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 (A) 단계와 (B) 단계 사이에,
(C) 상기 용액에 함침된 고체 전해질을 진공 챔버 내부에 위치시키는 단계;
를 더 포함하는,
고체 전해질의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 (B) 단계 이후에,
(C) 상기 고체 전해질의 표면에 생성된 폴리머(polymer)를 폴리싱하는 단계;
를 더 포함하고,
상기 폴리머는, 상기 (B) 단계를 통해 상기 모노머로부터 생성된,
고체 전해질의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 (A) 단계는,
상기 모노머가 용해된 용액을 고체 전해질에 캐스팅(casting)하는 단계;
를 포함하는,
고체 전해질의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 (A) 단계 이전에,

상기 모노머를 용매에 용해시키는 단계;
 를 더 포함하는,
 고체 전해질의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 (A) 단계 이전에,
 (C) 전구체를 용매에 첨가하여 슬러리(slurry)를 형성하는 단계;
 (D) 상기 슬러리를 건조시켜 과립(granule)을 생성하는 단계;
 (E) 상기 과립을 압축하여 고체 압축물을 생성하는 단계; 및
 (F) 상기 고체 압축물을 소결(sinter)하여 상기 고체 전해질을 생성하는 단계;
 를 더 포함하는,
 고체 전해질의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부를 형성하는 단계; 및
 유기 전해질에 함침된 음극 집전체를 포함하는 음극부를 형성하는 단계;
 를 더 포함하는,
 이차 전지의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고체 전해질의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 폴리머 물질이 기공(pore)에 채워진 고체 전해질의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 이차 전지는 충전 시에 금속 이온(예: 리튬 이온, 나트륨 이온)이 양극에서 음극으로 이동하고, 방전 시에는 금속 이온이 음극에서 양극으로 이동한다. 이 경우, 양극부와 음극부 사이의 고체 전해질은 금속 이온의 전달을 용이하게 하고 전기적으로는 절연 상태를 유지해야 한다. 이에, 이차 전지는 다양한 물질 및 디자인을 포함하고, 높은 유도전류 효율이 필요한 이차 전지는 고체 전해질 분리막을 사용한다.

[0004] 그러나, 세라믹 고체 전해질은 두껍고 강도가 약해 쉽게 부러지고 밀도가 낮아 기공(pore)을 통해 물(H₂O)과 같은 액체나 기체가 투과할 수 있다는 단점이 있다. 따라서, 이러한 단점이 해결된 고체 전해질을 제조할 필요가 있으나, 아직까지 이에 대한 연구 결과는 미흡한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국공개특허 제10-2018-0070093호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 폴리머 물질이 기공(pore)에 채워진 고체 전해질의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 방법은 (A) 모노머(monomer)가 용해된 용액에 고체 전해질을 함침시키는 단계; 및 (B) 상기 모노머가 기공(pore)에 채워진 상기 고체 전해질을 가열하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0011] 실시예에서, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 (A) 단계와 (B) 단계 사이에, (C) 상기 용액에 함침된 고체 전해질을 진공 챔버 내부에 위치시키는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0012] 실시예에서, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 (B) 단계 이후에, (C) 상기 고체 전해질의 표면에 생성된 폴리머(polymer)를 폴리싱하는 단계;를 더 포함하고, 상기 폴리머는, 상기 (B) 단계를 통해 상기 모노머로부터 생성될 수 있다.

[0013] 실시예에서, 상기 (A) 단계는, 상기 모노머가 용해된 용액을 고체 전해질에 캐스팅(casting)하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0014] 실시예에서, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 (A) 단계 이전에, 상기 모노머를 용매에 용해시키는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0015] 실시예에서, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 (A) 단계 이전에, (C) 전구체를 용매에 첨가하여 슬러리(slurry)를 형성하는 단계; (D) 상기 슬러리를 건조시켜 과립(granule)을 생성하는 단계; (E) 상기 과립을 압축하여 고체 압축물을 생성하는 단계; 및 (F) 상기 고체 압축물을 소결(sinter)하여 상기 고체 전해질을 생성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0016] 실시예에서, 이차 전지의 제조 방법은 상기 고체 전해질의 제조 방법; 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부를 형성하는 단계; 및 유기 전해질에 함침된 음극 집전체를 포함하는 음극부를 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0018] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 고체 전해질의 기공에 폴리머 물질을 채움으로써, 얇으면서도 강도와 밀도가 높은 고체 전해질을 제작할 수 있다.

[0021] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인

효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 방법을 도시한 도면이다.
- 도 2a 내지 2c는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 공정의 모식도를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 이온 전도도 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 6a는 종래의 고체 전해질의 제조 방법에 따른 SEM-EDS 분석 결과를 도시한 도면이다.
- 도 6b 내지 6f는 본 발명의 일 실시예에 따른 SEM-EDS 분석 결과를 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 강도 측정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0025] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0026] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0027] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 폴리머 물질이 기공(pore)에 채워진 고체 전해질의 제조 방법을 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 방법을 도시한 도면이다.
- [0030] 도 1을 참고하면, S101 단계는 모노머(monomer)가 용해된 용액에 고체 전해질을 함침시키는 단계이다. 일 실시예에서, 고체 전해질은 모노머가 용해된 용액에 담귀질 수 있다. 다른 실시예에서, 모노머가 용해된 용액은 고체 전해질 위에 캐스팅(casting)될 수 있다.
- [0031] 이 경우, 도 2a를 참고하면, 본 발명의 S101 내지 S107 단계가 수행되기 전의 고체 전해질(201)은 파우더 형태가 아닌 펠릿 형태와 같이 상(phase)이 형성된 고체 전해질일 수 있다. 일 실시예에서, 용매에 전구체를 첨가하여 슬러리(slurry)를 형성하고, 상기 형성된 슬러리를 건조하여 과립(granule)을 생성하며, 생성된 과립을 압축하여 고체 압축물로 만든 후, 고체 압축물을 소결(sinter)하여 고체 전해질(201)을 생성할 수 있다.
- [0032] 다른 실시예에서, 상기 형성된 슬러리를 테이프 캐스팅(tape casting)하여 고체 펠릿을 생성한 뒤, 상기 고체 펠릿을 소결하여 고체 전해질(201)을 생성할 수 있다. 이후, 도 2b를 참고하면, 고체 전해질(201)은 모노머가 용해된 용액(203)에 함침될 수 있다.
- [0033] S103 단계는 용액에 함침된 고체 전해질을 진공 챔버 내부에 위치시키는 단계이다. 일 실시예에서, 용액에 함침된 고체 전해질은 진공 챔버에 놓여진 후, 진공 상태에서 일정 시간(예: 1~10시간)이 경과한 후, 진공 챔버 외부로 꺼내질 수 있다. 고체 전해질이 진공 상태에 놓여짐으로써, 모노머들이 고체 전해질의 내부 기공(pore)으로 유입되어, 내부 기공을 채울 수 있다. 이는, 고체 전해질이 진공 상태에 놓여지는 경우, 기공에 존재하던 공기가 제거되어 모노머들이 용해된 용액이 기공으로 원활하게 유입될 수 있기 때문이다.
- [0034] S105 단계는 모노머가 기공에 채워진 고체 전해질을 가열하는 단계이다. 고체 전해질이 가열됨에 따라 고체 전해질의 내부 기공에 유입된 모노머로부터 폴리머가 생성될 수 있다. 즉, 고체 전해질의 가열을 통해 기공 내부

의 모노머는 폴리머화(polymerization)될 수 있다. 이와 같이, 폴리머 자체는 큰 분자량으로 인해 기공에 바로 유입될 수 없기 때문에, 먼저 모노머를 기공에 유입시킨 후, 유입한 모노머로부터 폴리머를 생성하는 것이다.

[0035] S107 단계는 고체 전해질의 표면 상에 생성된 폴리머를 폴리싱하는 단계이다. 상기 S105 단계에서 고체 전해질이 가열되는 경우, 고체 전해질 내부 기공에 채워진 모노머뿐만 아니라, 고체 전해질 외부 표면에 위치한 모노머 또한 폴리머로 형성되므로, 고체 전해질의 외부 표면에도 폴리머 층이 형성될 수 있다. 따라서, 도 2c와 같이, 기공에 폴리머가 채워진 고체 전해질(205)의 표면에 생성된 폴리머 층은 폴리싱을 통해 제거한다.

[0036] 이하, 본 개시에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 S101 내지 S107 단계 중 적어도 하나를 포함하는 고체 전해질의 제조 방법은 폴리머 처리 공정으로 지칭될 수 있다.

[0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 공정의 모식도를 도시한 도면이다.

[0039] 도 3을 참고하면, 본 발명에 따른 폴리머 처리 이전의 고체 전해질(301)을 통해 나트륨 이온 또는 리튬 이온이 이동하며, 기공(303)을 통해서 물 분자(H₂O) 또한 통과할 수 있다.

[0040] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 폴리머 처리 공정에 의하여 고체 전해질(301) 내부 기공(303)에 채워진 모노머가 폴리머(305)로 형성된다.

[0041] 이 경우, 폴리머(305)는 고체 전해질(301)의 외부 표면에도 형성되어 폴리머 층(307)을 형성하는데, 폴리머 층(307)은 물 분자뿐만 아니라, 나트륨 이온 또는 리튬 이온 또한 고체 전해질(301)을 통과할 수 없게 한다.

[0042] 따라서, 폴리싱 공정을 통해 고체 전해질(301)의 외부 표면에 형성된 폴리머 층(307)이 제거한다. 이에 의해, 나트륨 이온 또는 리튬 이온은 고체 전해질(301)을 통과할 수 있지만, 고체 전해질(301)의 기공(303)에는 폴리머(305)가 채워져 있으므로 물 분자는 고체 전해질(301)을 통과할 수 없게 된다.

[0043] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 고체 전해질의 제조 방법은 기공에 폴리머가 채워짐으로써, 물 분자의 통과를 감소시킬 수 있고 나트륨 이온 또는 리튬 이온만을 선택적으로 통과시킬 수 있으며, 얇으면서도 강도와 밀도가 높은 고체 전해질을 생성할 수 있다. 이에, 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 고체 전해질은 이차 전지에 사용될 수 있으며, 이차 전지는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 방법과 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부를 형성하는 단계 및 유기 전해질에 함침된 음극 집전체를 포함하는 음극부를 형성하는 단계를 통해 제조될 수 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 특성을 나타내는 도면이다.

[0046] 도 4의 (a)를 참고하면, 종래의 폴리머 처리를 수행하지 않은 고체 전해질(401)은 기공률이 높아 물 분자가 통과함을 확인할 수 있다.

[0047] 도 4의 (b)를 참고하면, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질(403)은 기공에 폴리머가 채워지기 때문에 물 분자가 통과하지 못함을 확인할 수 있고, 폴리싱을 통해 고체 전해질(403)의 외부 표면의 폴리머 층을 제거하면서 고체 전해질(403)도 일부 폴리싱되어 얇게 제조될 수 있다. 이 경우, 고체 전해질(403)의 기공에 폴리머가 채워져 있기 때문에, 강도가 높으면서도 얇은 고체 전해질(403)이 제조될 수 있다.

[0048] 일부 실시예들에서, 종래의 폴리머 처리를 수행하지 않은 고체 전해질(401)과 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질(403)의 기공률과 진비중은 각각 하기 <수학식 1>과 <수학식 2>에 따라 <표 1>과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

$$\text{기공률} = \frac{W3-W1}{W3-W2}$$

[0049]

[0050] 여기서, W1은 물에 함침되지 않은 고체 전해질의 무게, W2는 물에 함침된 상태의 고체 전해질의 무게, W3는 물에 함침된 후 외부로 꺼내진 고체 전해질의 무게를 나타낸다.

수학식 2

$$\text{진비중} = \frac{W1}{W3-W2}$$

여기서, W1은 물에 함침되지 않은 고체 전해질의 무게, W2는 물에 함침된 상태의 고체 전해질의 무게, W3는 물에 함침된 후 외부로 꺼내진 고체 전해질의 무게를 나타낸다.

표 1

	기공률(porosity)	진비중(True specific gravity)
폴리머 처리 전 고체 전해질	6.62%	2.56
폴리머 처리 후 고체 전해질	0.29%	2.88

<표 1>을 참고하면, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질(403)은 기공이 폴리머로 채워지기 때문에 종래의 폴리머 처리 전 고체 전해질(401) 보다 기공률이 상당히 감소함을 확인할 수 있고, 이에 반해 진비중은 증가함을 확인할 수 있다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 이온 전도도 그래프를 도시한 도면이다.

도 5를 참고하면, 폴리머 처리 전 고체 전해질의 이온 전도도는 2.8×10^{-4} S/cm이고, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질의 이온 전도도는 9×10^{-5} S/cm임을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따라 폴리머 처리된 고체 전해질은 이온 전도도가 향상됨을 확인할 수 있다. 이는, 폴리싱을 통해 폴리머 층뿐만 아니라 고체 전해질 표면도 폴리싱되어 두께가 얇아지기 때문일 수 있다. 다만, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질은 두께가 얇아져서 이온 전도도가 높아지면서, 동시에 기공에 폴리머가 채워져서 강도 또한 증가된다.

도 6a는 종래의 고체 전해질의 제조 방법에 따른 SEM-EDS 분석 결과를 도시한 도면이다. 도 6을 참고하면, 폴리머 처리 전 고체 전해질은 기공에 폴리머가 관찰되지 않는다. 예를 들어, 탄소 기반의 모노머를 사용한 경우, SEM-EDS 이미지에서 기공에 탄소가 관찰되는데, 종래의 고체 전해질은 기공에 폴리머가 채워지지 않았기 때문에, SEM-EDS 분석결과 기공에서 탄소가 관찰되지 않음을 확인할 수 있다.

반면, 도 6b 내지 6f는 본 발명의 일 실시예에 따른 SEM-EDS 분석 결과를 도시한 도면이다. 도 6b 내지 6f를 참고하면, 본 발명에 따라 폴리머 처리된 고체 전해질의 기공 내부에 폴리머가 채워져 있는 것을 확인할 수 있다. 고배율로 관찰하는 경우에도, 미세한 기공 내부까지 폴리머가 채워져 있는 것을 확인할 수 있다. 특히, 도 6e를 참고하면, 700nm 이하의 미세한 기공에도 폴리머가 채워진 것을 확인할 수 있으며, 도 6f를 참고하면, 결정립계(grain boundary)에도 폴리머가 채워진 것을 확인할 수 있다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 강도 측정을 도시한 도면이다.

도 7을 참고하면, 종래의 폴리머 처리 전 고체 전해질의 굴곡강도와 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질의 굴곡강도를 측정하여 각 고체 전해질의 강도를 확인할 수 있다. 예를 들어, 종래의 폴리머 처리 전 고체 전해질이 LATP($\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$)이고, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질이 에폭시(epoxy) 계 폴리머가 기공에 채워진 에폭시-LATP인 경우, 각 고체 전해질의 굴곡강도는 하기 <수학식 3>을 이용하여 <표 2>와 같이 측정될 수 있다.

수학식 3

$$F = \frac{2\delta bd^2}{3L}$$

[0064]

[0065]

여기서, F는 고체 전해질에 가해진 힘, δ 는 굴곡강도, b는 고체 전해질의 너비, d는 고체 전해질의 두께, L은 고체 전해질의 길이를 의미한다.

표 2

[0066]

	굴곡강도(bending strength)
폴리머 처리 전 고체 전해질	8
폴리머 처리 후 고체 전해질	47

[0067]

<표 2>를 참고하면, 본 발명에 따른 폴리머 처리 후 고체 전해질은 종래의 폴리머 처리 전 고체 전해질에 비하여 약 6배 큰 강도를 가짐을 확인할 수 있다.

[0068]

일 실시예들에서, 본 발명에 따른 고체 전해질은 리튬 이온 전도성 고체 전해질을 포함하며, 예를 들어, NASICON-타입 고체 전해질($\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$, LAGP 등과 이의 혼합 및 이의 타 이온 도핑(doping) 류), LLTO-타입 고체 전해질($\text{Li}_{3x}\text{La}_{2/3-x}\text{TiO}_3$), LISICON-타입 고체 전해질($\text{Li}_{14}\text{ZnGe}_4\text{O}_{16}$), 복합체(composite)-타입 고체 전해질($\text{LiI-Al}_2\text{O}_3$), LiPON($\text{Li}_{2.88}\text{PO}_{3.73}\text{N}_{0.14}$, $\text{Li}_3\text{PO}_{3.3}\text{N}_{0.5}$), Thio-LISICON-타입 고체 전해질($\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$, $\text{Li}_{10}\text{SnP}_2\text{S}_{12}$, $\text{Li}_2\text{S} \cdot 30\text{P}_2\text{S}_5$), 가넷(garnet)-타입 고체 전해질($\text{Li}_6\text{La}_2\text{BaTa}_2\text{O}_{12}$, $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$)을 포함할 수 있다.

[0069]

일 실시예들에서, 본 발명에 따른 고체 전해질은 나트륨 이온 전도성 고체 전해질을 포함하며, 예를 들어, NASICON 계 물질의 고체 전해질($\text{a}_{1+x}\text{Zr}_2\text{P}_{3-x}\text{Si}_x\text{O}_{12}$, $0 < x < 3$ 과 doping 물질, $\text{NaMM}'(\text{PO}_4)_3$, M or M' = Na^+ , V^{3+} , Nb^{3+} , Ta^{3+}), 베타-알루미나($\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$), NaPS4 계열 고체 전해질(정방상(tetragonal phase) NaPS_4 , 큐빅 상(cubic phase) NaPS_4 등과 이의 혼합 및 타 이온 도핑 류)을 포함할 수 있다.

[0070]

일 실시예들에서, 본 발명에 따른 폴리머 물질은 에폭시 계 폴리머, 폴리에틸렌 옥사이드(Polyethylenlene oxide), PV(Polyvinyl) 계 폴리머(폴리비닐 클로라이드(Polyvinyl chloride), 폴리비닐 부틸 알코올(Polyvinyl butyl alcohol)), PVDF(Polyvinylidene fluoride) 계 폴리머(PVDF, PVDF-HFP), PAN(Polyacrylonitrile) 계 폴리머, PVA(Polyvinyl alcohol) 계 폴리머를 포함할 수 있다.

[0072]

이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.

[0073]

따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0074]

본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0076]

201: 고체 전해질

203: 용액

205: 고체 전해질

301: 고체 전해질

303: 기공

305: 폴리머

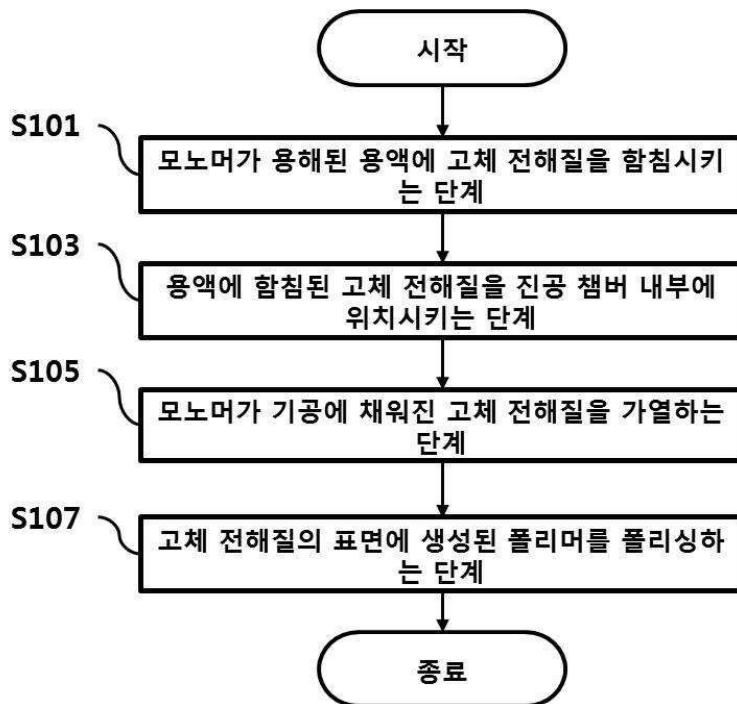
307: 폴리머 층

401: 고체 전해질

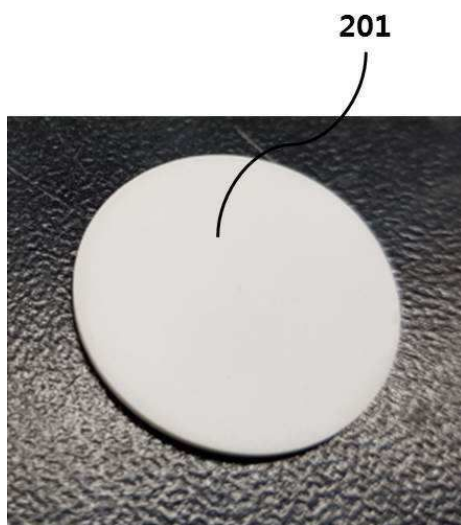
403: 고체 전해질

도면

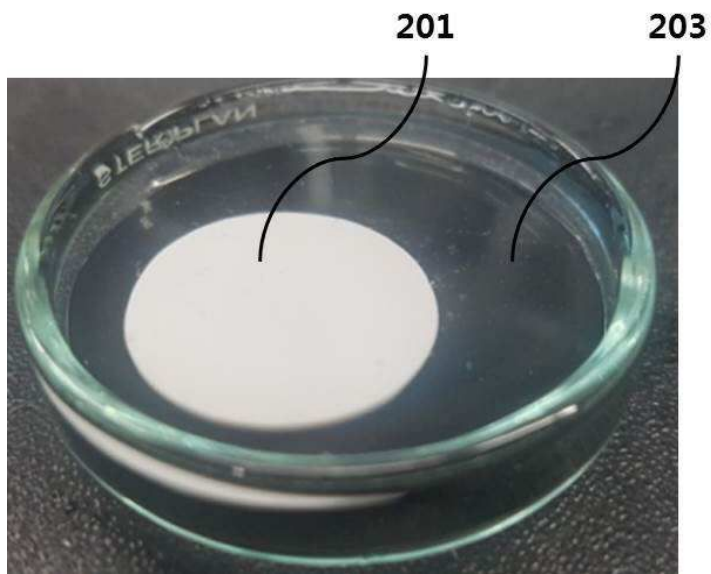
도면1



도면2a



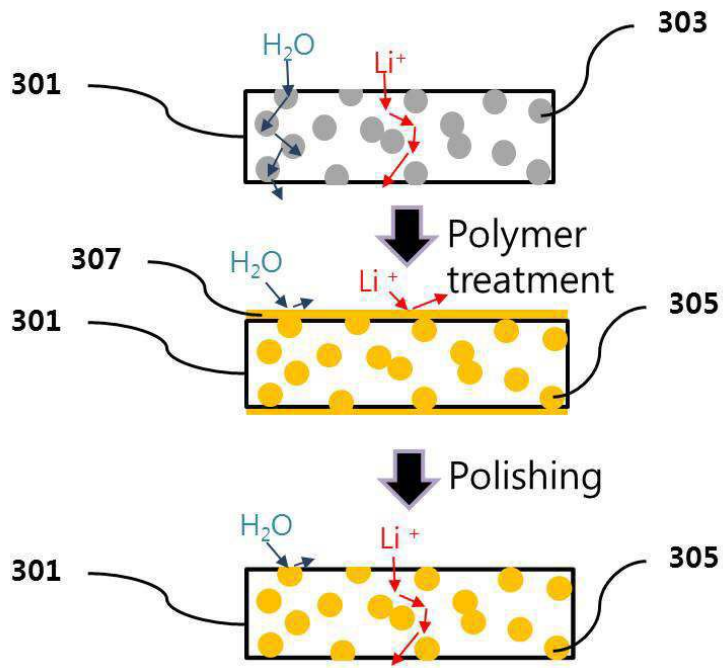
도면2b



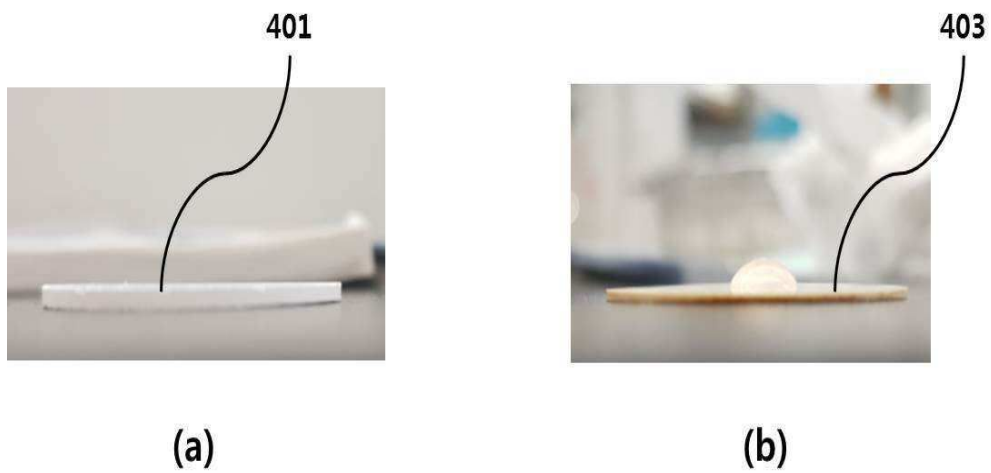
도면2c



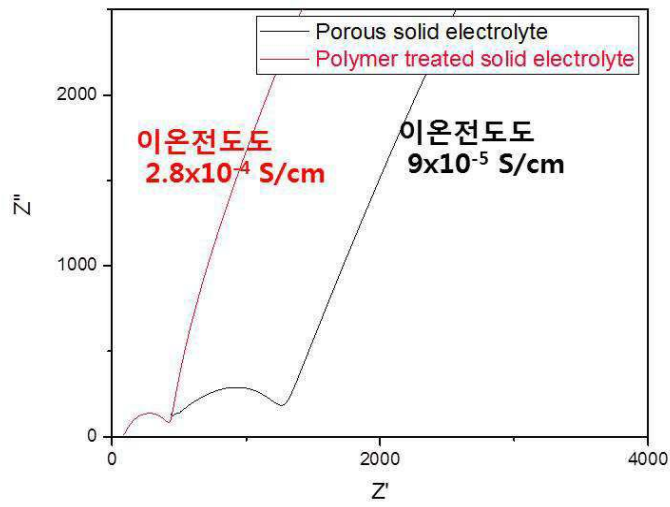
도면3



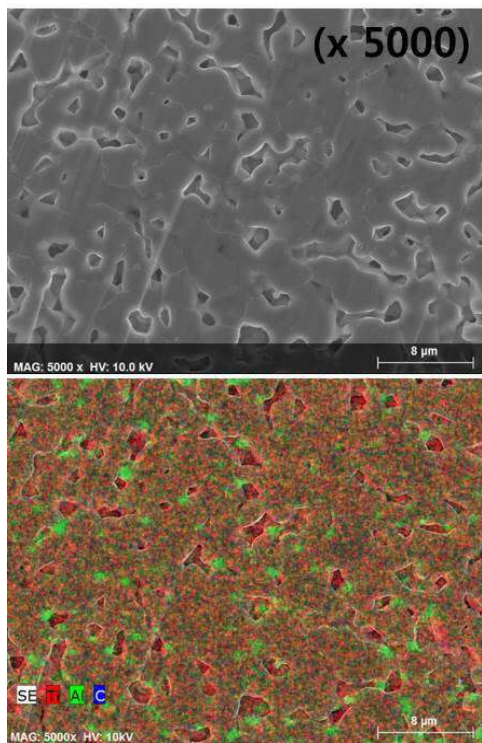
도면4



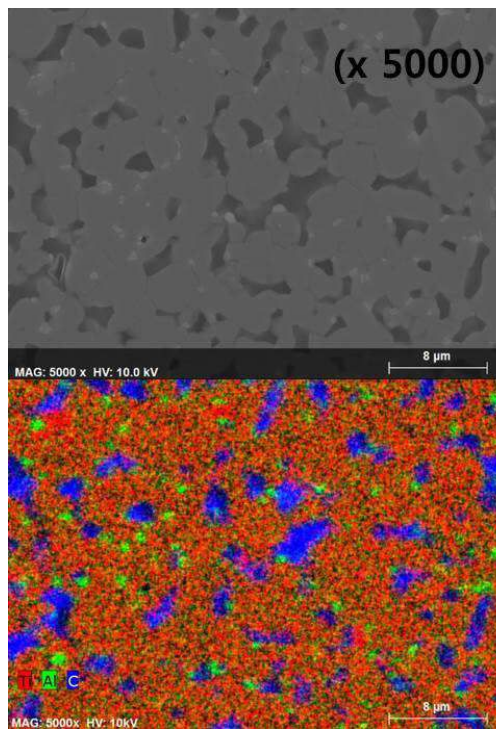
도면5



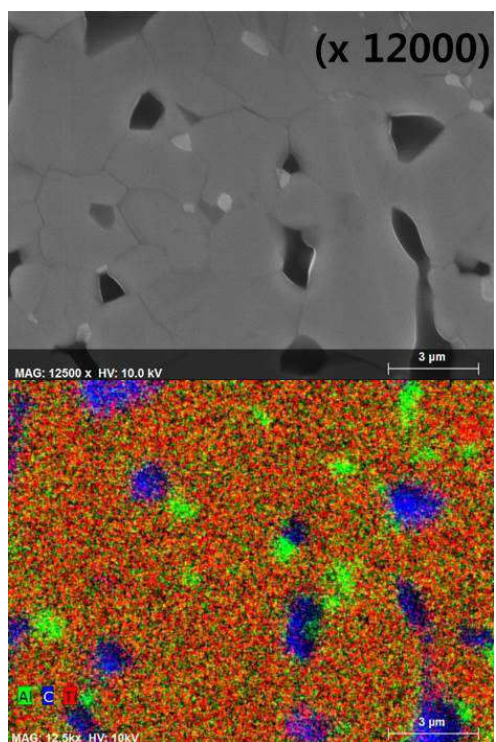
도면6a



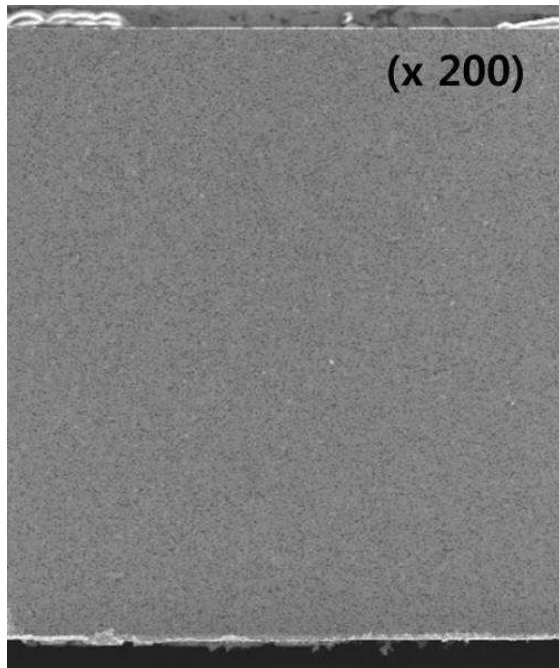
도면6b



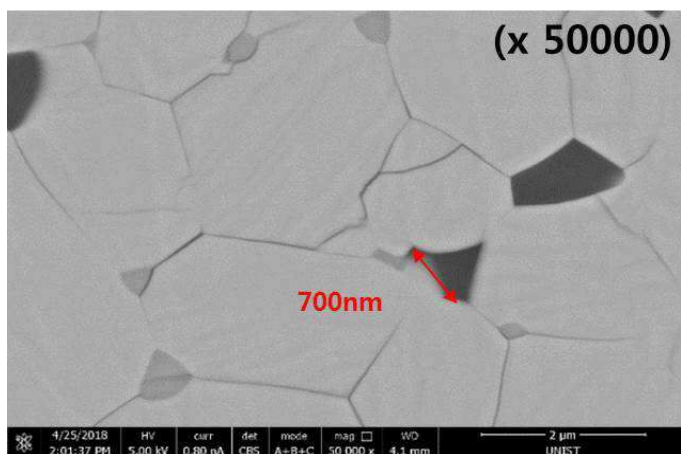
도면6c



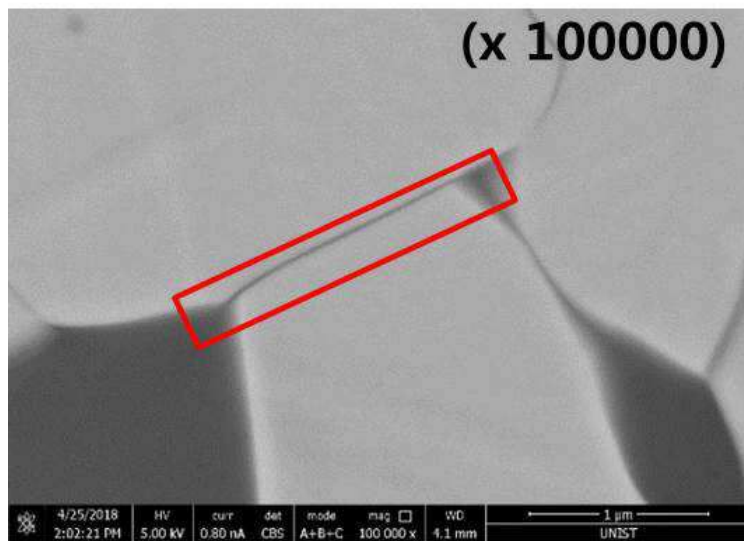
도면6d



도면6e



도면6f



도면7

