



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0027928
(43) 공개일자 2018년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08B 37/00 (2006.01) C08K 3/14 (2006.01)
C08L 5/00 (2006.01) H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 4/36 (2006.01) H01M 4/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08B 37/0096 (2013.01)
C08K 3/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0115199
(22) 출원일자 2016년09월07일
심사청구일자 2016년09월07일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(주)탑전지
경기도 이천시 호법면 덕평로 554-30
(72) 발명자
오은석
울산광역시 남구 대학로 164, 101-601호 (무거동, 웰즈타워)
최인영
울산광역시 울주군 언양읍 반천강변길 51, 101동 1207호 (반천현대아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김중선, 이형석

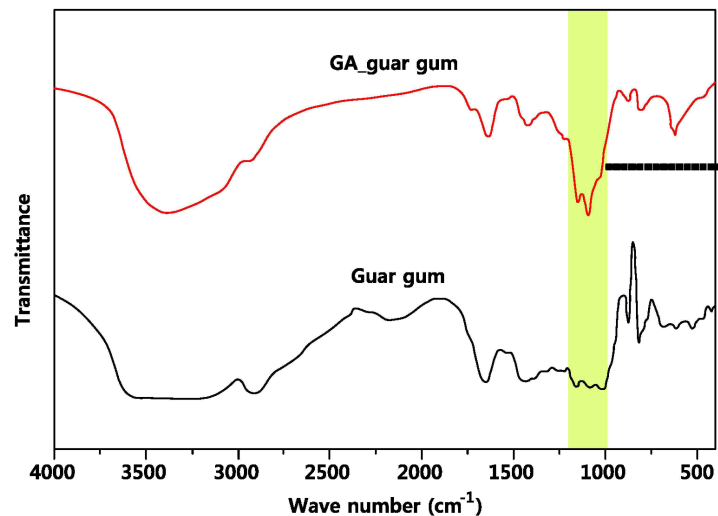
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 가교화된 구아검, 이를 이용한 바인더와 이를 포함하는 전지, 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 가교화된 구아검 및 이를 바인더로 사용하는 전지의 전극과 그 전지에 대한 것이다. 본 발명에 따른 전지는 그 전지 효율을 향상시키면서도 친환경적인 효과를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 5/00 (2013.01)
H01M 10/0525 (2013.01)
H01M 4/0404 (2013.01)
H01M 4/13 (2013.01)
H01M 4/362 (2013.01)
H01M 4/622 (2013.01)
Y02E 60/122 (2013.01)

(72) 발명자

이지은

울산광역시 북구 매산로 66, 207동 2403호 (매곡동, 월드메르디앙)

노환진

서울특별시 서초구 서초중앙로 188, C-2019호 (서초동, 아크로비스타)

홍승준

서울특별시 중랑구 신내로 128, 2동 1009호 (신내동, 동성아파트)

정병수

경기도 시흥시 수인로3247번길 62, 102동 405호 (은행동, 풍림아파트)

이윤주

충청북도 청주시 흥덕구 가경로 158, 103동 203호 (가경동, 형석1차아파트)

백종만

경기도 이천시 애련정로136번길 33-9, 101동 1002호 (창전동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425097728
부처명	중소기업청
연구관리전문기관	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	중소기업기술혁신개발
연구과제명	비탄소계 리튬이차전지 음극기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주)탐전지
연구기간	2014.11.01 ~ 2016.10.31

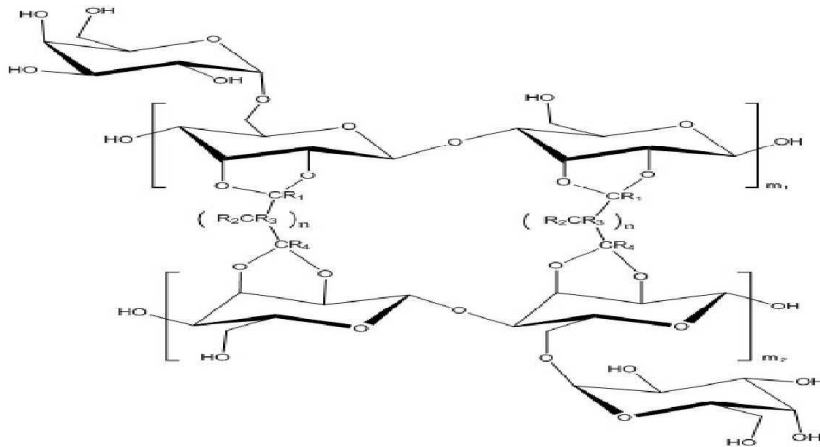
명세서

청구범위

청구항 1

다음의 화학식 1을 갖는 것을 특징으로 하는 가교화된 구아검:

[화학식 1]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택된다.

청구항 2

제 1항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 가교화된 구아검.

청구항 3

제 1항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 가교화된 구아검.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서

상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 가

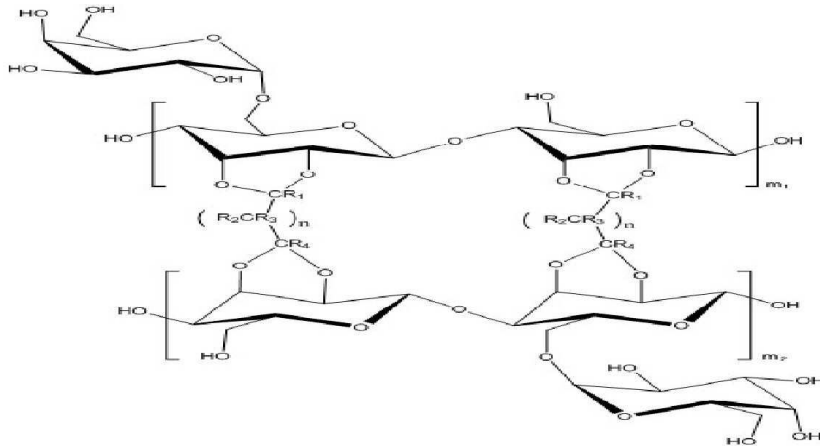
교화된 구아검.

청구항 5

다음의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 바인더.

[화학식 1]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택된다.

청구항 6

제 5항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 바인더.

청구항 7

제 5항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 바인더.

청구항 8

제 5항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서

상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 바인더.

청구항 9

Si/C 복합체를 포함하는 활물질;

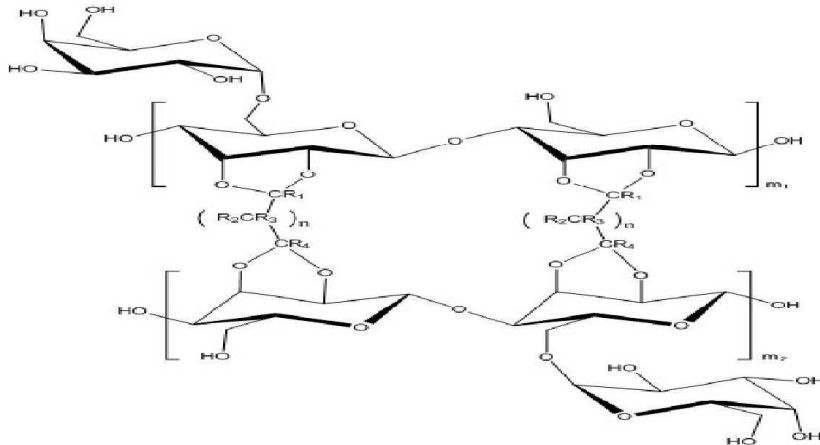
다음의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검;

을 포함하는 바인더; 및

도전제;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극을 갖는 전지.

[화학식 1]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택된다.

청구항 10

제 9항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 전극을 갖는 전지.

청구항 11

제 9항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 전극을 갖는 전지.

청구항 12

제 9항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 있어서

상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 하
는 전극을 갖는 전지.

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 전지는 리튬이차전지인 것을 특징으로 하는 전극을 갖는 전지.

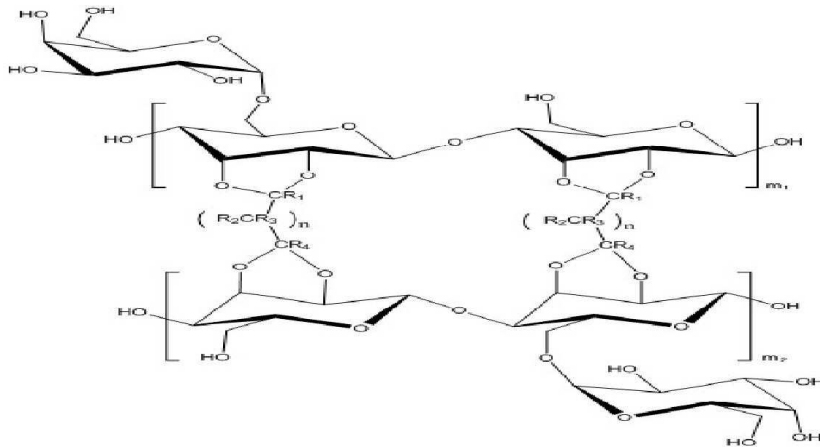
청구항 14

구아검을 수중에 용해시켜 구아검 용해액을 제공하는 단계;

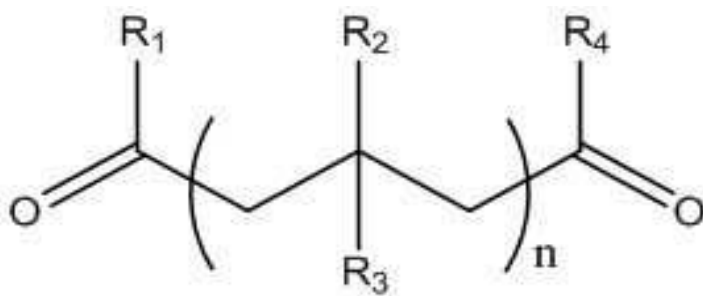
상기 용해액에 90~98%의 H_2SO_4 용액을 투입하고 교반하는 단계; 및

상기 교반된 혼합액에 하기의 화학식 2를 갖는 가교제를 첨가하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다음
화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 제조하는 방법:

[화학식 1]



[화학식 2]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가
1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은
1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택된다.

청구항 15

제 14항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 상기 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 제조하는 방법.

청구항 16

제 14항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 상기 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 제조하는 방법.

청구항 17

제 14항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서

상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 상기 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 제조하는 방법.

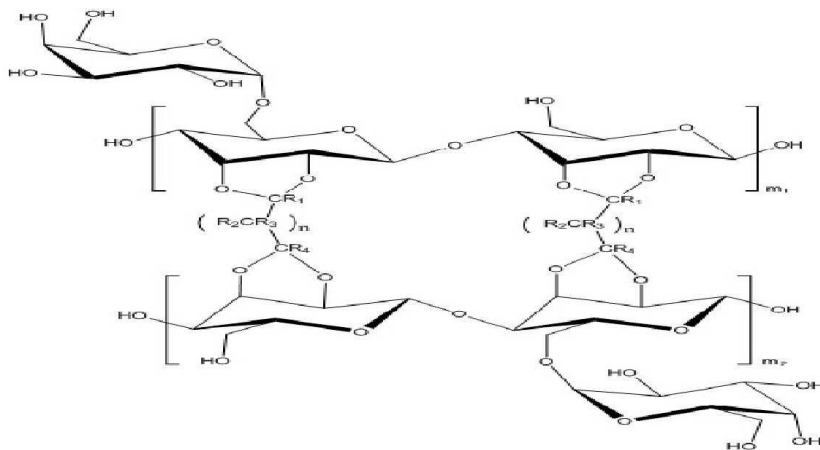
청구항 18

다음의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하는 바인더를 제조하는 단계;

Si/C 복합체 및 도전제와 상기 바인더를 혼합하는 단계; 및

상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극을 제조하는 방법.

[화학식 1]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택된다.

청구항 19

제 18항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 전극을 제조하는 방법.

청구항 20

제 18항에 있어서

상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 전극을 제조하는 방법.

청구항 21

제 18항 내지 제 20항 중 어느 한 항에 있어서

상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것을 특징으로 하는 전극을 제조하는 방법.

청구항 22

제 18항에 있어서,

상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계는,

상기 혼합물을 집전체 상에 코팅하는 단계인 것을 특징으로 하는 전극을 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바인더로써 사용할 수 있는 신규 물질에 대한 것으로, 구체적으로는 가교화된 구아검과 그의 제조 방법, 이 가교화된 구아검을 바인더로 포함하는 전지 및 그의 제조 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근의 전자 기술의 발전에 따라, 소형 휴대기기의 고기능화가 진행되고 있고, 이에 사용되는 전원에 대해 고에너지 밀도화가 요구되고 있다. 높은 에너지 밀도를 갖는 전지 중 리튬이차전지 가장 대표되는 전지로 가장 널리 사용되고 있다. 하지만, 소형 휴대기기의 고기능화가 진행됨에 따라 리튬이차전지의 추가적인 고에너지밀도 및 내구성의 향상 등이 기대되고 있다.

[0004] 또한, 지구 환경 문제나 에너지 절약의 관점에서 이차전지와 엔진을 조합한 하이브리드 자동차와 이차전지를 전원으로 하는 전기 자동차 등이 개발되고 상용화 되고 있다. 하이브리드 자동차나 전기 자동차 등의 전원으로 사용되는 차량 탑재용 전원은 소형 휴대기기용 전원으로 사용되고 있는 이차전지와 비교하여, 대형이고 고가이며 자동차의 주요 부품이 되기 때문에 높은 내구성이 요구되고 있다. 또한, 자동차가 사용되는 지역이나 계절이 다양하기 때문에, 고온이나 저온상황에서도 이차전지의 내구성이나 성능 유지도 크게 요구되고 있다. 뿐만 아니라, 자동차에서는 연비 향상을 위하여 브레이크 시의 제동 에너지를 전지에 축적하는 것이 중요하며, 이를 위해서는 이차전지의 급속 충전 성능이 요구되고, 자동차의 가속성 향상에는 단시간에 에너지를 방출하는 능력, 즉 고출력 밀도화도 요구된다. 이와 같이, 차량 탑재용 이차전지에서는 소형 휴대기기용 이차전지에 요구되는

성능 이외에도 안전성을 포함하는 다양한 성능 향상이 요구되고 있다.

- [0005] 이러한 특성을 갖는 이차전지를 얻기 위하여 전지를 구성하는 각 부재에 대한 여러 가지 연구, 개발이 이루어지고 있다. 이차전지는 주로 양극, 음극, 이들을 칸막음하는 세퍼레이터, 그리고 전해액으로 구성되어 있다. 양극이나 음극은 각각 분말상의 활물질을 집전체에 접착함으로써 구성되어 있고, 활물질의 성능을 전지 성능으로서 인출하기 위해서는 이들 활물질의 접착제가 되는 바인더의 성능 향상이 필수적이다.
- [0006] 종래 전형적인 리튬 이차전지는 음극 활물질로 흑연을 사용하며, 양극의 리튬 이온이 음극으로 삽입되고 탈리되는 과정을 반복하면서 충전과 방전이 진행된다. 전극 활물질의 종류에 따라 전지의 이론 용량은 차이가 있으나, 대체로 사이클이 진행됨에 따라 충전 및 방전 용량이 저하되는 문제점이 발생하게 된다.
- [0007] 이러한 현상은 전지의 충전 및 방전이 진행됨에 따라 발생하는 전극의 부피 변화에 의해 전극 활물질간 또는 전극 활물질과 집전체 사이가 분리되어 상기 활물질이 그 기능을 다하지 못하게 되는 것에 가장 큰 원인이 있다. 또한, 삽입 및 탈리되는 과정에서 음극에 삽입된 리튬 이온이 제대로 빠져 나오지 못하여 음극의 활점성이 감소하게 되고, 이로 인해 사이클이 진행됨에 따라 전지의 충방전 용량 및 수명 특성이 감소하기도 한다.
- [0008] 특히, 방전 용량을 높이기 위해, 이론적 방전 용량이 372 mAh/g인 천연 흑연에 고에너지밀도인 실리콘, 주석, 실리콘-주석 합금 등과 같은 재료를 복합하여 사용하는 경우, 충전 및 방전이 진행됨에 따라 재료의 부피 팽창이 현저히 증가하게 되고, 이로 인해 전극재로부터 음극재의 이탈이 발생하여, 결과적으로, 반복적인 사이클이 진행되면서 전지의 용량이 급격히 저하되는 문제점이 야기되었다.
- [0009] 따라서, 강한 접착력으로, 전극의 제조시 전극 활물질간 또는 전극 활물질과 집전체 사이의 분리를 방지하고, 강한 물성으로 반복되는 충방전시 발생하는 전극 활물질의 부피 팽창을 제어하여 전극의 구조적 안정성 및 이로 인한 전지의 성능 향상을 도모할 수 있는 바인더 및 전극 재료에 대한 연구가 당업계에서 절실히 요구되고 있다.
- [0010] 기존의 유기용매계 바인더인 폴리불화비닐리덴(PVdF)이 위와 같은 요구를 충족시키지 못함에 따라, 최근에는 스티렌-부타디엔 고무(styrene-butadiene rubber: SBR)와 같은 수계 바인더를 수상에서 중합하여 유화 입자를 제조하고, 증점제 등과 혼합하여 사용하는 방법이 제시되었으며 현재 상업적으로도 사용되고 있다. 이러한 바인더의 경우, 환경 친화적이고 바인더 사용 함량을 줄여 전지 용량을 높일 수 있다는 장점이 있다.
- [0011] 그러나, 기존에 사용되는 카르복시 메틸 셀룰로오즈(carboxy methyl cellulose: CMC)와 같은 증점제의 경우, 점도가 높고 안정적이지만 전극 슬러리의 고형분 증가가 어려워 전지의 공정성을 저하시키며, 또한, 고온에서 카르복실기가 분해되어 고온에서 발생하는 가스로 인하여 고온 방치시 전극 조립체가 팽창하는 스웰링 현상이 나타나는 문제점이 있다.
- [0012] 따라서, 전지의 제반 특성을 향상시키면서도 전극의 구조적 안정성을 도모하고, 또한 접착력이 우수한 수계 바인더를 포함하는 리튬 이차전지에 대한 필요성이 높은 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 국제특허출원 2013/122352 A1
(특허문헌 0002) 특허문헌2: 미국공개특허 US2009/0117473 A1

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 전지의 제반 특성을 향상시키면서도 전극의 구조적 안정성을 도모하고, 또한 접착력이 우수한 바인더로 사용할 수 있는 가교화된 구아검과 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 또한, 본 발명은 상기 가교화된 구아검을 바인더로 사용하는 전지의 전극과 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적

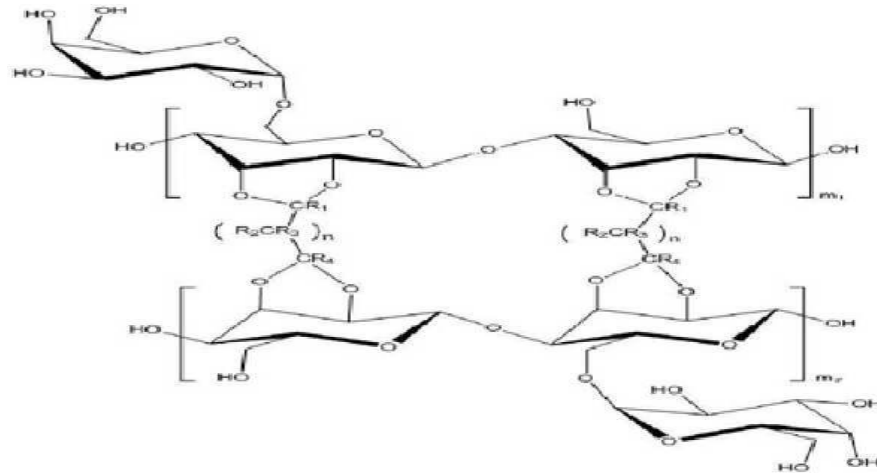
으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명은 상기 가교화된 구아검을 바인더로 사용하는 전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 가교화된 구아검은 다음과 같은 화학식을 갖는 것이다.

화학식 1



[0020]

[0021] 여기에서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

[0022] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

[0023] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

[0024] 여기에서, 상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

[0025] 두번째 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 바인더는 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하는 것이 바람직하다.

[0026] 여기에서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

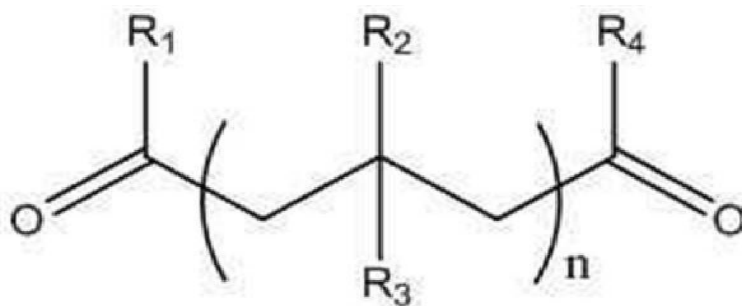
[0027] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

[0028] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택

되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

- [0029] 여기에서, 상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0030] 세번째 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 전극은, Si/C 복합체를 포함하는 활물질; 다음의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검;을 포함하는 바인더; 및 도전재;를 포함한다.
- [0031] 여기에서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0032] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0033] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0034] 여기에서, 상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0035] 여기에서, 본 발명에 따른 전지는 리튬이차전지인 것이 바람직하다.
- [0036] 네번째 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 상기 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 제조하는 방법은,
- [0037] 구아검을 수중에 용해시켜 구아검 용해액을 제공하는 단계; 상기 용해액에 90~98%의 H_2SO_4 용액을 투입하고 교반하는 단계; 및 상기 교반된 혼합액에 하기의 화학식 2를 갖는 가교제를 첨가하는 단계;를 포함한다.

화학식 2



- [0038]
- [0040] 여기에서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0041] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0042] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.

- [0043] 상기 n은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0044] 다섯 번째 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 전극의 제조방법은,
- [0045] 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하는 바인더를 제조하는 단계; Si/C 복합체 및 도전제와 상기 바인더를 혼합하는 단계; 및 상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0046] 여기에서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0047] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 5개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 5개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 5개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0048] 여기에서, 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 10,000의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0049] 여기에서, 상기 n은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택되는 것이 바람직하다.
- [0050] 여기에서, 상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계는, 상기 혼합물을 집전체 상에 코팅하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0052] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 전지의 제반 특성을 향상시키면서도 전극의 구조적 안정성을 도모하고 접착력이 우수한 전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0053] 또한, 본 발명에 따르면, 부피팽창이 심한 활물질들의 성능을 향상시킬 수 있는 우수한 전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0054] 또한, 본 발명에 따르면, 친환경성이 우수한 전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0055] 또한, 본 발명에 따르면, 부피팽창이 심한 활물질들의 성능을 향상시킬 수 있고, 접착력과 친환경성이 우수한 전지용 바인더를 포함하면서도 전지의 제반 특성이 향상된 전지를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0057] 도 1은 본 발명에 따라 제조된 가교된 구아검의 FT-IR을 측정한 것이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명에 따라 제조된 가교된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지의 충방전 테스트의 비교결과를 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명에 따라 제조된 가교된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지의 임피던스를 측정한 비교결과를 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명에 따라 제조된 가교화된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지에 대한 접착각 테스트의 비교 결과를 도시한 것이다.
- 도 5a는 본 발명에 따라 제조된 가교화된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지의 접촉각 이미지를 각각 나타낸 것이다.
- 도 5b는 본 발명에 따라 제조된 가교화된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지의 테스트 후의 접촉각 이미지를 각각 나타낸 것이다.
- 도 6은 본 발명에 따라 제조된 가교화된 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한

전지의 전해액 함침율에 대한 비교 결과를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명에 따라 제조된 가교화 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전지의 접착 강도를 간략히 도시한 것이다.

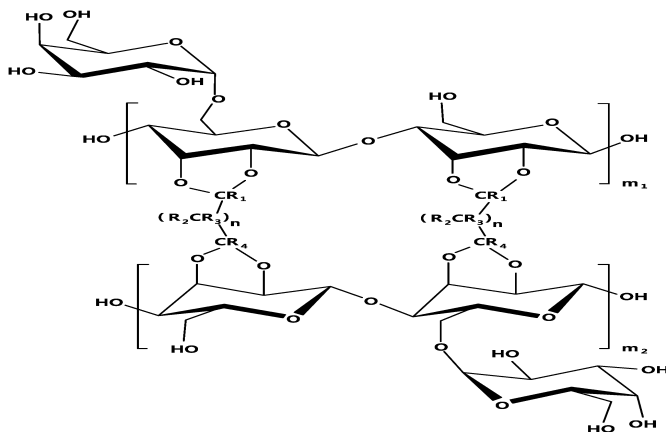
도 8a 및 도 9b는 본 발명에 따라 제조된 가교화 구아검을 바인더로 사용한 전지 및 대조군인 구아검을 바인더로 사용한 전극 표면의 SEM를 촬영한 비교 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하에서는 실시예 등을 참조하여 본 발명을 더욱 상술하지만, 본 발명의 범위가 이에 의해서 한정되는 것은 아니다.

본 발명은 다음의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검 및 이의 제조 방법에 대한 것이다.

[화학식 1]



여기에서 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소, 할로젠, 탄소수가 1 내지 20개인 알킬아민, 탄소수가 1 내지 20개인 알케닐, 탄소수가 1 내지 20개인 아릴 또는 탄소수가 1 내지 20개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택될 수 있고, 바람직하게는 상기 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 서로 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 5개인 알킬 중에서 선택되고, n 은 1 내지 100의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 각각 1 내지 10,000의 정수 중 선택될 수 있고, 더 바람직하게는 상기 n 은 1 내지 20의 정수 중 선택되며, m_1 , m_2 는 1 각각 내지 100의 정수 중 선택될 수 있다.

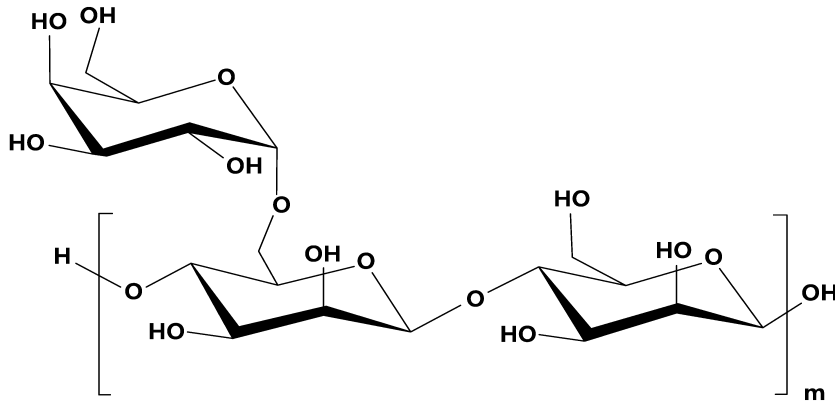
상기 서로 독립적인 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 의 분자량이 작을수록 상기 구아검의 가교화가 잘 이루어지고, 분자량이 커질수록 화학반응이 잘 이루어지지 않으며, 구아검의 가교화 구조가 형성해지는 단점이 있어 상기의 범위가 적당하다.

본 발명의 범위에서, " R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 "의 표현은 상기에 서술된 표현으로 한정한다.

구아검(guar gum)은 식품 첨가물의 일종으로, 콩과 구아의 종자 배유 부분을 분쇄하여 얻어지는 것 또는 이를 온수나 열수로 추출하여 얻어지는 것으로, 주성분은 다당류이다. 백색 내지 황백색으로 거의 냄새가 없는 분말이며, 증량제, 안정제, 유화제 등으로 널리 쓰이고 있다. 식품 첨가물로도 흔히 사용되고 있는 바와 같이, 인체에 무해하며 친환경적인 것으로 알려져 있다.

[0071] 구아검의 화학식은 다음과 같다.

화학식 3



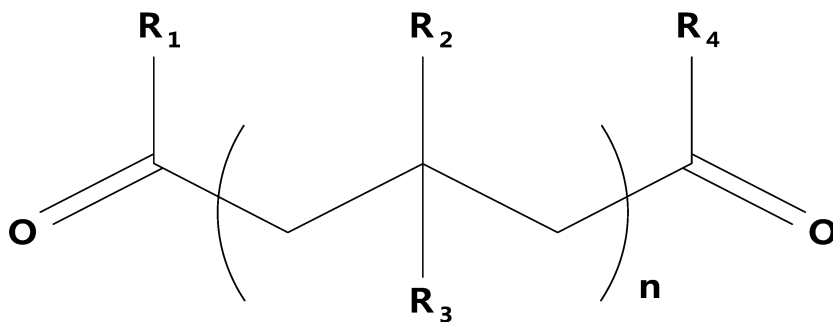
[0073]

[0076] 구아검은 그 점성으로 인해서 증점제로써의 사용 가능성에 대해서도 논의되고 있다.

[0077] 상기 할로젠은 주기율표 17족 원소로 플루오린(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 아이오딘(I), 아스타틴(At)을 모두 일컫는다. 비금속 원소이며 전자를 얻기 쉬운 강력한 산화 작용을 나타낸다.

[0078] 본 발명의 가교된 구아검은, 상기 구아검과 하기의 화학식 2를 갖는 가교제와 산촉매 반응을 함으로써, 점착력을 향상시키고, 부피팽창이 심한 활물질들의 성능을 향상시키는 효과도 같이 부여할 수 있다.

[0080] [화학식 2]



[0081]

[0083] 상기 화학식 2는 가교제이다. 상기 화학식 2를 갖는 가교제의 C=O 이중결합은 고분자물의 분자 사이를 가교시켜 망목구조의 고분자 중합물을 만들기 위한 시약으로 사용된다.

[0085] 본 발명의 가교화된 구아검의 제조 방법은 다음과 같다.

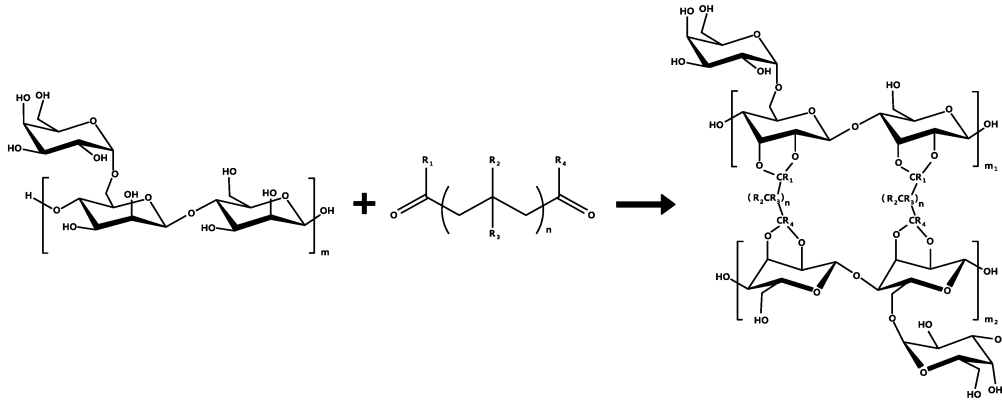
[0086] 먼저, 구아검을 수중에 용해시켜 구아검 용해액을 제공한다. 구아검이 물에 녹으면 산 촉매를 투입한다. 이때 산 촉매를 넣는 이유는 구아검이 용해된 용해액에 다량의 수소(H⁺)를 공급함으로써, 가교화반응이 잘 일어나게 하기 위함이다.

[0087] 상기 산촉매로써는 강산인 염산, 질산, 황산 같은 강 산성 촉매를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 95~98%의 황산을 사용한다.

[0088] 그 다음, 상기 화학식 2를 갖는 가교제를 구아검 용해액에 첨가하여 가교화반응을 시킨다.

[0090] 이 반응을 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

[0091] [반응식 1]



[0092]

[0094] 상기 구아검과 상기 화학식 2를 갖는 가교제의 반응에 의해서 구아검의 가교화가 진행된다.

[0095] 여기서, 상기 m은 m₁과 m₂의 합과 같다.

[0096] 도 1은 본 발명에 따라 가교화된 구아검의 FT-IR을 측정한 것으로 C-O bonds peak를 통해 다량의 ethers group이 생성된 것을 확인할 수 있으며, 이는 가교화에 의한 반응임을 가교화된 구아검의 구조에서 확인할 수 있다.

[0097] 상기 화학식 2를 갖는 가교제는 상기 구아검에 98%의 황산을 첨가하여 물에 완전히 녹은 후 상기 화학식 2를 갖는 가교제를 첨가한다. 반응기의 온도는 21℃ 내지 23℃(실온) 범위 내로 유지하는 것이 바람직하다. 반응기의 온도가 너무 낮으면 수득률이 떨어지고 반응기의 온도가 너무 높으면 원치 않는 부가반응이 발생하게 되어 원하는 반응물을 얻기가 곤란하다.

[0098] 그런 다음, 상기 반응기(planetary ball mill)를 이용하여 300rpm ~ 400rpm의 속도로 30~2시간 가량 혼합하여 가교화된 구아검을 얻을 수 있다.

[0100] 본 발명에 따른 전지의 전극용 바인더는 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하며, 여기에 추가적으로 증점제 등의 첨가제를 더 포함시킬 수 있다.

[0101] 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 이용하여 전지의 전극에 사용할 수 있는 바인더를 제조할 수 있다.

[0103] 본 발명은 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 바인더로 포함하는 전극을 갖는 전지에 대한 것이다.

[0104] 본 발명의 일 시예에 따른 전지용 전극을 제조하는 방법은 상기의 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하는 바인더를 제조하는 단계; Si/C 복합체 및 도전제와 상기 바인더를 혼합하는 단계; 및 상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계;를 포함한다.

[0105] 여기에서, 상기 구아검을 포함하는 바인더를 제조하는 단계와 Si/C 복합체 및 도전제와 상기 바인더를 혼합하는 단계는 순차적으로 진행할 수 있으나, 가교제를 투입하고 전극의 구성성분인 Si/C 복합체(활물질), 도전제를 함께 혼합하여 제조하는 것이 더 바람직하다.

[0106] 또한, 상기 혼합물을 집전체 상에 제공하는 단계는 상기 혼합물을 집전체 상에 코팅하는 단계인 것이 바람직하다.

- [0107] 여기에서, 본 발명에 따른 전지는 이차전지인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 리튬이차전지인 것이 바람직하다.
- [0108] 리튬 이차전지, 또는 리튬 이온 전지(-電池, Lithium-ion battery, Li-ion battery)는 이차 전지의 일종으로서, 방전 과정에서 리튬 이온이 음극에서 양극으로 이동하는 전지이다. 충전시에는 리튬 이온이 양극에서 음극으로 다시 이동하여 제자리를 찾게 된다. 리튬 이온 전지는 충전 및 재사용이 불가능한 일차 전지인 리튬 전지와는 다르며, 전해질로서 고체 폴리머를 이용하는 리튬 이온 폴리머 전지와도 다르다.
- [0109] 리튬 이온 전지는 에너지 밀도가 높고 기억 효과가 없으며, 사용하지 않을 때에도 자가 방전이 일어나는 정도가 작기 때문에 시중의 휴대용 전자 기기들에 많이 사용되고 있다. 이 외에도 에너지밀도가 높은 특성을 이용하여 방위산업이나 자동화시스템, 그리고 항공 산업 분야에서도 점점 그 사용 빈도가 증가하는 추세이다. 그러나 일반적인 리튬 이온 전지는 잘못 사용하게 되면 폭발할 염려가 있으므로 주의해야 한다.
- [0111] 본 발명에 따른 전지는 Si/C 복합체, 상기 화학식 1을 갖는 가교화된 구아검을 포함하는 바인더, 및 도전제를 포함하는 전극을 구성할 수 있다.
- [0113] 본 발명에 따른 활물질로서 Si/C 복합체는 충방전 용량이 크고 용량 유지율이 우수할 뿐만 아니라, Si 입자 내부에 전도성이 우수한 탄소가 원자 상태로 분산되어 존재함으로써 전기 전도도를 더욱 향상시킬 수 있으나, 충방전시 수축/팽창으로 인하여 접착력이 떨어지는 단점이 있다.
- [0114] 본 발명에 따른 활물질 Si/C 복합체의 혼합비는 1:1 ~ 4중량%로서, 바람직하게는 1:3중량%가 바람직하다.
- [0116] 상기 도전제는 통상적으로 활물질을 포함한 혼합물 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 도전제는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 그래파이트; 카본블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 퍼니스 블랙, 램프 블랙, 서머 블랙 등의 카본블랙; 탄소 섬유나 금속 섬유 등의 도전성 섬유; 불화 카본, 알루미늄, 니켈 분말 등의 금속 분말; 산화아연, 티탄산 칼륨 등의 도전성 위스키; 산화 티탄 등의 도전성 금속 산화물; 폴리페닐렌 유도체 등의 도전성 소재 등이 사용될 수 있다. 시판되고 있는 도전제의 구체적인 예로는 아세틸렌 블랙 계열인 셰브론 케미칼 컴퍼니(Chevron Chemical Company)나 덴카 블랙(Denka Singapore Private Limited), 걸프 오일 컴퍼니(Gulf Oil Company) 제품 등), 케트젠블랙(Ketjenblack), EC 계열(아르막 컴퍼니(Armak Company) 제품), 볼칸(Vulcan) XC-72(캐보트 컴퍼니(Cabot Company) 제품) 및 수퍼(Super) P(Timcal 사 제품) 등이 있다.
- [0118] 상기 바인더는 활물질과 도전제 등의 결합과 집전체에 대한 결합에 조력하는 성분으로서, 통상적으로 활물질을 포함하는 혼합물 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다.
- [0120] 본 발명의 전지의 전극에는 충진제를 추가해서 제조할 수도 있다.
- [0121] 충진제는 양극의 팽창을 억제하는 성분으로서 선택적으로 사용되며, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 섬유상 재료라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등의 올리핀계 중합체; 유리섬유, 탄소섬유 등의 섬유상 물질이 사용된다.
- [0123] 상기 전극을 위한 혼합물을 집전체 상에 도포함으로써 전지용 전극을 구성할 수 있다. 상기 전극은 상기와 같은 전극 활물질을 포함하는 전극 합제를 용매에 혼합하여 만들어진 슬러리를 전극 집전체 상에 도포한 후 건조 및 압연하여 제조될 수 있다.
- [0125] 일반적으로 집전체는 3 ~ 500 μm 의 두께로 만들어진다. 이러한 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 구리, 스테인레스 스틸, 알루미늄,

니켈, 티탄, 소성 탄소, 구리나 스테인레스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면처리한 것, 알루미늄-카드뮴 합금 등이 사용될 수 있다. 또한, 표면에 미세한 요철을 형성하여 활물질의 결합력을 강화시킬 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태로 사용될 수 있다.

[0127] 이하에서는 본 발명의 따른 실시예를 참조하여 본 발명을 더욱 상술한다.

[0128] {실시예}

[0129] 실시예 1 : 가교화된 구아검의 제조

[0130] 반응기에 물 40mL의 증류수를 준비하고, 여기에 1.5g의 구아검 파우더를 첨가한 후 용해시켰다.

[0131] 구아검이 완전히 용해된 후 0.1g의 98% H₂SO₄ 용액을 첨가하여 교반하였다.

[0132] 그 다음, 23℃의 온도를 유지하면서 0.2g 가교제(화학식 2) 투입하고 Planetary ball mill를 이용하여 350 rpm의 속도로 1시간가량 혼합하여 가교화를 진행시켰다.

[0134] 비교예 1

[0135] 상기 실시예 1에 사용된 구아검 파우더를 준비하였다.

[0137] 실시예 2: 가교화된 구아검을 이용한 전극 제조

[0138] 반응기에 물 40mL의 증류수를 준비하고, 여기에 1.5g의 구아검 파우더를 첨가한 후 용해시켰다.

[0139] 구아검이 완전히 용해된 후 0.1g의 98% H₂SO₄ 용액을 첨가하여 교반하였다.

[0140] 그 다음, 23℃의 온도를 유지하면서 0.2g 가교제(화학식 2), Si/C 복합체(활물질) 10g, Acetylene black 도전제 1.2g을 투입하고 Planetary ball mill를 이용하여 350 rpm의 속도로 1시간가량 혼합하였다.

[0141] 혼합된 전극 슬러리를 코팅 머신을 이용해서 20 μm 두께의 구리 집전체에 코팅하고, 60℃의 오븐에서 30분동안 건조시켰다.

[0142] 전극의 수분을 제거하기 위해서 70℃의 진공 오븐에서 하루 동안 건조시켰다.

[0143] 이렇게 하여 로딩값이 $2.0 \pm 0.1 \text{ mg/cm}^2$ 인 Si/C 복합체 전극을 제조하였다.

[0145] 비교예 2

[0146] 상기 실시예 2에서, 0.1g의 98% H₂SO₄ 용액을 첨가하여 교반 한 후 0.2g 가교제(화학식 2) 투입하는 단계 대신에 구아검 파우더로 바인더를 준비하는 것을 제외하고는 동일한 방법으로 Si/C 복합체 전극을 제조하였다.

[0148] {평가}

[0149] 1. FT-IR 측정

[0150] 실시예 1에 따라 제조된 가교된 구아검과 비교예 1에 따라 준비된 구아검 파우더의 FT-IR을 측정하여 피크를 확인하였다.

[0151] 그 결과, 실시예 1에 따라 제조된 가교된 구아검의 경우, 1000 내지 1250에서 피크값이 확인됨으로써 C-O bonds peak를 통해 다량의 ethers group이 생성된 것을 확인할 수 있으며, 이는 가교화에 의한 반응임을 Cross-linked 구아검의 구조에서 확인할 수 있다.

[0152] 도 1에 이 FT-IR 측정 그래프를 나타내었다.

[0154] 2. 충방전 테스트

[0155] PNE 솔루션 장비를 이용해서, 1V에서 2.6V의 전압 범위에서 CC(constant current)모드를 이용하여 첫 2 사이클은 0.1C, 그 후 100 사이클은 0.5C로 충방전 테스트를 진행하였다. 또한, rate capability 측정을 위해서 0.1C부터 2C까지의 각각 8 사이클씩 높은 C rate에서 반복해서 충방전테스트를 진행하였다.

[0156] 그 결과를 도 2a 및 도 2b에 나타내었다.

[0157] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 실시예 2에 따라 제조된 전극(가교화된 구아검 바인더)의 경우가 비교예 2에 따라 제조된 전극(구아검 바인더)의 경우 보다 전극의 용량이 우수하며, 높은 C rate에서도 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다.

[0159] 3. 임피던스 측정

[0160] 실시예 2에 따라 제조된 전극(가교된 구아검 바인더)의 경우가 비교예 2에 따라 제조된 전극(구아검 바인더)을 Spectroscopy(VSP, Biologic Science Instruments)를 이용하여 0.01 kHz부터 100kHz의 진동수 범위에서 전극의 임피던스를 측정하여 도 3에 나타내었다.

[0161] 도 3에 도시된 바와 같이, 실시예 2에 따라 제조된 전극(가교된 구아검 바인더)이 비교예 2에 따라 제조된 전극(구아검 바인더) 보다 낮은 전자전달저항과 높은 리튬이온 이동도를 나타내는 것을 알 수 있다.

[0163] 4. 워버그 등식(warburg equation)에 의한 EIS의 확산도 평가

[0164] 워버그 등식은 다음과 같다.

[0165] [수학식 1]

$$Z_{Re} = R_s + R_{ct} + \sigma_w \omega^{-0.5}$$

$$D = 0.5 (RT/An^2F^2\sigma_w C)^2$$

[0166]

[0167] σ_w = Warburg impedance coefficient

[0168] ω = Angular frequency

[0169] D = Diffusion coefficient

[0170] R = Gas constant

[0171] T = Absolute temperature

[0172] A = Area of the electrode surface

[0173] n = Number of electrons involved in the reaction of the redox couple

[0174] F = Faraday`s constant

[0175] C = Molar concentration of Li^+ ions

[0176] 이다.

[0177] 상기 등식을 참조하여 리튬 이온의 전극에서의 확산 계수를 구하면, 실시예 2에 따른 전극의 경우 $1.6115E-14cm^2/s$ 이고, 비교예 2에 따른 전극의 경우 $4.1685E-15cm^2/s$ 였다.

[0178] 따라서, 실시예 2에 따른 전극에서의 확산도가 더 큼을 알 수 있다.

► Diffusion coefficients based on EIS.

Sample	GA_GG	GG
σ_w [$J s^{0.5}/C^2$]	732.58	1440.4
D [cm^2/s]	1.6115E-14	4.1685E-15

[0179]

[0181] 5. 접촉각 테스트 및 전해질 함침율

[0182] 도 4는 접촉각 테스트를 통해서 바인더 필름과 전해액과의 습윤성을 알아본 결과를 나타낸 것이고, 도 5a는 테스트 직후 실시예 2에 따른 바인더 필름의 접촉각 이미지와 비교예 2에 따른 바인더 필름의 접촉각 이미지이고, 도 5b는 30초 후의 실시예 2에 따른 바인더 필름의 접촉각 이미지와 비교예 2에 따른 바인더 필름의 접촉각 이미지를 나타낸 것이며, 도 6은 전해질 함침율을 나타낸 것이다.

[0183] 이를 참조하면 실시예 2에 따른 전극의 바인더의 습윤성이 더 우수함을 알 수 있다.

[0185] 6. SEM 분석

[0186] 도 7은 접촉 강도를 도시한 것이고, 도 8a 및 도 8b는 전극 표면의 SEM를 촬영한 비교 결과를 나타낸 것이다.

[0187] 도 7에 도시된 바와 같이 실시예 2에 따라 제조된 전극(가교화된 구아검 바인더)이 비교예 2에 따라 제조된 전극(구아검 파우더) 접촉력이 매우 증가함을 알 수 있다.

[0188] SEM을 통해 실리콘 흑연 복합체 전극의 부피팽창 정도를 확인할 수 있는데, 접촉력의 증가로 인해 사이클 후의 실시예 2에 따라 제조된 전극(가교화된 구아검 바인더)이 비교예 2에 따라 제조된 전극(구아검 파우더)보다 부피팽창이 작음을 알 수 있다.

[0190] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 이차전지용 바인더는 전지의 제반 특성을 향상시키면서도 전극의 구조적 안정성을 도모하고 접착력이 우수한 이차전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0191] 또한, 본 발명에 따르면, 부피팽창이 심한 활물질들의 성능을 향상시킬 수 있는 우수한 이차전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0192] 또한, 본 발명에 따르면, 친환경성이 우수한 이차전지용 수계 바인더를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0193] 또한, 본 발명에 따르면, 부피팽창이 심한 활물질들의 성능을 향상시킬 수 있고, 접착력과 친환경성이 우수한 이차전지용 바인더를 포함하면서도 전지의 제반 특성이 향상된 이차전지를 제공할 수 있는 효과가 있다.

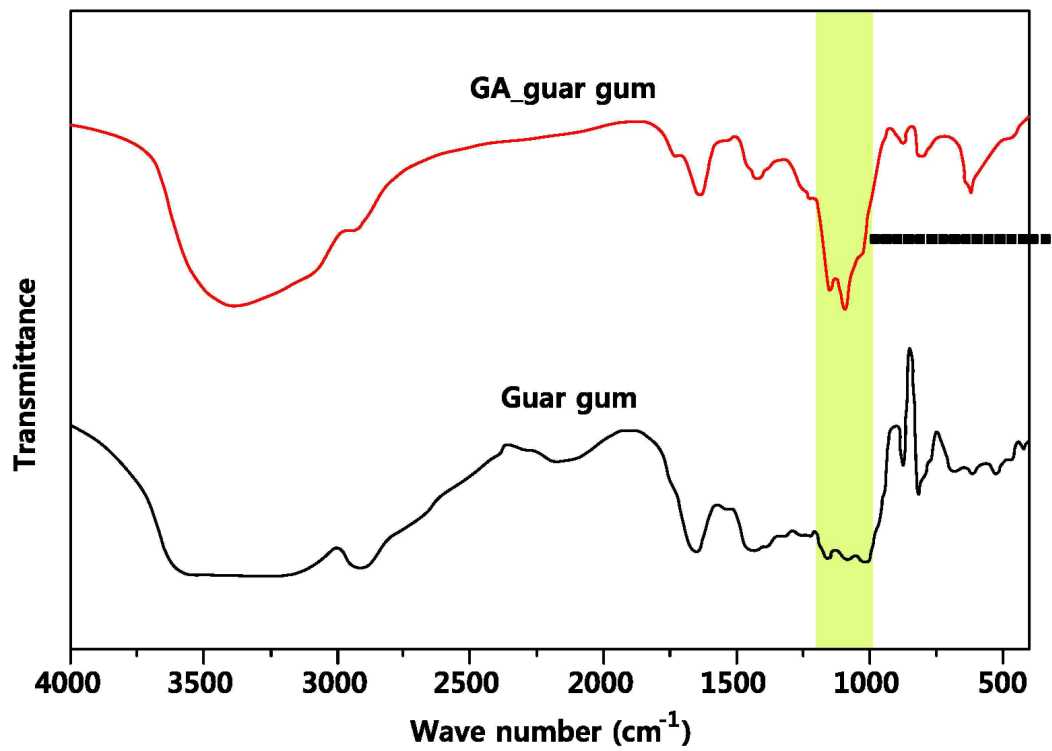
[0194] 상기와 같은 설명에 따른 본 발명은 상기 설명에 의해서 그 범위가 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주 내에서 다양한 응용 및 변형을 행하는 것이 가능하며, 그러한 응용 및 변형은 본 발명의 범위 내에 속하는 것이다.

산업상 이용가능성

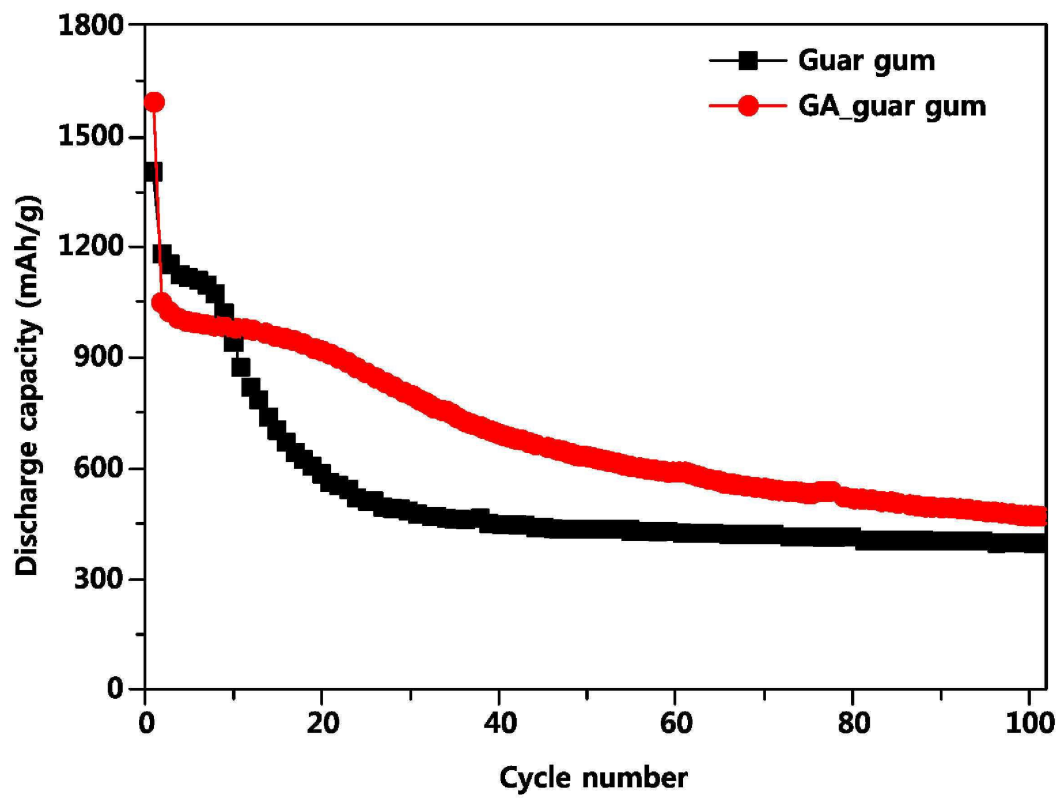
[0196] 본 발명은 전지에 적용될 수 있는 발명으로서, 배터리 산업에 이용될 수 있다.

도면

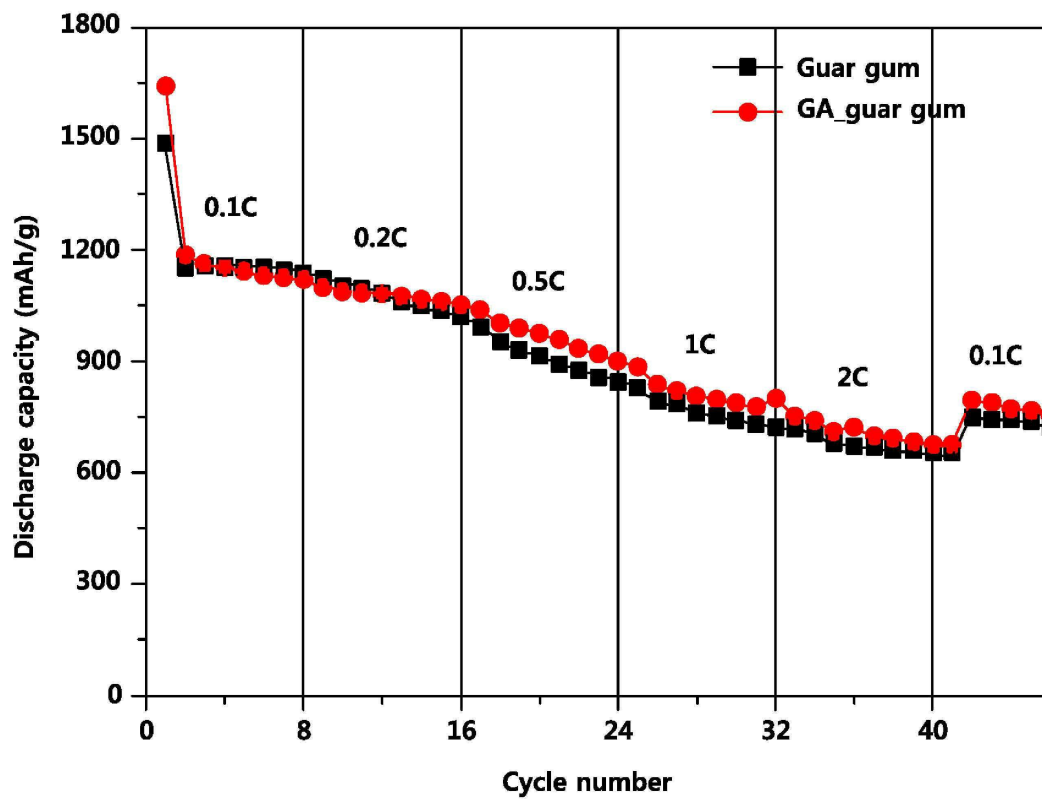
도면1



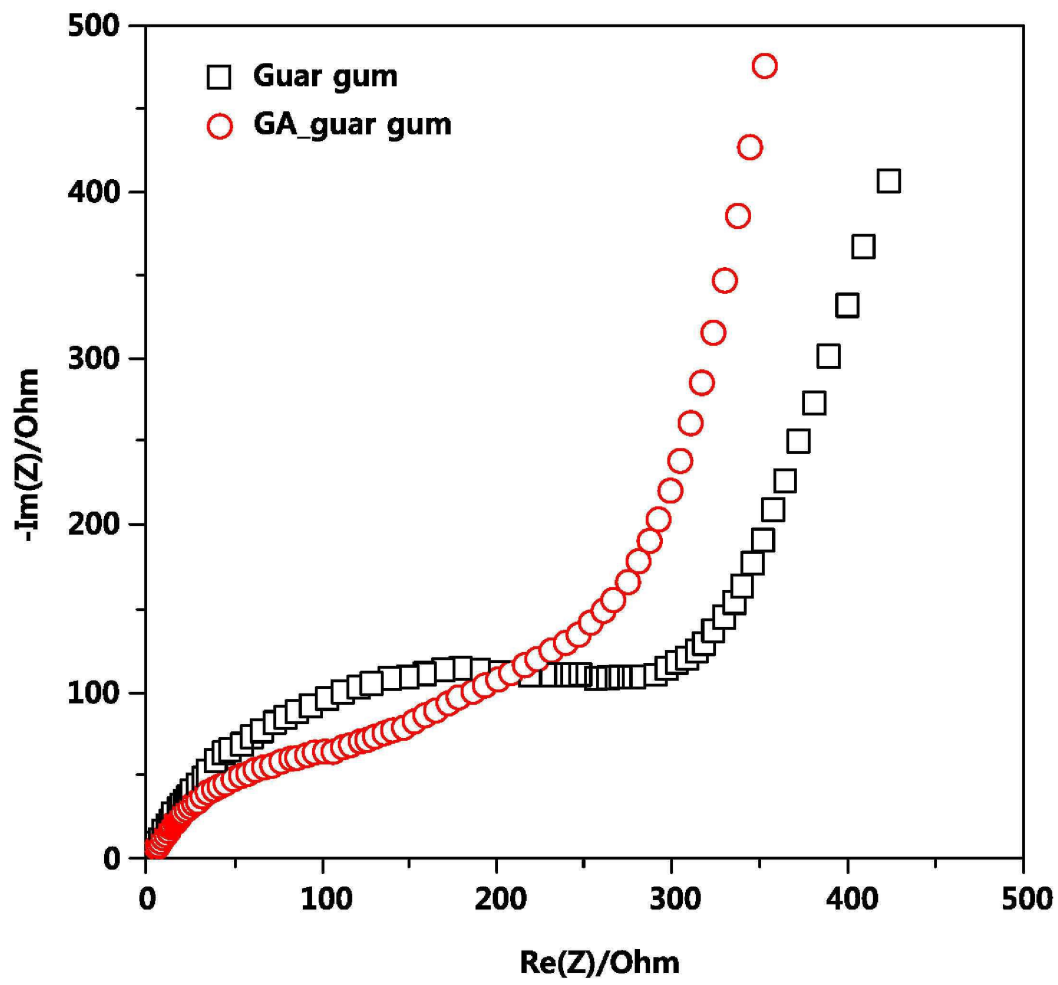
도면2a



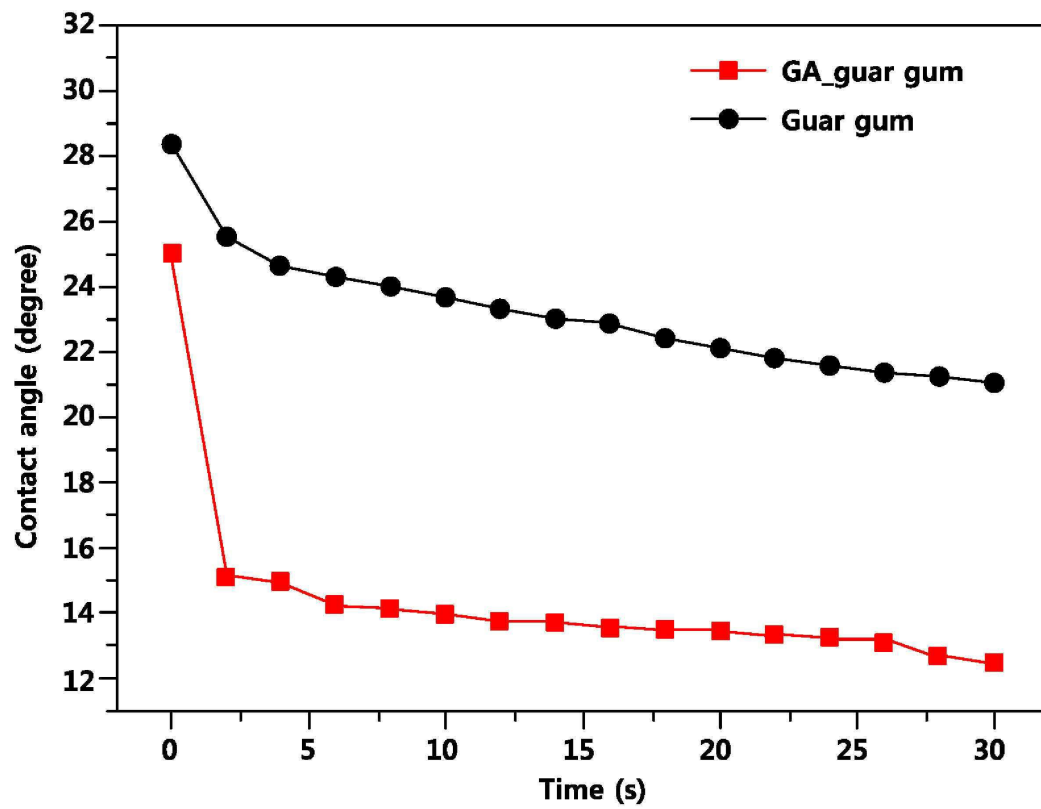
도면2b



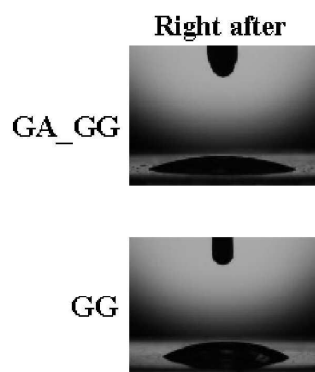
도면3



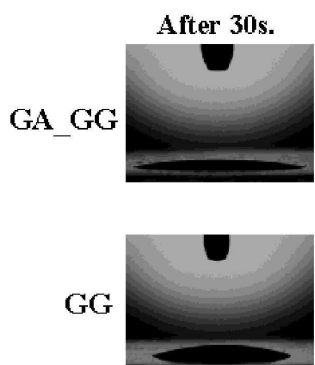
도면4



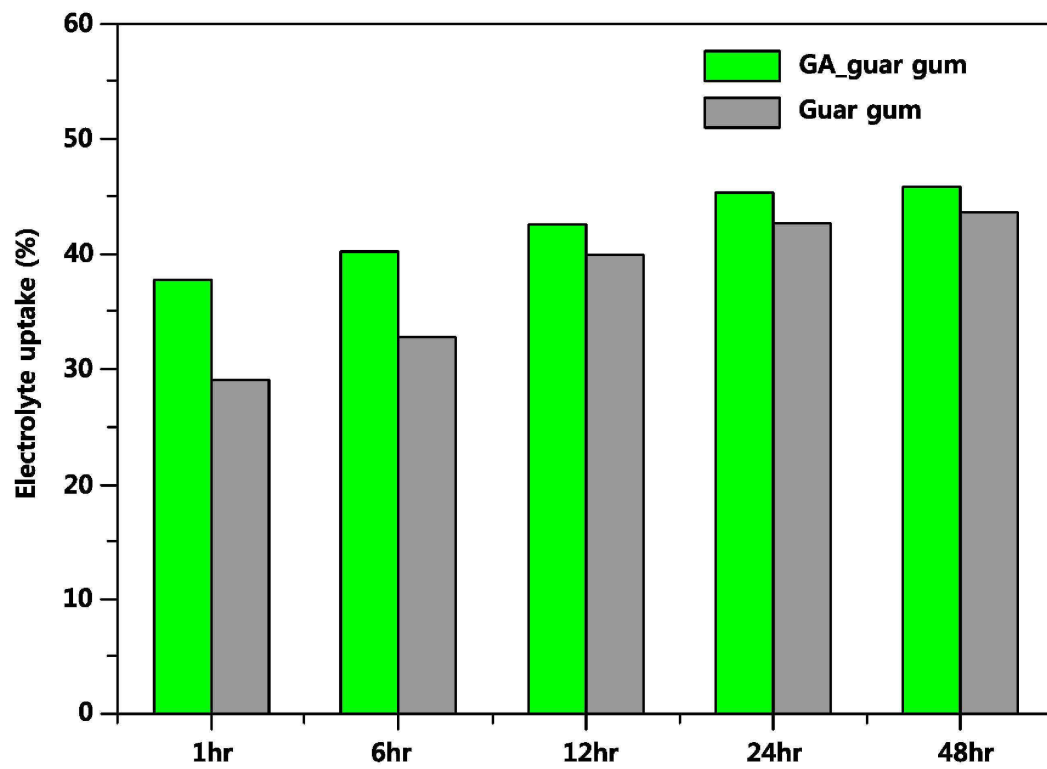
도면5a



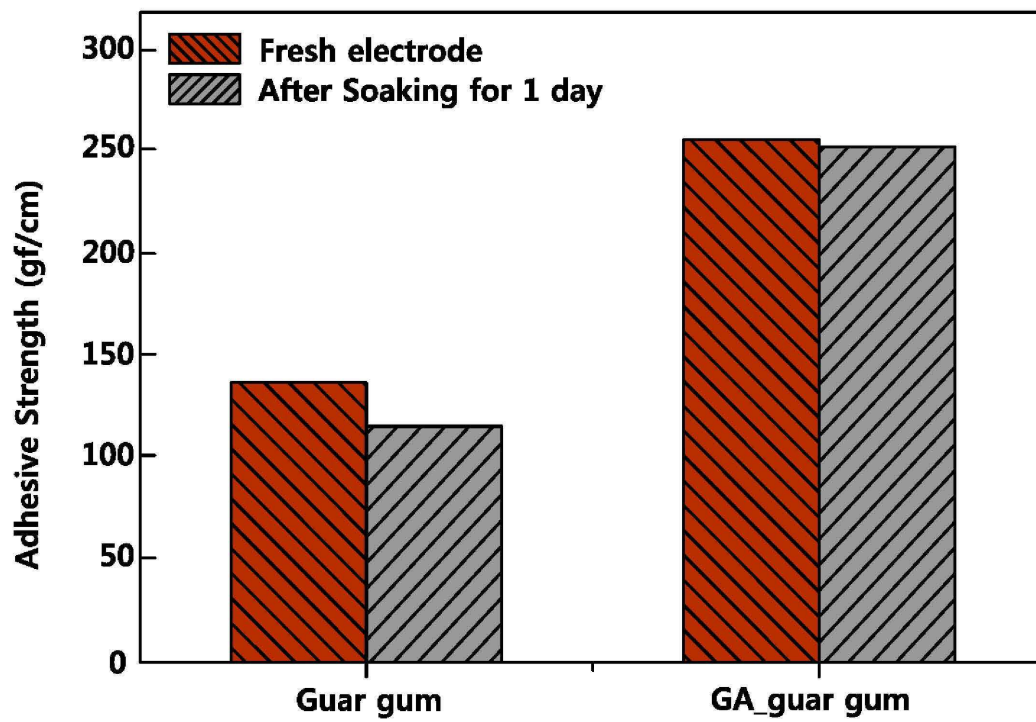
도면5b



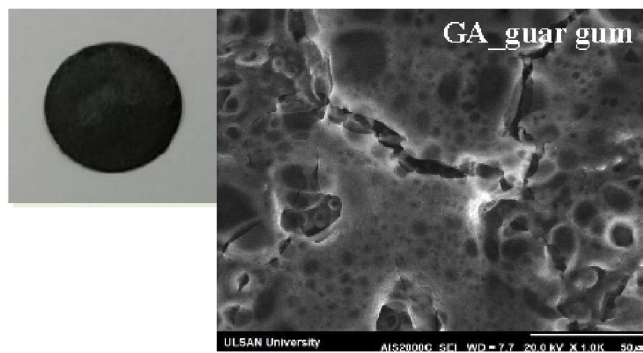
도면6



도면7



도면8a



도면8b

