



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0059657
(43) 공개일자 2018년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01G 11/06 (2013.01) F21K 2/08 (2006.01)
H01G 11/08 (2013.01) H01G 11/30 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H01G 11/06 (2013.01)
F21K 2/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0158692
(22) 출원일자 2016년11월25일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
홍기현
경기도 부천시 소사구 소사본동
이근형
인천광역시 남구 노적산로 43 (학익동, 인천학익두산위브) 101동 1301호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이지

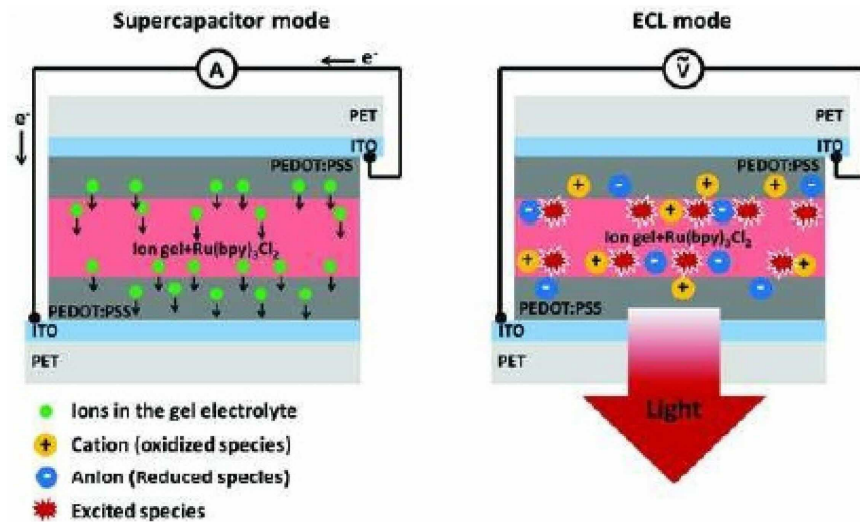
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 다기능 전기화학장치 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 제1 전극; 상기 제1 전극의 하면에 위치한 전도성 고분자 층; 상기 전도성 고분자 하면에 위치한 젤 타입의 전기화학발광물질; 상기 젤 타입의 전기화학물질 하부에 위치한 전도성 고분자 층; 및 상기 전도성 고분자 하부에 위치한 제2 전극을 포함하는, 발광 기능 및 에너지 층, 방전 기능을 하는 다기능 전기화학장치에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 단순한 공정으로 발광 및 충전, 방전 기능을 동시에 포함하는 표시장치(디스플레이)를 저렴하게 제조할 수 있고 다양한 형태의 센서, 충전기, 태양전지, 표시장치 등에 적용이 가능한 이점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01G 11/08 (2013.01)

H01G 11/30 (2013.01)

H01G 11/84 (2013.01)

Y02E 60/13 (2013.01)

(72) 발명자

이주열

경상남도 김해시 장유로288번길 15 104동 1102호
(무계동, 포스코더샵아파트)

임동찬

경상남도 창원시 의창구 북면

양해민

인천광역시 남구 인하로 115-12 (용현동) 다운빌
406호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 PNK4900

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 다기능성 이온젤(ion gel) 소재 및 전기화학 응용 기술 연구 (1/2)

기 여 율 67/100

주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2014R1A1A1006357

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업 ((구)신진연구자지원사업)

연구과제명 초분자 어셈블리를 이용한 고분자반도체 개발 및 고성능 플렉시블 박막 트랜지스터에의 응

용

기 여 율 33/100

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2014.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극의 하면에 위치한 전도성 고분자층;

상기 전도성 고분자층의 하면에 위치한 젤 타입의 전기화학발광물질;

상기 젤 타입의 전기화학발광물질의 하면에 위치한 전도성 고분자층; 및

상기 전도성 고분자층의 하면에 위치한 제2 전극을 포함하는,

발광 기능 및 에너지 층, 방전 기능을 하는 다기능 전기화학장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 젤 타입의 전기화학발광물질은

네트워크 형성 고분자;

이온성 액체; 및

금속 착물 발광단(metal complex luminophore)을 포함하고,

상기 네트워크 형성 고분자는 상기 이온성 액체에 용해되어 경화 시 전기화학발광물질을 반고체의 상태의 젤 타입으로 형성하는 다기능 전기화학장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 네트워크 형성 고분자는 폴리스티렌(polystyrene, PS)계, 폴리메틸메타크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA)계, 폴리부텐(polybutene, PB)계 코폴리머(co-polymer) 및 블록코폴리머(block co-polymer) 중 1 이상을 포함하는 다기능 전기화학장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 이온성 액체가 1-에틸-3-메틸이미다조리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드(1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide)인 다기능 전기화학장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 금속 착물 발광단(metal complex luminophore)이 Ru(bpy)₃Cl₂인 다기능 전기화학장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 전극은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), ITO(indium tin oxide) 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜):폴리(스티렌 설포네이트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate, PEDOT:PSS) 중 하나 이상으로 형성된 다기능 전기화학장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 전도성 고분자는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜):폴리(스티렌 설퍼네이트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate, PEDOT:PSS) 인 다기능 전기화학장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 교류를 인가하면 발광하는 다기능 전기화학장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 붉은색 내지 주황색으로 발광하는 다기능 전기화학장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 600nm 내지 700nm의 파장에서 발광하는 다기능 전기화학장치.

청구항 11

제1항에 있어서

상기 다기능 전기화학장치는 4V의 전압에서 20 내지 30cd/m^2 의 휘도를 가지는 다기능 전기화학장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 반지름 r 을 2.5cm로 1000회 굽혔을 경우 7 내지 22cd/m^2 의 휘도를 가지는 다기능 전기화학장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 직류에서 에너지를 충전 및 방전하는 다기능 전기화학장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 $0.02\mu\text{A}$ 이상의 전류에서 충, 방전이 가능한 다기능 전기화학장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 주사속도가 100mV/s 인 경우 $\pm 60\mu\text{A}$ 의 전류를 포함하는 다기능 전기화학장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 전류가 높을수록 빠른 시간 내에 특정 전압에 도달할 수 있는 다기능 전기화학장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 저장용량(capacitance retention)이 80% 이상인 다기능 전기화학장치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 다기능 전기화학장치는 굽힘반지름 r 이 커질수록 굽힘응력(bending strain)에 대한 정전용량 변화율이 작아지는 다기능 전기화학장치.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 따른 다기능 전기화학장치를 포함하는 물품

청구항 20

제19항에 있어서,

다기능 전기화학장치가 사용되는 센서, 충전기, 태양전지 또는 표시장치인 물품.

청구항 21

제1 전극을 형성하는 단계;

제1 전극 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계;

상기 전도성 고분자층 상에 네트워크 형성 고분자, 이온성 액체 및 금속 착물 발광단을 포함하는 전기화학발광 물질을 코팅하는 단계;

상기 전기화학발광물질을 반고체 상태의 젤(Gel)로 경화하는 단계;

상기 젤(Gel) 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계; 및

상기 전도성 고분자층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 다기능 전기화학장치의 제조방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 전도성 고분자 상에 혼합 고분자 용액을 코팅하는 단계는 캐스팅(casting), 스핀 코팅(spin coating), 스프레이 코팅(spray coating), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 슬롯-다이 코팅(slot-die coating)을 이용하는 다기능 전기화학장치의 제조방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

제1전극을 형성하는 단계 후에 표면처리하는 단계를 더 포함하는 다기능 전기화학장치의 제조방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 표면처리 단계는 UV-ozone 처리인 다기능 전기화학장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 다기능 전기화학장치 및 이의 용도에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 에너지 충전, 방전 및 발광기능을 모두 포함하는 전기화학장치 및 이의 용도에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 현재 차세대 면 발광형 소자로서 무기 및 유기 EL 소자에 대한 기술개발이 활발히 추진되고 있고, 최근 국가 연구기관과 일부 기업들을 통해 시작품들을 선보이고 있다. LED의 경우 반도체 공정기술을 기반으로 하고 있어서 주로 대기업 주도 하의 상업화가 진행되고 있는데 반해, EL 소자는 스크린 프린팅, 닥터 블레이드(Doctor Blade)법과 같은 후막공정에 의해 제조가 가능하며, 초기 설비투자면에서 큰 부담이 없고, 구조가 단순하며 소비전력이 낮은 장점을 갖는다. 그러나 대부분 직류구동 방식이므로 한쪽 전극에의 불순물 축적 등으로 인한 효율 저하와 장기 안정성 등에 대한 문제점이 있다.
- [0004] 최근에는 전기화학발광 소자에 대한 연구가 주목을 받고 있다. 전기화학발광은 광전기 화학적인 반응의 하나로 용액상태에서 전기화학적 산화, 환원 반응으로 생성된 라디칼이온 간의 균질계 전자교환 반응과 그로부터 발생하는 화학발광현상을 의미한다. 즉, 전극에 전압을 인가하여 생성된 전기화학적 반응 생성물이 용액 내 다른 화학종 또는 생성물과 반응하여 빛을 발생시키는 현상을 말한다.
- [0005] 대표적인 사례로서 전기화학발광(Electrochemiluminescence: ECL)소자를 들 수 있다. ECL 소자는 EL과 CL의 특징을 조합한 발광소자로서, 염료 태양전지와 그 구조가 유사하며, 반투명메다 제작공정 또한 간단한 이점을 가진다.
- [0006] 또한, ECL은 두께가 수 μm 의 액체 및 준고체형이고, 수 V의 저전압 구동으로 발광한다는 이점이 있어, 상기 문제를 극복할 수 있을 것으로 기대되고 있다.
- [0007] 상기 액체 형태의 발광소자는 액체의 유동성으로 인한 누액이 발생할 수 있는데 이를 방지하기 위한 완벽한 봉지(encapsulation) 기술에는 어려움이 있다. 또한, 고체 형태의 발광소자는 유연성이 부족하다는 한계가 있다.
- [0008] 이러한 문제점을 보완하기 위한 방법이 젤(Gel) 형태의 전기화학발광(ECL) 소자이다. ECL 발광 소자에 사용되는 젤은 이온 젤(ion gel)의 형태로서, 이온성 전해질을 물리적 또는 화학적으로 가교된 고분자 네트워크 내에 담지하는 젤화(gelation) 기술을 사용한다. 종래 용액이 이온젤로 대체됨으로써, 기계적 물성과 전기 화학적 안정성이 동시에 확보된 발광 소자 및 장치를 구현할 수 있다. 또한, 젤화 기술을 통해 전해질 층의 우수한 전기화학적 특징과 동시에 기계적 물성을 극대화할 수 있어서 배터리, 트랜지스터, 태양전지 등의 전자소자에서 널리 활용되고 있지만, ECL 발광 소자 분야는 아직 초기 연구 단계에 머물러 있다.
- [0010] 한편, 전기화학 커패시터(Electrochemical capacitor, EC)는 전해콘덴서와 이차전지의 중간적인 특성을 갖는 에너지 저장장치로써 급속 충방전이 가능하며 높은 효율, 반영구적인 수명 특성으로 이차전지의 병용 및 대체가 가능한 에너지 저장장치로 각광받고 있다. 그 중 전도성 고분자를 전극 재료로 사용하는 전기화학 커패시터는 무게가 가볍고 비교적 쉽게 합성할 수 있는 이점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 전기화학발광(ECL) 소자이며 전기화학 커패시터(EC)인 발광 기능 및 에너지 충,방전 기능을 하는 다기능 전기화학장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 공정이 단순하고 저렴한 가격으로 제조 가능한 젤 타입의 다기능 전기화학장치의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 낮은 전압에서도 높은 휘도 및 에너지 충,방전을 발생시키며, 이동성, 휴대성 및 편의성이 우수한 다기능 전기화학장치의 용도를 제공하기 위한 것이다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명의 일 측면에 의하면, 제1 전극; 상기 제1 전극의 하면에 위치한 전도성 고분자층; 상기 전도성 고분자

층의 하면에 위치한 젤 타입의 전기화학발광물질; 상기 젤 타입의 전기화학발광물질 하면에 위치한 전도성 고분자층; 및 상기 전도성 고분자층 하면에 위치한 제2 전극을 포함하는, 발광 기능 및 에너지 층, 방전 기능을 하는 다기능 전기화학장치가 제공될 수 있다.

[0019] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 제1 전극을 형성하는 단계; 제1 전극 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계; 상기 전도성 고분자층 상에 네트워크 형성 고분자, 이온성 액체 및 금속 착물 발광단을 포함하는 전기화학발광 물질을 코팅하는 단계; 상기 전기화학발광물질을 반고체 상태의 젤(Gel)로 경화하는 단계; 상기 젤(Gel) 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계; 및 상기 전도성 고분자층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 다기능 전기화학장치의 제조방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 발광 기능 및 에너지 층, 방전 기능을 모두 포함하는 다기능 전기화학장치 및 이의 제조방법을 제공할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 단순한 공정으로 저렴하게 제조할 수 있는 센서, 충전기, 태양전지, 표시장치 등을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 다기능 전기화학장치의 원리를 개략적으로 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 제조방법을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 네트워크 형성 고분자 및 이온성 액체가 혼합된 젤(P(VDF-HFP)ion gel)과 다기능 전기화학장치의 SEM 사진이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 휘도-전압 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 파장에 대한 발광강도를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘(bending)수에 따른 휘도변화를 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 순환전압전류법(cyclic voltammetry, CV)를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 주사 속도(scan rate)에 따른 순환전압전류법(cyclic voltammetry, CV)를 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 전류에 따른 정전류 층, 방전 곡선을 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 사이클 회수에 따른 저장용량(Capacitance retention)을 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘응력(bending strain)에 따른 정전용량(Capacitance) 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘 사이클(bending cycle) 수에 따른 정전용량 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이

아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0027] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 목적으로만 사용된다.
- [0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 본 발명에 따른 다기능 전기화학장치의 실시예는 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 다기능 전기화학장치의 원리를 개략적으로 설명하는 도면이다.
- [0035] 본 발명의 일 측면에 의하면, 제1 전극; 상기 제1 전극의 하면에 위치한 전도성 고분자층; 상기 전도성 고분자층의 하면에 위치한 젤 타입의 전기화학발광물질; 상기 젤 타입의 전기화학발광물질의 하면에 위치한 전도성 고분자층; 및 상기 전도성 고분자층의 하면에 위치한 제2 전극을 포함하는, 발광 기능 및 에너지 충전, 방전 기능을 하는 다기능 전기화학장치가 제공될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 젤 타입의 전기화학발광물질은 네트워크-형성 고분자; 이온성 액체; 및 금속 착물 발광단(metal complex luminophore)을 포함하고, 상기 네트워크 형성 고분자는 상기 이온성 액체에 용해되어 경화될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 네트워크 형성 고분자는 폴리스티렌(polystyrene, PS)계, 폴리메틸메타크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA)계, 폴리부텐(polybutene, PB)계 코폴리머(co-polymer) 및 블록코폴리머(block co-polymer) 중 1 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [0040] 바람직하게, 상기 네트워크 형성 고분자는 Poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) (P(VDF-HFP))일 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 이온성 액체가 1-에틸-3-메틸이미다조리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드(1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide) ([EMIM][TFSI])일 수 있다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전극은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), ITO(indium tin oxide), 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜):폴리(스티렌 설포네이트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate, PEDOT:PSS) 중 하나일 수 있다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 고분자는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜):폴리(스티렌 설포네이트)

트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate, PEDOT:PSS) 일 수 있다.

- [0048] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 금속 착물 발광단(metal complex luminophore)이 $\text{Ru}(\text{bpy})_3\text{Cl}_2$ 일 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 다기능 전기화학장치는 교류를 인가하면 발광할 수 있다. 반면에, 직류를 인가하면 충,방전이 발생할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 발광 및 충,방전 메커니즘은 종래 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 의 산화환원에 의한 발광 및 충,방전 메커니즘과 동일하다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 제조방법을 나타낸 도면이다.
- [0055] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 제1 전극을 형성하는 단계; 제1 전극 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계; 상기 전도성 고분자층 상에 네트워크 형성 고분자, 이온성 액체 및 금속 착물 발광단을 포함하는 전기화학발광 물질을 코팅하는 단계; 상기 전기화학발광물질을 반고체 상태의 젤(Gel)로 경화하는 단계; 상기 젤(Gel) 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계; 및 상기 전도성 고분자층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 다기능 전기화학장치의 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극 상에 전도성 고분자층을 형성하는 단계 및 상기 젤(Gel) 상에 전도성 고분자를 위치시키는 단계는 캐스팅(casting), 스핀 코팅(spin coating), 스프레이 코팅(spray coating), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 및 슬롯-다이 코팅(slot-die coating) 중 하나 이상을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 고분자층 상에 혼합 고분자 용액을 코팅하는 단계는 캐스팅(casting), 스핀 코팅(spin coating), 스프레이 코팅(spray coating), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 및 슬롯-다이 코팅(slot-die coating) 중 하나 이상을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 고분자 상에 혼합 고분자 용액을 코팅하는 단계 후에 표면처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 표면처리 단계는 UV-ozone 방법을 사용할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 젤을 형성하기 위한 용액은 네트워크 형성 고분자, 이온성 액체 및 금속 착물 발광단을 아세톤에 1:3-5:15-17로 용해하고, 상온에서 2시간 동안 교반하여 제조될 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 혼합 고분자 용액을 굳혀서 젤(Gel)을 형성하는 단계는 24시간동안 30℃로 건조하는 것일 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전도성 고분자층은 200rpm으로 60초 동안 스핀코팅되어 형성된 후 120℃에서 10분간 건조될 수 있다.

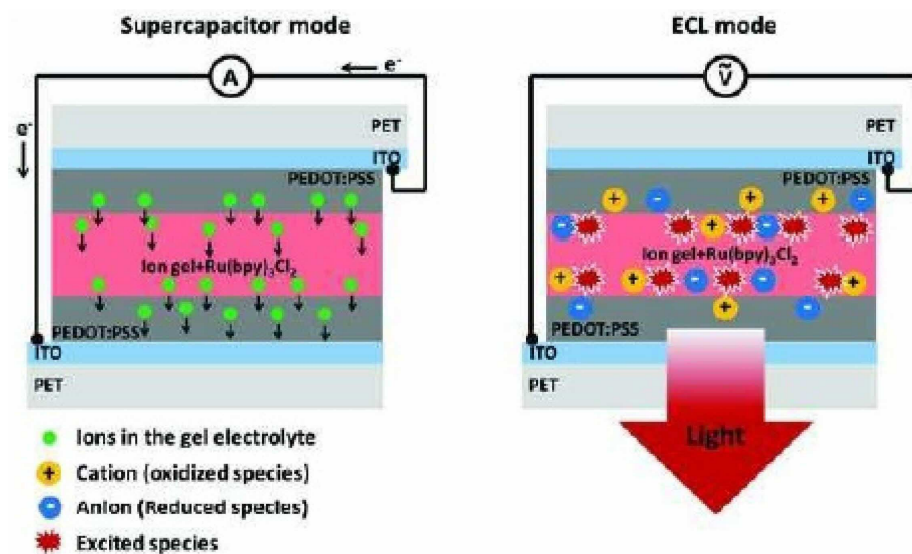
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 교류에서 발광할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 붉은색 내지 주황색을 내며 발광할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 600nm 내지 700nm의 파장에서 발광할 수 있다.
- [0077] 도 3은 본 발명의 네트워크 형성 고분자 및 이온성 액체가 혼합된 젤(P(VDF-HFP)ion gel)과 다기능 전기화학장치의 젤 표면 SEM 사진이다.
- [0078] P(VDF-HFP)ion gel에 비해 다기능 전기화학장치의 젤 표면이 보다 매끄럽고 결정성이 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0080] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 휘도-전압 그래프이다.
- [0082] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 4V의 전압에서 20 내지 30cd/m^2 의 휘도를 가질 수 있다.
- [0084] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 파장에 따른 발광강도를 나타낸 그래프이다.
- [0086] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 600nm 내지 700nm의 파장에서 가장 높은 강도로 발광할 수 있고, 붉은색 내지 주황색의 빛을 발생시킬 수 있다.
- [0088] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘(bending)수에 따른 휘도변화를 나타낸 그래프이다.
- [0089] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 굽힘 수가 증가할수록 휘도는 감소하는 경향을 보이나, 10cd/m^2 이상의 휘도를 가질 수 있다.
- [0090] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 2.5cm로 100회 굽혔을 경우 17 내지 28cd/m^2 의 휘도를 가질 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 2.5cm로 1000회 굽혔을 경우 7 내지 22cd/m^2 의 휘도를 가질 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 직류에서 에너지를 충전 및 방전할 수 있다.
- [0095] 다기능 전기화학장치의 에너지 충,방전은 상기 제1 전극 및 제2 전극에 직류전류가 흐르는 경우 발생된다.
- [0097] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 순환전압전류법(cyclic voltammetry, CV)를 나타낸 그래프이다.

- [0098] 본 발명의 일 실시예에 따르면, $0.02\mu\text{A}$ 의 매우 낮은 전류에도 충,방전이 가능한 것을 나타낸다.
- [0099] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 0.1V 의 낮은 전압에서도 $30\mu\text{A}$ 이상의 전류를 포함할 수 있다.
- [0100] 도 7의 본 발명의 다기능 전기화학장치의 정전용량은 $1.50\text{mF}/\text{cm}^2$ 일때, 이온성 액체과 고분자의 혼합 젤의 정전용량은 $0.31\text{mF}/\text{cm}^2$ 로 비교적 높은 정전용량을 가질 수 있다. 자유 양이온 및 음이온의 수 및 더 작은 사이즈의 염화이온의 증가로 전극에서의 전자전하를 효과적으로 가릴 수 없으므로 정전용량이 증가한다.
- [0102] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 주사 속도(scan rate)에 따른 순환전압전류법(cyclic voltammetry, CV)를 나타낸 그래프이다.
- [0103] 도 8은 주사 속도(scan rates)가 빠를수록 높은 전류를 포함할 수 있음을 나타낸다.
- [0104] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주사속도가 $100\text{mV}/\text{s}$ 인 경우 $\pm 60\mu\text{A}$ 의 전류를 포함할 수 있다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주사속도가 $50\text{mV}/\text{s}$ 인 경우 $\pm 30\mu\text{A}$ 의 전류를 포함할 수 있다.
- [0106] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주사속도가 $25\text{mV}/\text{s}$ 인 경우 $\pm 15\mu\text{A}$ 의 전류를 포함할 수 있다.
- [0107] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주사속도가 $10\text{mV}/\text{s}$ 인 경우 $\pm 10\mu\text{A}$ 의 전류를 포함할 수 있다.
- [0108] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주사속도가 $5\text{mV}/\text{s}$ 인 경우 $\pm 5\mu\text{A}$ 의 전류를 포함할 수 있다.
- [0110] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 전류에 따른 정전류 충,방전 곡선을 나타낸 그래프이다.
- [0111] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전류가 높을수록 보다 빠른시간 내에 특정전압에 도달할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전류가 $2\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 일 경우 500초 후에 1V 에 도달할 수 있다.
- [0113] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전류가 $20\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 일 경우 30초 후에 1V 에 도달할 수 있다.
- [0115] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 사이클 회수에 따른 저장용량(Capacitance retention)을 나타낸 그래프이다.
- [0116] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사이클 회수가 1500일 경우 저장용량이 90%이상일 수 있다.
- [0117] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사이클 회수가 100일 경우 저장용량이 95%이상일 수 있다.
- [0119] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 저장용량(capacitance retention)이 80% 이상일 수 있다.
- [0121] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 저장용량(capacitance retention)이 85% 이상일 수 있다.
- [0123] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 저장용량(capacitance retention)이 90% 이상일 수 있다.
- [0125] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘응력(bending strain)에 따른 정전용량(Capacitance) 변화를 나타낸 그래프이다.

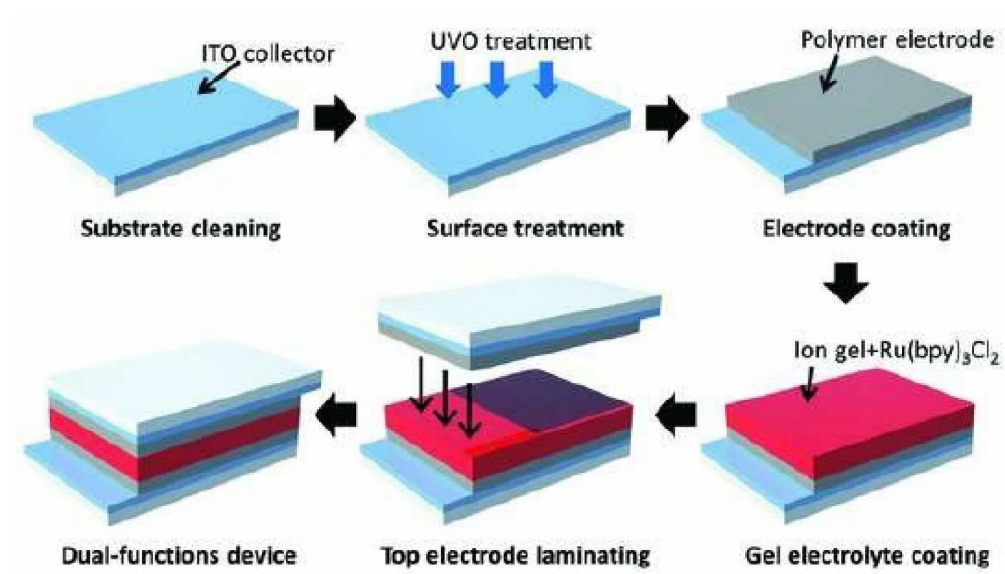
- [0127] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 r이 커질수록 굽힘응력(bending strain)에 대한 정전용량 변화율이 작아질 수 있다.
- [0128] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 r이 1일 때 0.8내지 1의 굽힘응력(bending strain)에 대한 정전용량 변화율을 가질 수 있다.
- [0129] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 r이 4일 때 0.3내지 0.5의 굽힘응력(bending strain)에 대한 정전용량 변화율을 가질 수 있다.
- [0131] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 다기능 전기화학장치는 굽힘응력 변화율이 85%이상일 수 있다.
- [0133] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 다기능 전기화학장치의 굽힘 사이클(bending cycle)에 따른 정전용량 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0134] 도 12는 굽힘 사이클이 증가하여도 정전용량 변화율은 80% 이상인 것을 나타낸다.
- [0135] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 굽힘 사이클 회수가 100일 경우 저장용량이 90%이상일 수 있다.
- [0136] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 굽힘 사이클 회수가 1000일 경우 저장용량이 85%이상일 수 있다.

도면

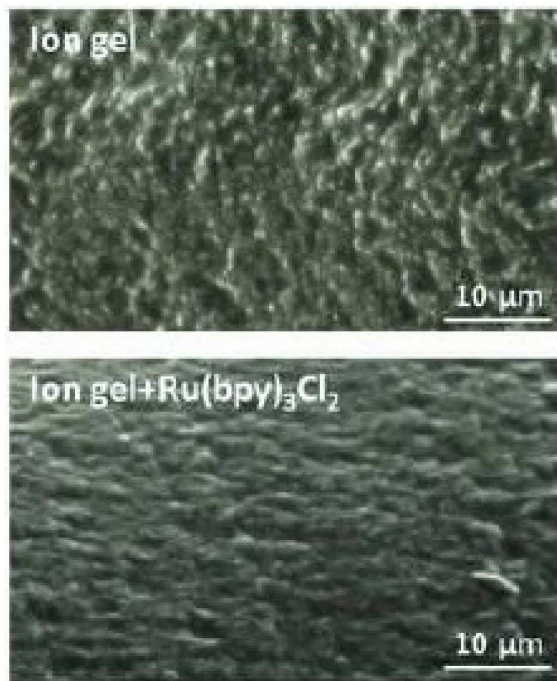
도면1



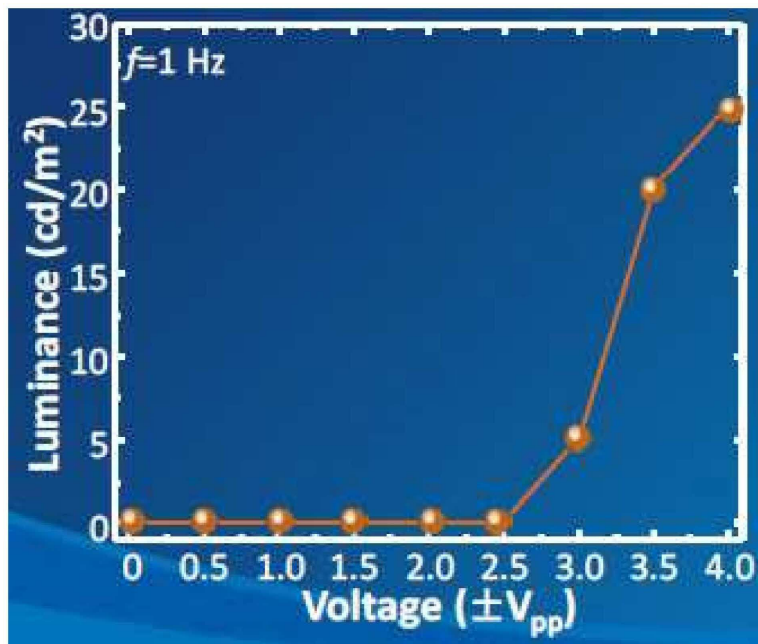
도면2



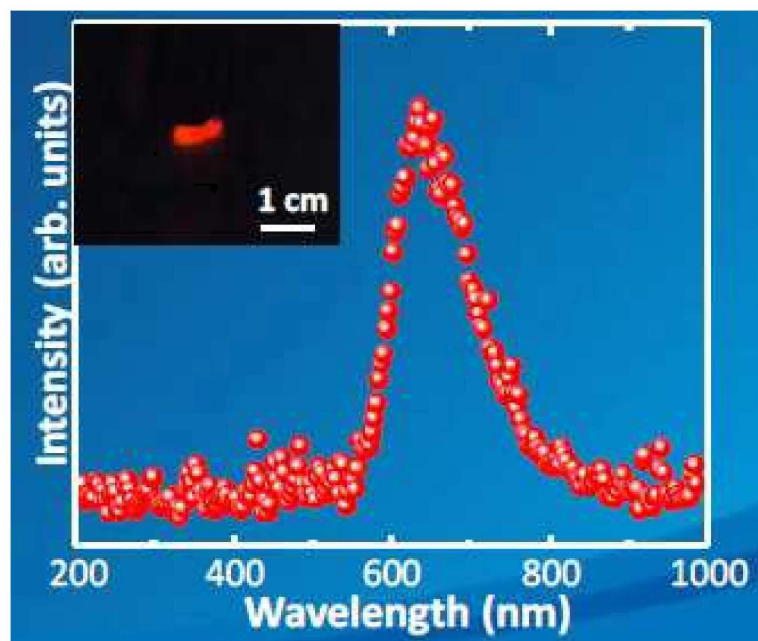
도면3



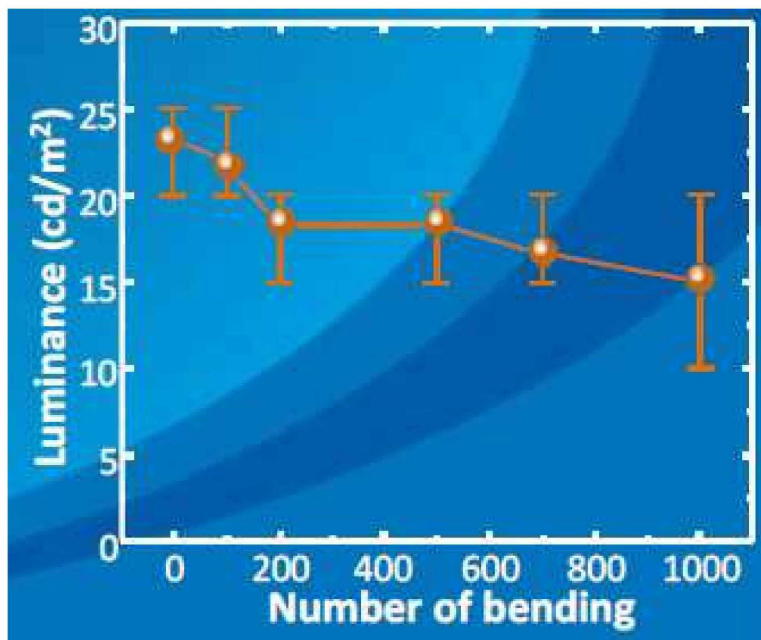
도면4



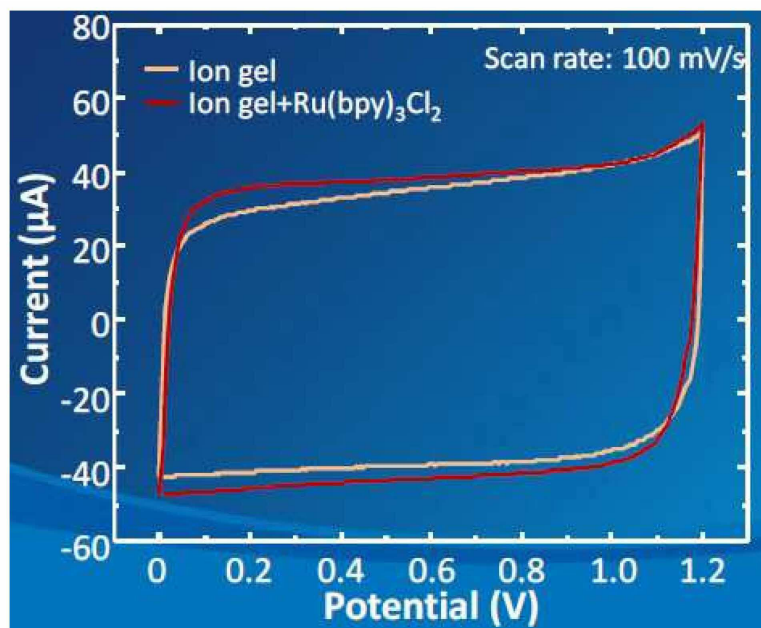
도면5



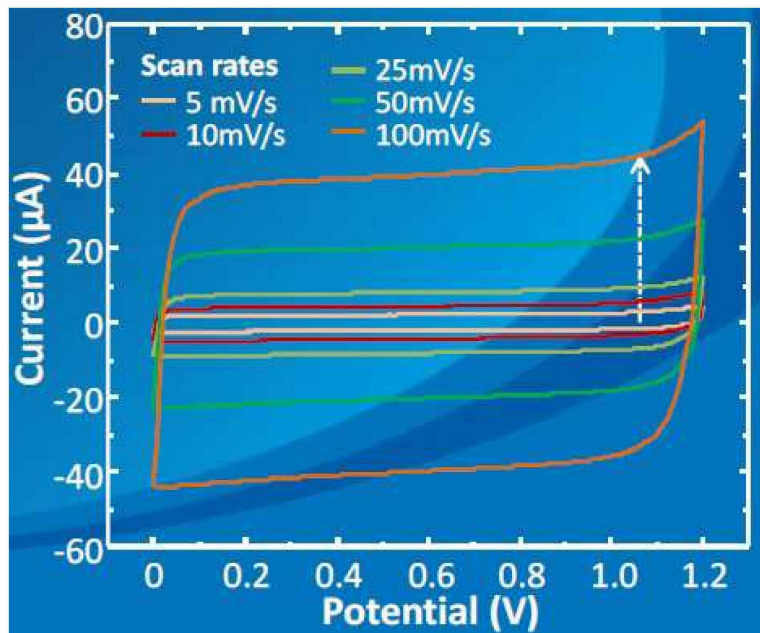
도면6



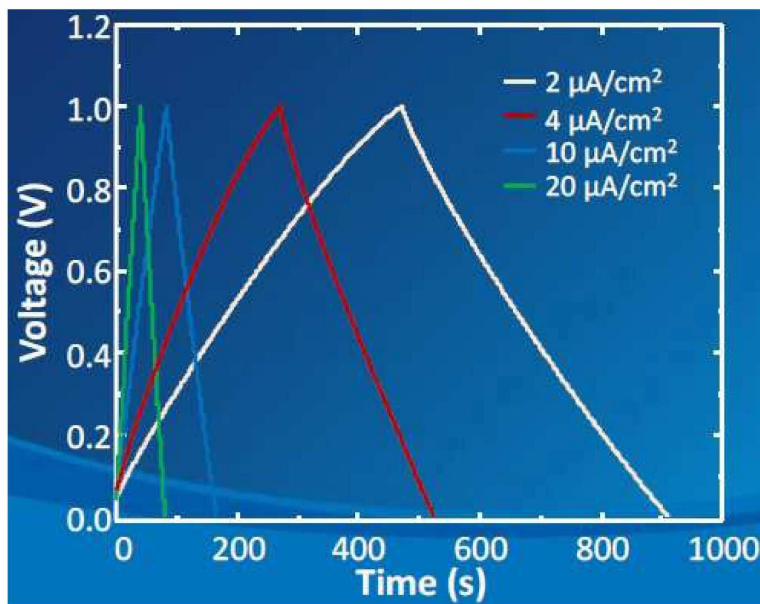
도면7



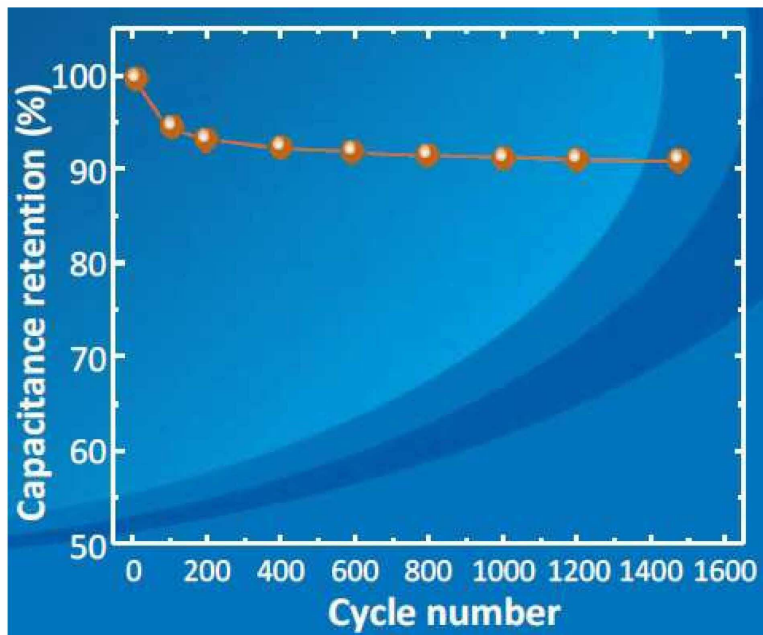
도면8



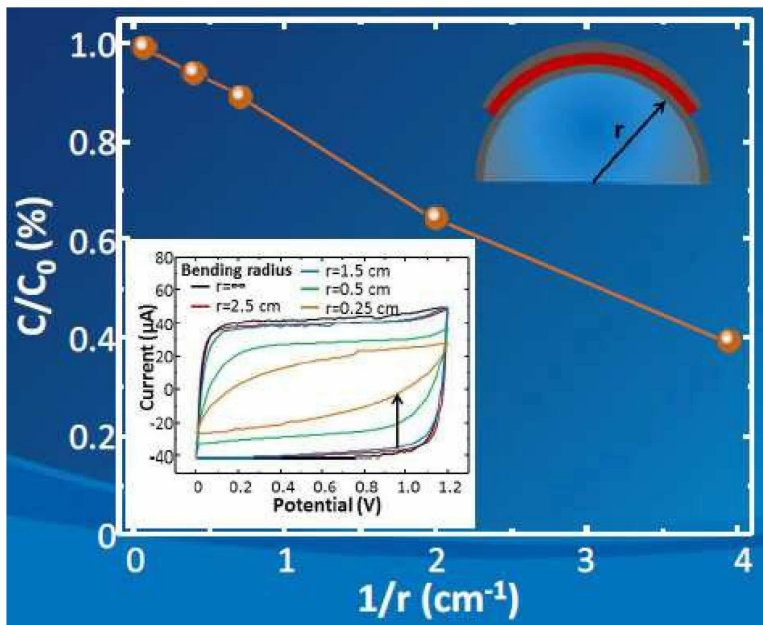
도면9



도면10



도면11



도면12

