



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0140269
(43) 공개일자 2022년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) H01B 1/12 (2006.01)
H01B 5/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 13/0026 (2013.01)
H01B 1/124 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0046559
(22) 출원일자 2021년04월09일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
오승주
서울특별시 중구 청구로 64, 113동 104호(신당동,
청구 e편한세상)
최영균
서울특별시 중구 청구로6길 8(신당동,
타워아파트)
(74) 대리인
김연권

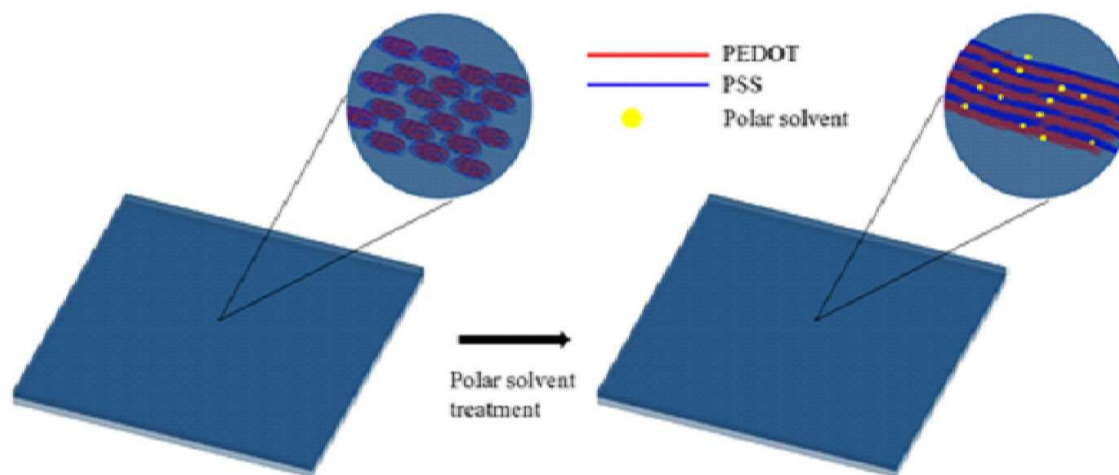
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간섭 전도성 고분자 박막

(57) 요약

본 발명은 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간섭 전도성 고분자 박막을 개시한다. 본 발명은 UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계; 전도성 고분자 수용액에 극성 용매를 첨가하여 전도성 고분자 혼합 용액을 제조하는 단계; 상기 전도성 고분자 혼합 용액을 상기 표면 처리된 기판 상에 코팅하는 단계; 및 상기 전도성 고분자 수용액이 코팅된 기판을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01B 5/14 (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018051002
과제번호	R18XA06-02
부처명	한국산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국전력공사 전력연구원
연구사업명	사외공모 기초연구사업
연구과제명	콜로이달 나노입자와 저온 용액공정 기술을 이용한 전기저항 기반 맥박혈압체온측정
용 저가형 웨어러블 온도 및 스트레인 센서 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.05.01 ~ 2021.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계;

전도성 고분자 수용액에 극성 용매를 첨가하여 전도성 고분자 혼합 용액을 제조하는 단계;

상기 전도성 고분자 혼합 용액을 상기 표면 처리된 기판 상에 코팅하는 단계; 및

상기 전도성 고분자 수용액이 코팅된 기판을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법.

청구항 2

UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계;

전도성 고분자 수용액을 상기 표면처리된 기판 상에 코팅하여 전도성 고분자 전구체 박막을 형성하는 단계;

상기 전도성 고분자 전구체 박막을 극성용매 처리하는 단계; 및

상기 극성용매 처리된 전도성 고분자 전구체 박막을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막을 포함하는 것을 특징으로 하는 온도 비간섭 전도성 고분자 박막.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법 및 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 본 발명은 다양한 처리를 통해 전도성 고분자 박막의 전기적, 열 전기적 물성을 조절할 수 있는 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법 및 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 폴리(3,4-에틸렌디옥시 티오펜):폴리스티렌 설펜네이트 (이하, PEDOT:PSS)는 높은 전기전도도, 가시광 영역 파장대의 우수한 투과도, 안정적인 기계적 특성, 용액 기반의 공정 가능 등의 다양한 장점을 갖고 있는 고분자 물질이며 전자소자, 광학소자 혹은 웨어러블 소자 등에 적용하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있는 물질이다.

[0004] PEDOT:PSS는 산화중합법으로 합성되어 소수성 PEDOT+ 사슬과 친수성 PSS- 사슬이 정전기적 인력으로 결합되어 있으며 친수성 PSS- 부분으로 인하여 수용액 분산이 가능하여 다양한 기판 위에 용액 공정 기반의 코팅법으로 손 쉽게 박막 형성이 가능하다.

[0005] PEDOT+ 사슬의 공액계에 의해 비편재화된 전자가 PEDOT 사슬 부근에 다수 분포하고 이로 인해 높은 전기전도도를 보이는 전도성 고분자로 각광받고 있다. 현재 PEDOT:PSS와 극성용매를 접촉시키면 PEDOT+과 PSS-의 상 분리가 일어나게 되어 전기전도 특성을 갖는 PEDOT 사슬끼리 잘 뭉치게 되고 전기전도도가 급격히 상승한다는 연구

결과가 보고되어 있다.

- [0006] 저항체는 기본적으로 온도변화에 따라 저항이 변화하는 물질이며 변화하는 정도는 저항 온도계수(Temperature Coefficient of Resistance, 이하 TCR)로 나타낼 수 있다. 이러한 TCR은 저항체의 전하수송 메커니즘과 밀접한 관련이 있다.
- [0007] 일반적으로 전도성 고분자 등의 불규칙적 미세구조를 갖는 전도 물질은 온도가 상승함에 따라 전기전도를 위한 활성화 에너지를 극복하기 위한 에너지를 공급받아서 온도가 높아질수록 저항이 낮아지는 경향성을 보이며 이는 호핑 메커니즘을 따르게 된다. 반면, 결정질 금속과 같은 전도물질은 규칙적인 결정구조를 갖고 있으며 온도가 상승함에 따라 격자 진동과 같은 전기전도를 방해하는 요인이 강해진다. 따라서 온도가 상승함에 따라 저항이 상승하는 경향성을 보이며 밴드수송 메커니즘을 따른다.
- [0008] PEDOT:PSS는 박막 형성 시 고분자의 특성인 불규칙적인 미세구조를 갖고 있으며 이는 호핑 메커니즘에 따라 온도가 상승하면 저항이 급격히 내려가는 경향성을 보인다.
- [0009] 현재 Multi-Functional 소자들에 대한 다양한 연구가 이루어 지고 있으며, 이러한 소자들에서 다양한 기능들에 대한 서로간의 비간섭 특성이 매우 중요한 요인이 된다.
- [0010] 예를 들면, 변형감지 센서 등의 소자의 경우 다양한 변형에 대한 신호를 감지하여야 하지만 온도에 대한 간섭이 존재한다면(온도에 대해 신호를 읽는 파라미터가 변하게 된다면) 변형에 대한 신호에 노이즈가 생기게 되어 정확한 데이터를 제공할 수 없게 된다.
- [0011] 이러한 온도 비간섭은 다양한 화학적 처리나 다른 성질을 갖는 물질의 적층구조, 기판 의존 등의 방법으로 달성 될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명의 실시예들은 화학적 처리를 통해 온도 변화에 따른 저항변화를 조절할 수 있는 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간섭 전도성 고분자 박막을 제공하고자 한다.
- [0014] 본 발명의 실시예들은 PEDOT:PSS에 극성용매 처리를 통하여 PEDOT:PSS 박막의 전기적 특성인 전기전도도를 조절 하는 동시에 열 전기적 특성인 TCR을 조절하여 다양한 전자 및 센서 소자로의 응용 가능한 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간섭 전도성 고분자 박막을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계; 전도성 고분자 수용액에 극성 용매를 첨가하여 전도성 고분자 혼합 용액을 제조하는 단계; 상기 전도성 고분자 혼합 용액을 상기 표면 처리된 기판 상에 코팅하는 단계; 및 상기 전도성 고분자 수용액이 코팅된 기판을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계;를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계; 전도성 고분자 수용액을 상기 표면처리된 기판 상에 코팅하여 전도성 고분자 전구체 박막을 형성하는 단계; 상기 전도성 고분자 전구체 박막을 극성용매 처리하는 단계; 및 상기 극성용매 처리된 전도성 고분자 전구체 박막을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예들에 따르면, 화학적 처리를 통해 온도 변화에 따른 저항변화를 조절할 수 있는 극성용매 처리

를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간접 전도성 고분자 박막을 제공할 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시예들에 따르면, PEDOT:PSS에 극성용매 처리를 통하여 PEDOT:PSS 박막의 전기적 특성인 전기전도도를 조절하는 동시에 열 전기적 특성인 TCR을 조절하여 다양한 전자 및 센서 소자로의 응용 가능한 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법, 이를 통하여 제조된 전도성 고분자 박막 및 온도 비간접 전도성 고분자 박막 을 제공할 수 있다.

[0021] 본 발명의 실시예들에 따르면, 열 전기적 특성이 조절된 전도성 고분자 박막은 온도 비간접 특성을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법을 도시한 개략도이다.

도 2는 극성 용매의 첨가비에 따른 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 저항 변화를 도시한 그래프이다.

도 3은 극성 용매의 첨가비에 따른 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 TCR 변화를 도시한 그래프이다.

도 4는 다양한 극성 용매에 dipping 한 후의 본 발명의 다른 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 TCR 변화를 도시한 그래프이다.

도 5는 전도성 고분자 수용액 내에 극성 용매를 첨가하지 않고 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선(I-V 곡선)을 도시한 그래프이다.

도 6은 전도성 고분자 수용액 내에 1.4%의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선을 도시한 그래프이다.

도 7은 전도성 고분자 수용액 내에 10 %의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선을 도시한 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 30℃ 및 50℃의 온도 변화 사이클 테스트 결과를 도시한 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막에 온도변화를 가했을 때, 시간에 따른 저항변화율을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0026] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0027] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or'이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0028] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한

다.

- [0029] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0030] 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0031] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0032] 한편, 본 발명의 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 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.
- [0034] 현재 PEDOT:PSS는 다양한 연구분야에 적용되고 있으며 온도에 따른 저항변화가 발생할 수 있는 저항체이다. 따라서, 소자 작동 환경의 온도가 변화하면 소자 자체의 특성에 변화가 생길 수 있으며 이를 대처하기 위해 재료 수준에서의 화학적 처리를 통해 이러한 온도변화에 따른 저항변화를 조절하여야 한다.
- [0035] 또한, 지금까지의 보고된 연구는 다양한 극성용매 처리를 통하여 PEDOT:PSS의 전기적 특성을 조절하였지만, 열 전기적 특성인 TCR에 관한 연구가 미진한 상황이고, TCR은 저항체의 온도에 따른 저항변화를 의미하는 물성이기에, 이를 조절할 수 있다면 저항체의 온도 민감도를 조절할 수 있다.
- [0036] 예를 들어, 신체에 부착하여 기능하여야 하는 웨어러블 센서로의 응용의 경우 25℃에서 작동하는 온도와 36.5℃의 신체에 부착되어 기능할 때의 저항이 다르게 된다. PEDOT:PSS는 강한 음의 TCR을 갖는 물질로서 상온대비 10℃의 온도변화가 가해진다면 저항이 크게 바뀌는 특성을 가지고 있다. 이러한 저항변화를 통해 신호를 감지하는 저항형 센서의 경우 온도변화에 의해 불확실한 신호감지가 이루어지거나 신호 노이즈 등의 요소가 크게 작용하여 정밀한 센서로서 기능하기 힘들다.
- [0037] 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 전도성 고분자 박막(예; PEDOT:PSS)에 극성용매 처리를 통하여 전도성 고분자 박막의 전기적 특성인 전기전도도를 조절하는 것과 동시에 열 전기적 특성인 TCR을 조절하여 다양한 전자 및 센서 소자로의 응용이 가능하다.
- [0038] 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 전도성 고분자 수용액 상에 극성용매를 첨가하는 용액 상 첨가법(일 실시예) 및 전도성 고분자 박막을 형성한 후 전도성 고분자 박막이 형성된 기판을 극성 용매에 딥핑(Dipping)하는 후처리 방법(다른 실시예)을 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 첨가법 및 후처리 방법은 극성용매가 첨가되는 순서만 상이할 뿐 동일한 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0040] 보다 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계, 전도성 고분자 수용액에 극성 용매를 첨가하여 전도성 고분자 혼합 용액을 제조하는 단계, 전도성 고분자 혼합 용액을 표면 처리된 기판 상에 코팅하는 단계 및 전도성 고분자 수용액이 코팅된 기판을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계를 포함한다.
- [0041] UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계는 기판을 세척한 후 UV-오존 처리를 통하여 기판 표면에 OH- 작용기를 형성할 수 있다.
- [0042] 보다 구체적으로, 충분한 산소환경 하에 UV-오존 처리를 하게 되면 기판 표면에 하이드록실(OH⁻) 그룹이 생성

되어 수용액 상에 분산되어 있는 전도성 고분자(예; PEDOT:PSS의) 박막의 흡착(adhesion)이 향상될 수 있다.

- [0043] 기판은 유리(glass) 기판, PET(polyethylene terephthalate), PP(polypropylene), PI(polyamide), TAC(tri acetyl cellulose), PES(polyethersulfone) 등을 포함하는 플라스틱 중 어느 하나를 포함하는 플라스틱 기판 등을 이용할 수 있다. 실시예에서는 유리 기판을 사용할 수 있다.
- [0044] 전도성 고분자 수용액에 극성 용매를 첨가하여 전도성 고분자 혼합 용액을 제조하는 단계는 전도성 고분자 수용액(예; PEDOT:PSS 수용액)에 극성용매를 원하는 비율(0~10.0 vol%)로 첨가하고, 20분간 교반할 수 있다.
- [0045] 전도성 고분자 수용액상 특정 비율의 극성용매를 첨가함에 따라, 전도성 고분자 박막의 저항이 온도변화에 독립적인 전도성 고분자 박막을 제조할 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 여러 종류의 극성용매가 전도성 고분자 수용액에 첨가될 수 있고 특정한 첨가 비율에서 온도변화에 따라 전도성 고분자 박막이 저항변화가 거의 없는 특성을 가질 수 있다.
- [0047] PEDOT:PSS 수용액은 다양한 종류가 이용될 수 있으며 실시예에서는 Heraeus Clevios 사의 PH1000 모델이 사용될 수 있다.
- [0048] 극성용매는 DMSO(Dimethyl sulfoxide), EG(Ethylene glycol), DMF(N,N-Dimethylformamide), 메탄올(Methanol), 에탄올(Ethanol), 이소프로판올(Iso-propanol) 등이 사용될 수 있다.
- [0049] 전도성 고분자 혼합 용액을 표면처리된 기판 상에 코팅하는 단계는 스핀코팅, 스프레이코팅, 잉크젯 프린팅(Inkjet printing) 등 다양한 코팅법이 이용될 수 있다.
- [0050] 전도성 고분자 수용액이 코팅된 기판을 어닐링 하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계는 전도성 고분자 박막이 형성된 기판을 120℃에서 20분간 어닐링할 수 있다.
- [0051] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 전도성 고분자 수용액에 극성용매를 첨가함으로써, 전도성 고분자 박막 형성 시, 열전기적 물성인 TCR 특성의 변화가 일어날 수 있다.
- [0052] 본 발명의 다른 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계, 전도성 고분자 수용액을 표면처리된 기판 상에 코팅하여 전도성 고분자 전구체 박막을 형성하는 단계, 전도성 고분자 전구체 박막을 극성용매 처리하는 단계; 및 극성용매 처리된 전도성 고분자 전구체 박막을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계를 포함한다.
- [0053] UV-오존 처리를 진행하여 기판을 표면처리하는 단계는 기판을 세척한 후 UV-오존 처리를 통하여 기판 표면에 OH- 작용기를 형성할 수 있다.
- [0054] 전도성 고분자 수용액을 기판 상에 코팅하여 전도성 고분자 전구체 박막을 형성하는 단계는 스핀코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅(Inkjet printing) 등 다양한 코팅법이 이용될 수 있다.
- [0055] 전도성 고분자 전구체 박막을 극성용매 처리하는 단계는 전도성 고분자 전구체 박막이 형성된 기판을 극성 용매에 수 초간 담궈 극성 용매 처리를 진행할 수 있다.
- [0056] 극성용매 처리된 전도성 고분자 전구체 박막을 어닐링하여 전도성 고분자 박막을 제조하는 단계는 전도성 고분자 전구체 박막이 형성된 기판을 극성 용매에서 꺼내어 120℃에서 20분간 어닐링할 수 있다.
- [0057] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 전도성 고분자 전구체 박막을 형성한 후, 극성용매를 이용하여 후처리를 진행함으로써, 전도성 고분자 박막의 TCR 변화가 일어날 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 모두 상온, 상압하에 진행될 수 있다.
- [0059] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법을 따라 제조된 전도성 고분자 박막은 전기전도도 및 TCR이 조절될 수 있다.
- [0060] 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법을 따라 제조된 전도성 고분자 박막은 전도성 고분자가 활용될 수 있는 모든 전자소자에 이용이 가능하고, 전자

소자에는 웨어러블 센서, LED, 태양전지, 트랜지스터 등이 속할 수 있다.

- [0062] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법을 도시한 개략도이다.
- [0063] 현재 PEDOT:PSS 물질은 다양한 장점에 의하여 전자소자, 광학소자, 웨어러블 소자 혹은 온도, 습도센서의 요소로 활용이 되고 있으나, 기존 PEDOT:PSS의 강한 음의 TCR은 박막 주변의 온도가 상승함에 따라서 저항이 가파르게 낮아지게 된다.
- [0064] 이에, 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 전도성 고분자 박막(예; PEDOT:PSS 박막)의 TCR 조절을 상온 상압 조건에서 용액공정으로 진행하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 PEDOT:PSS수용액 상에 극성용매를 첨가함으로써 PEDOT:PSS 용액의 미세구조상의 변화로 인해 박막의 TCR이 조절될 수 있다.
- [0065] 기존의 PEDOT:PSS 박막은 TCR 값이 3×10^{-2} /K로서 강한 음의 TCR을 나타내나, 본 발명의 일 실시예에 따른 전도성 고분자 박막은 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법에서 1.4 vol%의 극성용매를 첨가하면 TCR 값이 8×10^{-5} /K로서 30℃와 50℃ 사이에서 온도에 따라 저항이 거의 변하지 않는다.
- [0066] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법에서, 10 vol%의 극성용매를 첨가하면 TCR 값이 2×10^{-3} /K로서 양의 TCR로의 변화가 일어날 수 있다.
- [0067] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법은 상온 및 상압에서 용액 공정의 간단한 화학적 처리를 통하여 전도성 고분자 박막인 PEDOT:PSS 박막의 전기전도도 및 TCR을 조절할 수 있다.
- [0068] 이로써 PEDOT:PSS 박막의 전기전도도 증가와 함께 저항을 온도에 따라 자유롭게 증감시킬 수 있으며 온도에 따라 변하지 않는 온도 비간섭 특성을 부여하는 것이 가능하다.
- [0069] 이는 PEDOT:PSS 소재의 치명적인 단점이었던 온도 변화에 따른 저항 변화 문제를 해결하여 PEDOT:PSS 소재의 장점을 크게 부각할 수 있다.
- [0070] 따라서, 기존의 ITO 전극을 대체하는 차세대 투명전극 및 온도센서, 스트레인센서, 습도센서 등의 다양한 센서 소자 응용이 가능하고 광전소자에서의 정공수송층 등에도 사용되는 등 매우 광범위한 응용이 가능한 PEDOT:PSS 소재의 한계점을 극복하여 다양한 전자소자 분야에 PEDOT:PSS 소재를 적극적으로 이용할 수 있다.
- [0071] 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법을 통하여 제조된 PEDOT:PSS 소재가 적용 가능한 투명전극, 센서 소자, 광전소자 등 분야에서 전극, 전하이동층, 센서 층 등으로 이용될 수 있고, 해당 소자의 사업화에 있어 큰 기여를 할 것으로 기대된다.
- [0072] 또한, 간단한 TCR 조절 메커니즘으로 인해 공정 및 회로의 최소화가 가능하며 기존에 필수적으로 사용해야만 했던 캘리브레이션 공정 및 보정 장치에 대한 축소가 가능하다.
- [0073] 즉, PEDOT:PSS 박막 제조 공정 자체에 대한 비용 감소 및 공정 난이도 감소가 가능하며 보정을 위한 공정의 제거와 불필요한 외부 보정장치에 대한 공정 제거가 이루어져 저비용화, 저전력화 공정 구현이 가능하다. 기존 대비 획기적으로 줄어든 공정과 비용은 제작 단계에서 소모되는 에너지를 크게 절약하여 전력사업에 큰 도움을 줄 수 있다.
- [0075] 도 2는 극성 용매의 첨가비에 따른 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 저항 변화를 도시한 그래프이다.
- [0076] 도 2를 참조하면, 전도성 고분자 수용액상 첨가법에서 극성용매 첨가 비율을 조절함으로써 광범위한 저항범위를 조절할 수 있는 것을 알 수 있다.

- [0078] 도 3은 극성 용매의 첨가비에 따른 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 TCR 변화를 도시한 그래프이다.
- [0079] 도 3을 참조하면, 기존의 강한 음의 TCR을 보이던 PEDOT:PSS 박막이 극성용매를 첨가함에 따라 양의 TCR로 이동함으로써 박막의 열 전기적 특성이 바뀌는 것을 알 수 있다.
- [0081] 도 4는 다양한 극성 용매에 딥핑한 후의 본 발명의 다른 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 TCR 변화를 도시한 그래프이다.
- [0082] 도 4를 참조하면, 후처리 방법에서 서로 다른 극성용매에 30초간 담근 후 전도성 고분자 박막의 TCR을 분석하였을 때, 모두 양의 TCR로의 변화가 일어난 것을 알 수 있으며, 서로 다른 극성용매를 이용하여도 비슷한 결과를 도출할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0084] 도 5는 전도성 고분자 수용액 내에 극성 용매를 첨가하지 않고 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선(I-V 곡선)을 도시한 그래프이다.
- [0085] 도 5를 참조하면, 전도성 고분자 수용액 내에 극성 용매를 첨가하지 않고 제조된 전도성 고분자 박막은 전류값이 낮고 온도변화를 가하였을 때, 전류값이 증가하는 것을 보여주며 이는 음의 TCR의 특징을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0087] 도 6은 전도성 고분자 수용액 내에 1.4%의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선을 도시한 그래프이다.
- [0088] 도 6을 참조하면, 전도성 고분자 수용액 내에 1.4%의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막은 온도에 따른 전기적 특성 변화가 거의 없는 저항체를 형성하였음을 알 수 있다.
- [0090] 도 7은 전도성 고분자 수용액 내에 10 %의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막의 전류-전압 곡선을 도시한 그래프이다.
- [0091] 도 7을 참조하면, 전도성 고분자 수용액 내에 10 %의 부피비로 극성 용매를 첨가하여 제조된 전도성 고분자 박막은 전류값이 도 5에 비해 1000배가량 높아졌으며 온도변화를 가하였을 때, 전류값이 감소하는 모습을 보여주고 이는 양의 TCR의 특징을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0092] 따라서, 도 5 내지 도 7을 참조하면, 극성용매 첨가 비율을 조절함에 따라 PEDOT:PSS 박막의 전기적 특성과 열 전기적 특성을 조절되는 것을 알 수 있다.
- [0094] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막의 저항 온도계수 물성 조절 방법으로 제조된 전도성 고분자 박막의 30℃ 및 50℃의 온도 변화 사이클 테스트 결과를 도시한 그래프이다.
- [0095] 도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 전도성 고분자 박막에 의해 제조된 시편을 30℃와 50℃의 반복적인 온도변화 하에서 Keithley 4200 등의 저항 측정 장비를 이용하여 저항을 측정하고 TCR을 도출하였다.
- [0096] 도 8을 참조하면, 극성용매를 10% 첨가한 경우 50℃의 온도에서 양의 TCR을 따라 저항이 증가하는 모습을 나타내고, 극성용매를 약 1.4% 첨가한 경우 여러번의 온도변화에도 저항변화가 거의 없는 모습을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0097] 또한, 극성용매를 약 1.0% 첨가한 경우 음의 TCR에 따라 저항이 감소하는 모습을 보였고, 극성용매를 첨가하지 않은 경우 강한 음의 TCR로 인하여 저항이 굉장히 많이 감소하는 모습을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0098] 따라서, 각 시편은 여러 번의 온도변화에도 특성을 잘 유지하였으며 안정성이 우수한 것을 알 수 있다.

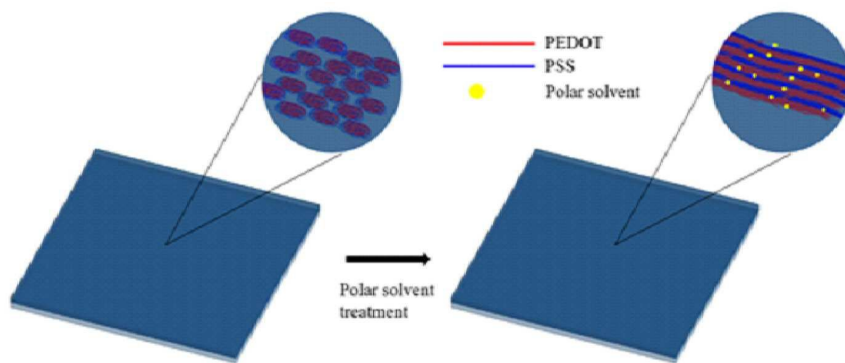
[0100] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 극성용매 처리를 통한 전도성 고분자 박막에 온도변화를 가했을 때, 시간에 따른 저항변화율을 도시한 그래프이다.

[0101] 도 9를 참조하면, 극성용매(DMSO)를 약 1.4% 첨가한 경우, 전도성 고분자 수용액 내에 극성 용매를 첨가하지 않고 제조된 전도성 고분자 박막(Pristine)과 달리 NZTCR(near-zero TCR) 특성을 나타내어, 온도에 따라 불변하는 저항 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

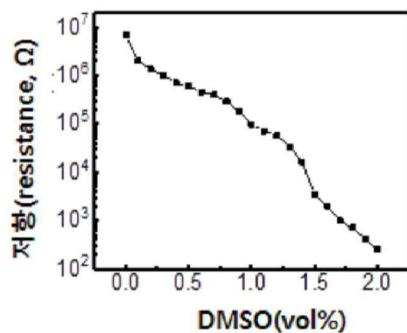
[0103] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

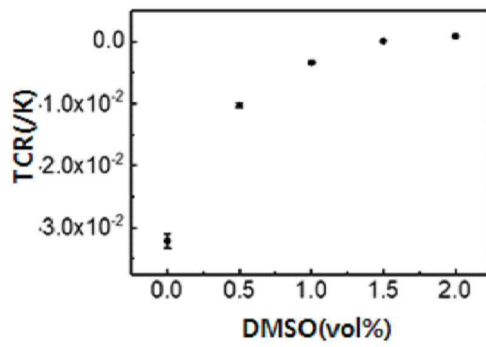
도면1



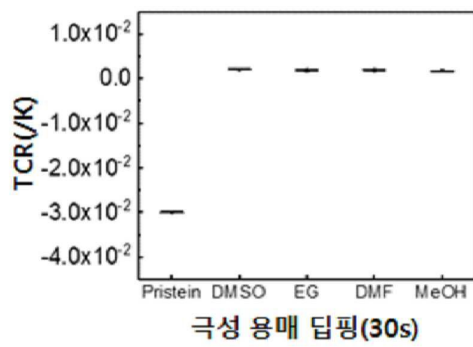
도면2



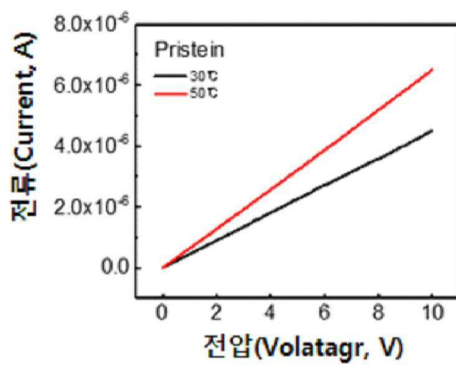
도면3



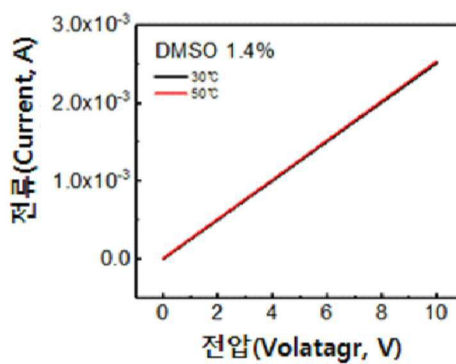
도면4



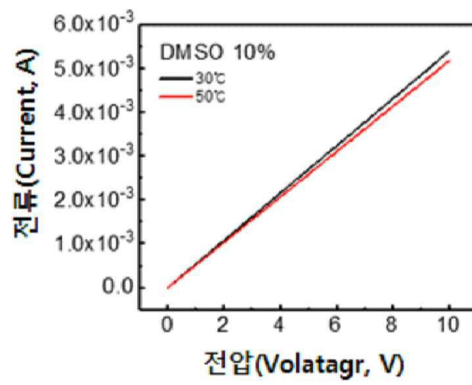
도면5



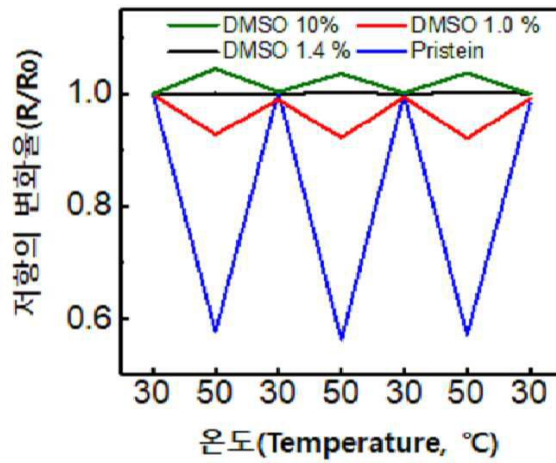
도면6



도면7



도면8



도면9

