(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0032478
(43) 공개일자 2020년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) *G03F 7/00* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01B 5/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 13/0016 (2013.01)
G03F 7/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0111554
(22) 출원일자 2018년09월18일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
오승주
서울특별시 강남구 언주로 420(역삼동, 역삼자이아파트) 103동 701호
강민수
서울특별시 동작구 현충로 151(흑석동, 한강현대아파트) 105동 1101호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주

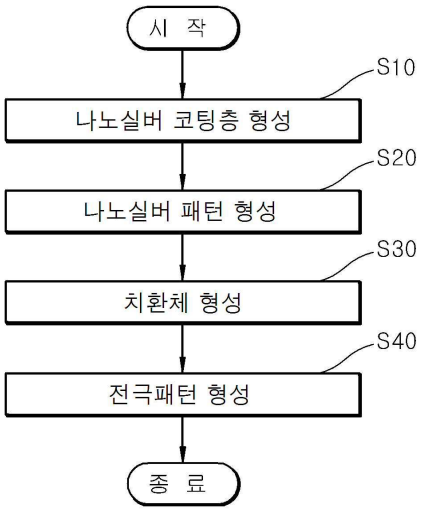
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **유연 투명전극 제조방법 및 이에 의해 제조된 유연 투명전극**

(57) 요 약

본 발명은 유연 투명전극 제조방법 및 이에 의해 제조된 유연 투명전극에 관한 것이다. 상기 유연 투명전극 제조방법은 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하는 단계; 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매로 리프트오프(lift-off) 하여, 나노실버 패턴을 형성하는 단계; 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 리간드 치환하여 치환체를 형성하는 단계; 및 상기 치환체를 환원하여 전극패턴을 형성하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G03F 7/20 (2013.01)
H01B 13/0026 (2013.01)
H01B 5/14 (2013.01)
(72) 발명자
엄태형
세종특별자치시 한솔동 노을3로 14, 첫마을아파트 109-701
김한은
서울특별시 성북구 개운사1길 14(안암동5가) 203호
성민기
서울특별시 동대문구 약령시로3길 38(제기동) 301호
이승욱
서울특별시 동대문구 무학로49길 58(용두동) 502호
조형목
서울특별시 영등포구 여의나루로 126(여의도동, 목화아파트) 1동 312호

명 세 서

청구범위

청구항 1

포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하는 단계;

상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매로 리프트오프(lift-off) 하여, 나노실버 패턴을 형성하는 단계;

상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 리간드 치환하여 치환체를 형성하는 단계; 및

상기 치환체를 환원하여 전극패턴을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 포토레지스트 패턴은,

상기 폴리머 기판 표면에 포토레지스트층을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트층의 표면을 마스킹(masking) 후 노광 및 현상하여, 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 폴리머 기판은 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 사이클로올레핀 공중합체, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리에테르설폰 및 폴리에틸렌 나프탈레이트 중 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전극패턴은 두께가 0.5~100㎛이며, 선 폭이 0.1~50㎛인 메쉬(mesh) 형태인 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 나노실버 코팅제는,

질산은($AgNO_3$), 올레산(Oleic acid) 및 올레일아민(oleylamine)을 포함하는 혼합용액을 가열하는 단계;

상기 혼합용액으로부터 나노실버 입자를 수득하는 단계; 및

상기 나노실버 입자를 분산용매에 분산시키는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 용매는 아세톤을 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 할로겐 착물은 테트라 부틸암모늄 브로마이드(Tetra n-butylammonium bromide) 및 염화암모늄(NH_4Cl) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 환원은 상기 전극패턴을 하이드라진(hydrazine) 용액에 투입하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 전극패턴을 열처리하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 열처리는,

상기 폴리머 기판의 전극패턴 표면에 폴리머 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 폴리머 기판을 150~200℃에서 가열하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극 제조방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항중 어느 한 항의 유연 투명전극 제조방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 유연 투명전극.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 유연 투명전극은 면저항 20Ω/sq 이하이며, 투과도 90% 이상인 것을 특징으로 하는 유연 투명전극.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유연 투명전극 제조방법 및 이에 의해 제조된 유연 투명전극에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 디스플레이 및 전지 산업과 같은 광학 기기의 발달에 따라 투명한 전극 소재에 대한 사용량이 증가하고 있다. 또한 최근에는, 플렉시블 트랜지스터, 플렉시블 태양전지, 플렉시블 디스플레이 및 터치패드 등 플렉시블 기기와 관련한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 상기 플렉시블 기기에 사용되는 전극은 유연성이 우수하면서, 높은 전도성 및 투과도가 요구된다.

[0004] 한편, 종래 투명전극으로 사용되는 ITO(Indium Tin Oxide) 전극의 경우 유연성이 낮으며, 고온 및 고압 조건의 공정을 요하기 때문에, 플렉시블 전자 소자를 제작하기에 많은 단점이 존재하였다. 이를 보완하기 위해 다양한 유연 투명전극 물질들이 개발되어 왔지만, 우수한 유연성, 전도성 및 투과도를 동시에 만족하는 물질을 찾아내

는데 어려움이 있었다. 따라서, 종래의 투명전극의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있다.

[0005] 본 발명과 관련한 배경기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1878732호(2018.07.16 공고, 발명의 명칭: 그래핀 기재 및 이를 채용한 투명전극과 트랜지스터)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 유연성이 우수하면서, 전기전도성 및 투명성이 우수한 유연 투명전극 제조방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 생산성 및 경제성이 우수한 유연 투명전극 제조방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 기계적 강도가 우수한 유연 투명전극 제조방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 유연 투명전극 제조방법에 의해 제조된 유연 투명전극을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 하나의 관점은 유연 투명전극 제조방법에 관한 것이다. 상기 유연 투명전극 제조방법은 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하는 단계; 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매로 리프트오프(lift-off) 하여, 나노실버 패턴을 형성하는 단계; 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 리간드 치환하여 치환체를 형성하는 단계; 및 상기 치환체를 환원하여 전극패턴을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0013] 한 구체예에서 상기 포토레지스트 패턴은, 상기 폴리머 기판 표면에 포토레지스트층을 형성하는 단계; 및 상기 포토레지스트층의 표면을 마스킹(masking) 후 노광 및 현상하여, 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성될 수 있다.

[0014] 한 구체예에서 상기 폴리머 기판은 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 사이클로올레핀 공중합체, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리에테르설폰 및 폴리에틸렌 나프탈레이트 중 하나 이상 포함할 수 있다.

[0015] 한 구체예에서 상기 전극패턴은 두께가 0.5~100㎛이며, 선 폭이 0.1~50㎛인 메쉬(mesh) 형태일 수 있다.

[0016] 한 구체예에서 상기 나노실버 코팅제는, 질산은($AgNO_3$), 올레산(Oleic acid) 및 올레일아민(oleylamine)을 포함하는 혼합용액을 가열하는 단계; 상기 혼합용액으로부터 나노실버 입자를 수득하는 단계; 및 상기 나노실버 입자를 분산용매에 분산시키는 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.

[0017] 한 구체예에서 상기 용매는 아세톤을 포함할 수 있다.

[0018] 한 구체예에서 상기 할로겐 착물은 테트라 부틸암모늄 브로마이드(Tetra n-butylammonium bromide) 및 염화암모늄(NH_4Cl) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0019] 한 구체예에서 상기 환원은 상기 전극패턴을 하이드라진(hydrazine) 용액에 투입하여 이루어질 수 있다.

[0020] 한 구체예에서 상기 전극패턴을 열처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0021] 한 구체예에서 상기 열처리는, 상기 폴리머 기판의 전극패턴 표면에 폴리머 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 폴리머 기판을 150~200℃에서 가열하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 관점은 상기 유연 투명전극 제조방법에 의해 제조된 유연 투명전극에 관한 것이다. 한 구체예에서 상기 유연 투명전극은 면저항 20Ω/sq 이하이며, 투과도 90% 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따라 제조된 유연 투명전극은 유연성이 우수하면서, 전기전도성 및 투명성이 우수하며, 생산성 및 경

제성이 우수하며, 기계적 강도가 우수할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 유연 투명전극 제조방법을 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 한 구체예에 따른 유연 투명전극 제조방법을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 3(a)는 본 발명에 따른 실시예 및 본 발명에 대한 비교예 전극의 X선 회절(XRD) 그래프를 나타낸 것이고, 도 3(b)는 본 발명에 따른 실시예 및 본 발명에 대한 비교예 전극의 EDX 그래프이며, 도 3(c)는 푸리에-변환 적외선 분광기를 이용하여 측정한 본 발명에 따른 실시예 및 본 발명에 대한 비교예 전극의 흡광도 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 4(a)는 본 발명에 따른 실시예 및 본 발명에 대한 비교예 전극의 전기 전도도를 나타낸 그래프이며, 도 4(b)는 본 발명에 따른 실시예 전극의 가시광 영역에서의 투과도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0028] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 발명을 설명하는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0030] **유연 투명전극 제조방법**

[0031] 본 발명의 하나의 관점은 유연 투명전극 제조방법에 관한 것이다. 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 유연 투명전극 제조방법을 나타낸 것이다. 상기 도 1을 참조하면, 상기 유연 투명전극 제조방법은 (S10) 나노실버 코팅층 형성단계; (S20) 나노실버 패턴 형성단계; (S30) 치환체 형성단계; 및 (S40) 전극패턴 형성단계;를 포함한다.

[0032] 좀 더 구체적으로 상기 유연 투명전극 제조방법은 (S10) 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하는 단계; (S20) 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매로 리프트오프(lift-off) 하여, 나노실버 패턴을 형성하는 단계; (S30) 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 리간드 치환하여 치환체를 형성하는 단계; 및 (S40) 상기 치환체를 환원하여 전극패턴을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0033] 이하, 본 발명에 따른 유연 투명전극 제조방법을 단계별로 상세히 설명하도록 한다.

[0035] **(S10) 나노실버 코팅층 형성단계**

[0036] 상기 단계는 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하는 단계이다.

[0037] 본 발명에서 상기 폴리머 기판은 투명성 및 유연성이 우수한 소재를 포함할 수 있다. 예를 들면 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 사이클로올레핀 공중합체, 폴리카보네이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리에테르설폰 및 폴리에틸렌 나프탈레이트 중 하나 이상 포함할 수 있다. 상기 종류의 폴리머 기판을 적용시 박형 및 경량화가 가능하고, 투명성 및 유연성이 우수할 수 있다.

[0038] 본 발명의 한 구체예에서 상기 포토레지스트 패턴은, 상기 폴리머 기판 표면에 포토레지스트층을 형성하는 단계; 및 상기 포토레지스트층의 표면을 마스킹(masking) 후 노광하여, 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성될 수 있다.

[0039] 예를 들면, 상기 폴리머 기판 표면에 포토레지스트(감광액)을 도포 및 경화하여 포토레지스트층을 형성하고, 원하는 패턴에 대응하도록 마스크를 위치시켜 마스킹한 다음, 노광 및 현상액을 이용하여 현상하여 포토레지스트

패턴을 형성할 수 있다.

[0040] 한 구체예에서 상기 나노실버 코팅제는, 질산은($AgNO_3$), 올레산(Oleic acid) 및 올레일아민(oleylamine)을 포함하는 혼합용액을 가열하는 단계; 상기 혼합용액으로부터 나노실버 입자를 수득하는 단계; 및 상기 나노실버 입자를 분산용매에 분산시키는 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.

[0041] 예를 들면, 질산은($AgNO_3$), 올레산(Oleic acid) 및 올레일아민(oleylamine)을 포함하는 혼합용액을 60~80℃ 에서 1시간 동안 디가싱(degassing) 한 다음, 질소 분위기에서 1℃/min의 승온 속도로 160~180℃까지 승온하면서 반응시키고, 상기 160~180℃까지 승온하여 반응을 완료시킨 다음, 상온까지 냉각하여 상기 나노실버 입자를 수득할 수 있다.

[0042] 한 구체예에서 상기 수득된 나노실버 입자를 톨루엔(toluene)에 투입하고, 에탄올(ethanol)로 침전(precipitate)시킨 다음, 원심분리(entrifuging)을 통하여 나노실버 입자 만을 석출하는 과정을 3회 반복하고, 세척한 다음 상기 나노실버 입자를 옥탄(octane)에 200mg/ml로 분산시켜 나노실버 코팅제를 제조할 수 있다. 구체예에서 상기 나노실버의 입경은 0.5~300nm 일 수 있다.

[0043] 한 구체예에서 상기 나노실버 코팅층은 통상의 방법으로 형성할 수 있다. 예를 들면, 스핀코팅방법으로 형성시킬 수 있다.

[0045] **(S20) 나노실버 패턴 형성단계**

[0046] 상기 단계는 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매로 리프트오프(lift-off) 하여, 나노실버 패턴을 형성하는 단계이다. 상기 용매는 아세톤(acetone)을 포함할 수 있다. 상기 아세톤을 적용시, 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용이하게 제거하여, 나노실버 패턴을 형성시킬 수 있다.

[0048] **(S30) 치환체 형성단계**

[0049] 상기 단계는 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 리간드 치환하여 치환체를 형성하는 단계이다.

[0050] 한 구체예에서 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 접촉하여, 상기 나노실버 패턴에 포함되는 올레산 체인이 상기 할로겐 착물에 포함된 할로겐으로 치환될 수 있다. 한 구체예에서 상기 리간드 치환은 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물을 30초~5분 동안 접촉하여 이루어질 수 있다. 상기 범위에서 치환체 형성이 용이하며, 전기전도도가 우수할 수 있다.

[0051] 상기 나노실버 패턴의 나노실버 입자는 올레산 체인으로 둘러싸여 있어 전기 절연특성을 가지나, 상기 리간드 치환시 상기 나노실버의 입자간 간격이 감소되어 전자의 이동이 용이하게 되며, 따라서 전기 전도도가 증가할 수 있다.

[0052] 한 구체예에서 상기 할로겐 착물은 테트라 부틸암모늄 브로마이드(tetra n-butylammonium bromide) 및 염화암모늄(NH_4Cl) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 할로겐 착물을 사용시, 할로겐 치환 효율성이 우수할 수 있다.

[0054] **(S40) 전극패턴 형성단계**

[0055] 상기 단계는 상기 치환체를 환원하여 전극패턴을 형성하는 단계이다. 구체예에서 환원은 상기 전극패턴을 하이드라진(hydrazine) 용액에 투입하여 이루어질 수 있다. 상기 조건으로 환원시, 상기 리간드 치환 과정에서 치환체에 형성된 반도체 물질 등을 용이하게 제거할 수 있어, 전기 전도도가 향상될 수 있다.

[0056] 한 구체예에서 상기 전극패턴은 두께가 0.5~100㎛이며, 선 폭이 0.1~50㎛인 메쉬(mesh) 형태일 수 있다. 상기 조건에서 전기 전도도와 기계적 물성이 우수할 수 있다.

[0058] **(S50) 열처리 단계**

[0059] 본 발명의 한 구체예에서 유연 투명전극 제조방법은, 상기 형성된 전극패턴을 열처리하는 단계;를 더 포함할 수

있다. 상기 열처리시, 전기 전도도가 더욱 향상될 수 있다.

[0060] 예를 들면 상기 열처리는, 상기 폴리머 기판의 전극패턴 표면에 폴리머 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 폴리머 기판을 150~200℃에서 가열하는 단계;를 포함하여 이루어질 수 있다. 상기 범위로 열처리시 전기 전도도가 더욱 향상될 수 있다.

[0061] 한 구체예에서 상기 폴리머는 아크릴계 수지를 포함할 수 있다. 예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다. 상기 폴리머 코팅층을 형성하여 열처리시, 상기 전극패턴의 나노실버의 산화 방지효과가 우수할 수 있다.

[0063] **유연 투명전극 제조방법에 의해 제조된 유연 투명전극**

[0064] 본 발명의 다른 관점은 상기 유연 투명전극 제조방법에 의해 제조된 유연 투명전극에 관한 것이다. 한 구체예에서 상기 유연 투명전극은 면저항 20Ω/sq 이하이며, 투과도 90% 이상일 수 있다. 예를 들면, 면저항 18Ω/sq 이하이며, 투과도 92~99.9% 일 수 있다. 예를 들면, 상기 유연 투명전극은 전기전도도가 $4.0x10^6$ 이상일 수 있다.

[0066] 본 발명에 따라 제조된 유연 투명전극은 유연성이 우수하면서, 전기전도성 및 투명성이 우수하며, 생산성 및 경제성이 우수하며, 기계적 강도가 우수할 수 있다. 투명전극을 유연 폴리머 기판상에 형성 가능하여, 터치패드와, 투명히터 등의 플렉시블 디바이스로 응용할 수 있다.

[0068] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되지는 않는다. 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0070] **실시예 및 비교예**

[0071] **실시예 1**

[0072] (1) 나노실버 코팅제 제조: 질산은($AgNO_3$) 1.7g, 올레산(oleic acid) 45ml 및 올레일아민(oleylamine) 5ml을 포함하는 혼합용액을 준비하고, 70℃에서 1시간 동안 디가싱(degassing) 하였다. 그 다음에, 상기 혼합용액을 질소 분위기에서 1℃/min의 승온 속도로 180℃까지 승온하여 반응시켰다. 상기 온도까지 승온하여 반응을 완료한 다음, 상온까지 냉각하여 나노실버를 합성하였다. 상기 나노실버 입자를 포함하는 혼합용액을 톨루엔(toluene)에 용해하고, 에탄올(ethanol)로 침전(precipitate) 시킨 다음, 원심분리하여 나노실버 입자만을 석출하였다. 상기 과정을 3번 반복해여 수득한 나노 실버 입자를 세척한 다음, 상기 나노실버 입자를 옥탄(octane)에 200mg/ml로 분산시켜 나노실버 코팅제를 제조하였다.

[0073] (2) 유연 투명전극 제조: 하기 도 2와 같은 방법에 따라 유연 투명전극을 제조하였다. 구체적으로 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 소재의 폴리머 기판을 준비하고, 상기 폴리머 기판 표면에 포토레지스트액(AZ GXR 601, AZEM사 제조)을 이용하여, 포토레지스트층을 형성하였다. 그 다음에, 상기 포토레지스트층의 표면을 마스킹(masking) 후 노광 및 현상액(AZ MIF 300K, AZEM사 제조)을 이용하여 현상하여, 포토레지스트 패턴을 형성하였다. 그 다음에, 상기 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하고, 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매(아세톤)를 이용하여 리프트오프(lift-off) 하여, 포토레지스트 패턴을 제거하여, 나노실버 패턴을 형성하였다. 그 다음에, 상기 나노실버 패턴과 할로겐 착물(테트라 부틸암모늄 브로마이드(Tetra n-butylammonium bromide))을 2분 동안 접촉하여, 상기 나노실버 패턴의 올레산 체인을 할로겐으로 치환하는, 리간드 치환을 실시하여 치환체를 형성하고, 상기 치환체를 하이드라진에 침지시켜, 환원하여 전극패턴을 형성하였다. 그 다음에, 상기 전극패턴의 표면에 폴리메틸메타크릴레이트 수지를 스핀 코팅하여 폴리머 코팅층을 형성한 다음 180℃에서 10분 동안 열처리하였다.

[0075] **비교예 1**

[0076] 상기 실시예 1과 동일한 포토레지스트 패턴이 형성된 폴리머 기판 표면에 나노실버 코팅제를 도포하여 나노실버 코팅층을 형성하고, 상기 폴리머 기판 표면에 형성된 포토레지스트 패턴을 용매(아세톤)를 이용하여 리프트오프(lift-off) 하여, 포토레지스트 패턴을 제거하여, 나노실버 패턴을 형성하여 전극을 제조하였다.

[0078] **비교예 2**

[0079] 상기 환원 및 열처리를 실시하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 전극을 제조하였다.

[0081] 물성평가

[0082] 상기 실시예 1 및 비교예 1~2에 대하여, 하기와 같은 방법으로 투과도, 전기전도도 및 면저항을 평가하여 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[0083] (1) 투과도(%): UV/Vis 분광계(Agilent Technologies사 제조, Cary 5000)를 사용하여 550㎚의 파장에서 측정하였다.

[0084] (2) 전기전도도(S/m): 전기전도도 측정기기(MSTECH사 제조, MST-4000A)를 이용하여 측정하였다.

[0085] (3) 면저항(Ω/sq): 4 점법(4 point-probe)방식을 이용하여 면저항 측정기기(MSTECH사 제조, MST-4000A)를 이용하여 면저항값을 측정하였다.

표 1

[0086]

구분	실시예 1	비교예 1	비교예 2
투과도(%)	92	87	85
전기전도도(S/m)	$4.8x10^6$	-	$3.7x10^6$
면저항(Ω/sq)	15	-	25

[0087] 상기 표 1의 결과를 참조하면, 본 발명의 실시예 1은 비교예 1~2보다 투명도가 우수하고, 전기전도도 및 면저항 특성이 우수함을 알 수 있었다.

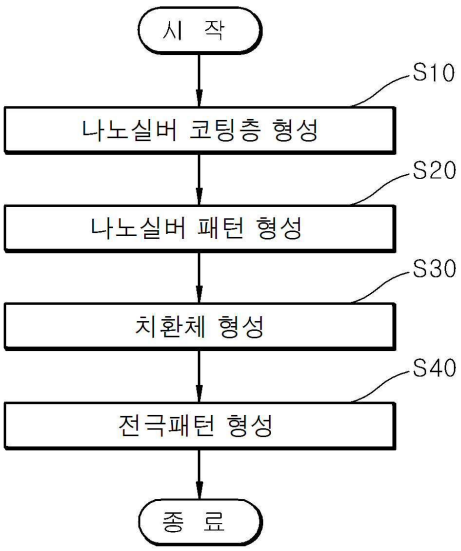
[0088] 하기 도 3(a)는 실시예 1 및 비교예 1~2 전극의 X선 회절(XRD) 그래프를 나타낸 것이고, 도 3(b)는 실시예 1 및 비교예 1~2 전극의 에너지분산형 분광분석(EDX) 그래프이며, 도 3(c)는 푸리에-변환 적외선 분광기를 이용하여 측정한 실시예 1 및 비교예 1~2 전극의 흡광도 스펙트럼을 나타낸 것이다. 상기 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예 1 전극은, 리간드 치환 및 하이드라진에 의한 치환체 환원이 성공적으로 이루어졌음을 알 수 있었다.

[0089] 또한, 하기 도 4(a)는 실시예 1 및 비교예 1~2 전극의 전기 전도도를 나타낸 그래프이며, 도 4(b)는 실시예 1 전극의 가시광 영역에서의 투과도를 나타낸 그래프이다. 상기 도 4를 참조하면, 상기 실시예 1의 경우, 가시광 영역에서 92% 이상의 투과도를 나타내어 투명성이 우수하였으며, 상기 비교예 1~2에 비해 전기 전도성이 우수함을 알 수 있었다.

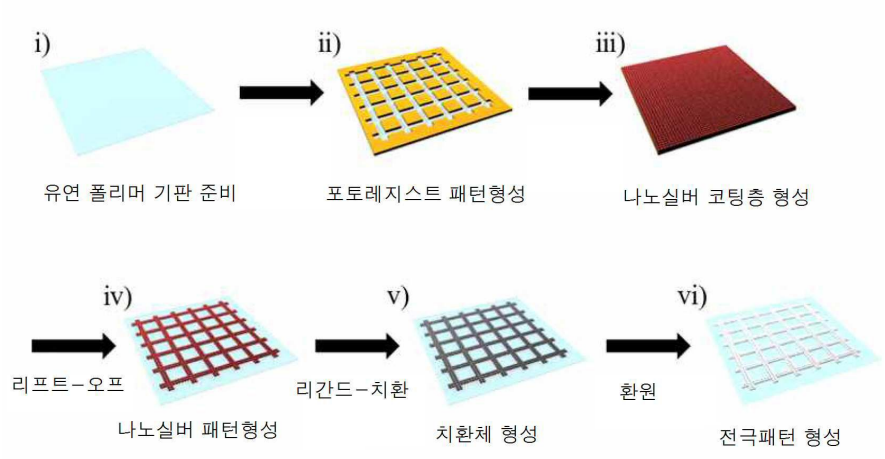
[0091] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

도면

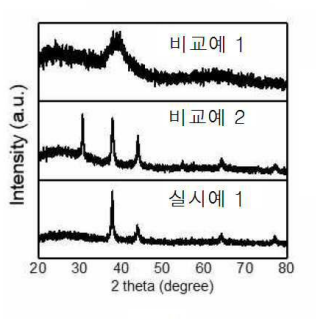
도면1


시 작
S10
나노실버 코팅층 형성
S20
나노실버 패턴 형성
S30
치환체 형성
S40
전극패턴 형성
종 료

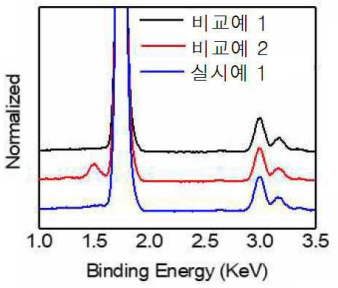
도면2


i)
유연 폴리머 기판 준비
ii)
포토레지스트 패턴형성
iii)
나노실버 코팅층 형성
iv)
리프트-오프
나노실버 패턴형성
v)
리간드-치환
치환체 형성
vi)
환원
전극패턴 형성

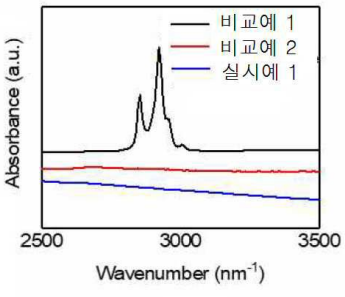
도면3



(a)

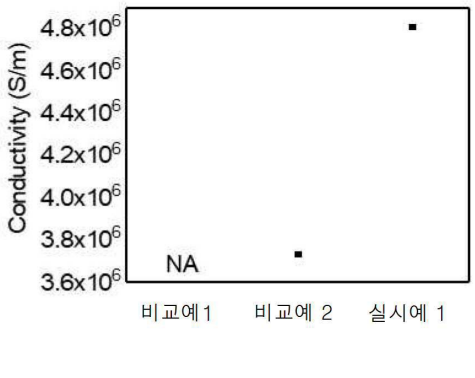


(b)

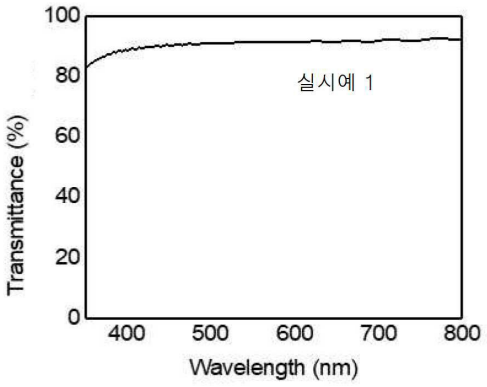


(c)

도면4



(a)



(b)