(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0044863
(43) 공개일자 2018년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09D 5/24 (2006.01) *C09D 7/61* (2018.01)
C09D 7/63 (2018.01) *H01B 1/02* (2006.01)
H01B 5/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09D 5/24 (2013.01)
C09D 7/61 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2018-0045986(분할)
(22) 출원일자 2018년04월20일
심사청구일자 2018년04월20일
(62) 원출원 특허 10-2016-0088461
원출원일자 2016년07월13일
심사청구일자 2016년07월13일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김창수
경상남도 창원시 성산구 상남동 상남꿈에그린 107동501호
송명관
울산광역시 울주군 언양읍 동부4길 1(언양창조아파트) 801호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

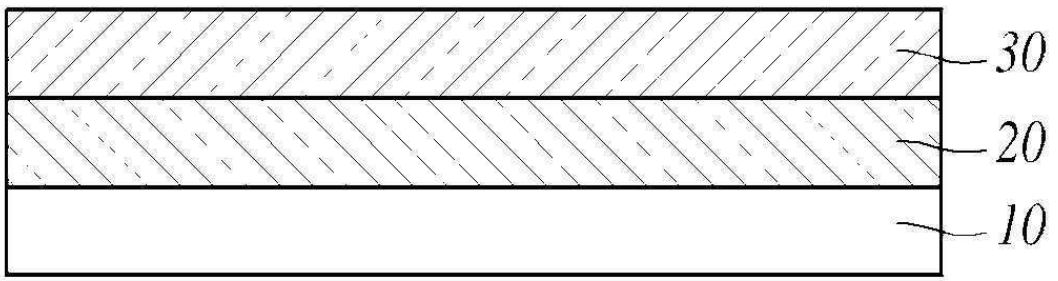
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **투명 전도성 막 코팅용 조성물, 상기 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 투명 전도성 막, 그 제조방법 및 상기 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 전자기기**

(57) 요 약

본 발명은 황변 현상(yellowness)을 개선하여 광학적 특성이 개선된 투명 전도성 막 코팅용 조성물, 투명 전도성 막 및 투명 전도성 막의 제조방법을 제공하는 것이며, 구체적으로 전도성 막 코팅용 조성물은 용매 및 하이드라진을 포함한다. 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막 코팅용 조성물, 투명 전도성 막 및 투명 전도성 막의 제조방법은 황변 현상(yellowness)을 개선하여 광학적 특성이 개선되어 액정 표시장치, 플라즈마 표시장치, 터치패널, 전계발광 장치, 박막태양전지, 염료감응태양전지, 무기물 결정질 태양전지 등의 전극에 유용하게 사용될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C09D 7/63 (2018.01)
H01B 1/023 (2013.01)
H01B 5/14 (2013.01)
B32B 2307/202 (2013.01)
B32B 2307/412 (2013.01)
B32B 2457/00 (2013.01)
(72) 발명자
김동호
경상남도 창원시 의창구 팔용로 512 (서상동,중동대동다:숲아파트) 105동 1203호
천유홍
대구광역시 북구 대현남로 28 106동 703호
정용찬
경상북도 칠곡군 석적읍 북중리3길 70 109동 103호(3공단부영아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNC9740
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 미래유망융합기술파이오니아사업
연구과제명 파이버형 고전도성 전극 및 Stretchable 투명전극 개발(1/3)
기 여 율 50/100
주관기관 부산대학교 산학협력단
연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNC9650
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 연구성과실용화진흥원
연구사업명 연구성과사업화지원사업
연구과제명 은 나노와이어를 이용한 차세대 플렉서블 투명전극 제조기술(2/2)
기 여 율 25/100
주관기관 연구성과실용화진흥원
연구기간 2015.12.11 ~ 2016.12.10
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK4661
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 국가과학기술연구회
연구사업명 주요사업
연구과제명 인체 부착형 고감도 움직임감지 소재 기술 개발(3/5)
기 여 율 25/100
주관기관 국가과학기술연구회
연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

용매 및 하이드라진을 포함하고,

Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속 나노와이어를 포함하는 전도성 막 위에 코팅되는 전도성 막 코팅용 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하이드라진은 상기 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량% 포함된 것을 특징으로 하는 전도성 막 코팅용 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA 또는 메탄올 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전도성 막 코팅용 조성물.

청구항 4

투명 기재;

상기 투명 기재의 일면에 배치되고, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막; 및

상기 전도성 막 상에 배치되고, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 전도성 막.

청구항 5

투명 기재를 준비하는 단계 (단계 1);

상기 투명 기재의 일면에 Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막을 증착하는 단계 (단계 2); 및

상기 전도성 막 상에 용매 및 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물을 코팅하는 단계 (단계 3);를 포함하는 투명 전도성 막의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 단계 3의 하이드라진은 상기 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량% 포함된 것을 특징으로 하는 투명 전도성 막의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA 또는 메탄올 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 투명 전도성 막

의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 투명 전도성 막 코팅용 조성물, 상기 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 투명 전도성 막, 그 제조방법 및 상기 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 전자기기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 투명 도전성 기재는 유리 기판 또는 플라스틱 필름 등의 일면에 ITO와 같은 투명한 도전성 박막을 형성하여 가시광선 영역에서 투명하고, 도전성을 갖는 기재를 말하는 것으로, 현재 터치 패널 등에 널리 사용되고 있다.

[0005] 이러한 투명 도전성 기재에 있어서, 중요한 성능은 도전성과 투명성으로, 도전성이 떨어지면 원활한 구동이 어렵고, 투명성이 저하되면 디스플레이 성능이 떨어지게 된다. 그러나 도전성 기재의 도전성을 향상시키기 위해 도전성 박막의 두께를 두껍게 형성하면 도전성 박막의 표면 반사율과 흡수율이 증가하면서 투과율이 떨어져 투명성이 저하되기 때문에, 도전성과 투명성을 모두 향상시키는 것은 매우 어려운 일이다.

[0007] 이러한 문제를 해결하기 위해, 종래에는 기재와 도전성 박막 사이에 1층 이상의 유전체 박막을 형성하고, 유전체 박막의 굴절율을 조절함으로써, 도전성 기재의 광 투과율을 향상시키고자 하는 시도가 있었다.

[0009] 그러나, 기재와 도전성 박막 사이에 유전체 박막을 개재시키는 종래 방법의 경우, 광 투과율 개선 효과가 충분하지 않아 원하는 투명성을 얻기 어렵다는 문제점이 있었다. 또한, 기재의 종류, 도전성 박막의 특성, 도전성 기재에 부착력 향상, 표면 조도 개선, 가스 배리어 등의 기능을 부가하기 위해 부가적으로 설치되는 기능층, 공간의 매질의 특성(굴절율, 흡수율, 반사율 등)에 따라, 투과율이 정해지기 때문에, 투과율을 제어하는 것이 쉽지 않다는 문제점이 있었다. 뿐만 아니라, 기재와 도전성 박막 사이에 유전체 박막을 형성하여야 하기 때문에, 현재 시중에서 판매되는 기성 도전성 필름을 사용할 수 없고, 기재 상에 유전체 박막을 형성한 후, 도전성 박막을 증착하는 다단계 공정을 통해 필름을 직접 제조해야 하기 때문에, 제조 비용이 높을 뿐 아니라, 유전체 박막의 종류 및 두께에 따라 적합한 도전성 박막 형성 조건을 찾아야 한다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 투명전극 코팅에 따른 황변 현상을 개선하여 광학적 특성이 향상된 투명 전도성 막 코팅용 조성물, 이를 포함하는 투명 전도성 막 및 이를 포함하는 투명 전도성 막의 제조방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 전도성 막 코팅용 조성물은 용매 및 하이드라진을 포함한다.

[0015] 상기 하이드라진은 상기 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량% 포함될 수 있다.

[0016] 상기 전도성 막 코팅용 조성물에서 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA 또는 메탄올 중 어느 하나일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막은 투명 기재, 상기 투명 기재의 일면에 배치되고, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막, 및 상기 전도성 막 상에 배치되고, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅층을 포함한다.

[0020] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 전자기기는 투명 기재, 상기 투명 기재의 일면에 배치되고, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막 및 상기 전도성 막 상에 배치되고, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅층을 포함한다.

[0022] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막의 제조방법은 투명 기재를 준비하는 단계 (단계 1); 상기 투명 기재의 일면에 Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막을 증착하는 단계 (단계 2); 및 상기 전도성 막 상에 용매 및 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물을 코팅하는 단계 (단계 3);를 포함한다.

[0024] 상기 단계 3의 하이드라진은 상기 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량% 포함될 수 있다.

[0026] 상기 단계 3에서 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA 또는 메탄올 중 어느 하나일 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막 코팅용 조성물, 투명 전도성 막 및 투명 전도성 막의 제조방법은 황변 현상(yellowness)을 개선하여 광학적 특성이 개선되어 액정 표시장치, 플라즈마 표시장치, 터치패널, 전계발광 장치, 박막태양전지, 염료감응태양전지, 무기물 결정질 태양전지 등의 전극에 유용하게 사용될 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시 예를 따르는 투명 전도성 기재는 낮은 수준의 면저항을 유지하며, 열적 내구성 평가 후에도 면저항 변화가 적어 내구성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 투명 전도성 막을 도시한 것이다.

도 2는 전도성 막 코팅층이 포함되지 않은 투명 전도성 막의 투명도를 나타낸 것이다.

도 3은 전도성 막 코팅층이 포함된 투명 전도성 막의 투명도를 나타낸 것이다.

도 4는 PET 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 투과도를 비교한 것이다.

도 5는 PET 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 반사도를 비교한 것이다.

도 6은 PES 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 투과도를 비교한 것이다.

도 7는 PES 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 반사도를 비교한 것이다.

도 8은 유리 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 투과도를 비교한 것이다.

도 9는 유리 기판 상에 전도성 막 코팅층 유무에 따른 반사도를 비교한 것이다.

도 10은 전도성 막 코팅층 유무에 따른 시간에 따른 투과도를 나타낸 것이다.

도 11은 전도성 막 코팅층 유무에 따른 시간에 따른 헤이즈(haze)를 나타낸 것이다.

도 12는 전도성 막 코팅층 유무에 따른 시간에 따른 황변 현상(yellowness) 지표인 B*를 나타낸 것이다.

도 13은 전도성 막 코팅층 유무에 따른 시간에 따른 면저항을 나타낸 것이다.

도 14 내지 도 17는 전도성 막 코팅층 유무에 따른 SEM 사진을 각각 도시한 것이다.

도 18 내지 도 19는 전도성 막 코팅층 유무에 따른 AFM 사진을 도시한 것이다.

도 20은 전도성 막 코팅층 유무에 따른 FTIR 을 도시한 것이다.

도 21은 전도성 막 코팅층을 포함하는 투명 전도성 막의 XPS를 나타낸 것이다.

도 22 내지 도 23은 전도성 막 코팅층 유무에 따른 흡광도를 측정한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0035] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

[0037] **전도성 막 코팅용 조성물**

[0038] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 전도성 막 코팅용 조성물은 용매 및 하이드라진(NH_2NH_2)을 포함하며, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속 나노와이어를 포함하는 전도성 막 위에 코팅된다.

[0040] 본 발명의 실시 예를 따르는 전도성 막 코팅용 조성물은 다음과 같은 방법으로 제조될 수 있다.

[0042] 일 실시 예에 있어서, 하이드라진(NH_2NH_2)과, 필요에 따라서 다른 화합물을 플라스크 등의 교반 혼합조 등에 투입하여, 이들을 용매와 함께 혼합할 수 있다. 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA(2-Mercaptoethylamine) 또는 메탄올 중 어느 하나일 수 있다. 투명성, 헤이즈 등을 고려할 때 상기 하이드라진의 함량은 상기 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량%, 바람직하게는 10 중량% 포함될 수 있다. 하이드라진의 함량이 45 중량% 를 초과하면 헤이즈, B* 값이 높아지고, 5 중량% 미만이면 B* 값이 높아져서 투명성을 저하시키는 문제점이 있다.

[0044] 본 발명의 전도성 막 코팅용 조성물은 예를 들면 분쇄기, 포트 밀, 삼축 롤 밀, 회전식 혼합기, 이축 믹서 등을 이용하여 혼합될 수 있다. 하이드라진의 경우 상온 내지 100 ℃의 온도에서 30분 내지 2시간 동안 혼합될 수 있다. 상기 혼합 후 필터를 이용해 침전물을 제거할 수 있다.

[0046] 상기 혼합물은 예를 들면 항온조 등의 상온 냉암소에 바람직하게는 0 내지 24 시간 정치한다. 상기 전도성 막 코팅용 조성물에 포함되는 수지는 결합제로서 기능하는 수지인 것이 바람직하고, 이 수지는 열가소성 수지일 수도 열경화성 수지일 수도 있지만, 열경화성 수지가 바람직하다. 열가소성 수지로는 아크릴 수지, 에틸셀룰로오스, 폴리에스테르, 폴리술폰, 페녹시 수지, 폴리이미드 등이 예시된다. 열경화성 수지로는 요소 수지, 멜라민 수지, 구아나민 수지와 같은 아미노 수지, 비스페놀 A형, 비스페놀 F형, 페놀노볼락형, 지환식, 오르토노볼락형, 나프탈렌형, 비페닐형, 트리페놀메탄형, 아미노페놀형 등의 에폭시 수지, 옥세탄 수지, 레졸형, 노볼락형과 같은 페놀 수지, 노볼락형 알릴페놀 수지, 실리콘 에폭시, 실리콘 폴리에스테르와 같은 실리콘 변성 유기 수지 등이 바람직하다. 이들 수지는 단독으로 이용할 수도, 2종 이상을 병용할 수도 있다. 분산제, 레올로지 조정제, 안료, 블리딩 억제제, 표면 장력 조정제, 나노실리카, 실리카 등의 관용의 첨가제를 더 첨가할 수 있다.

[0048] **전도성 막 코팅용 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 투명 전도성 막**

[0049] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막은 투명 기재, 상기 투명 기재의 일면에 배치되고, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막, 및 상기 전도성 막 상에 배치되고, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅층을 포함한다.

[0051] 상기 투명 기재는 경성 또는 연성일 수 있다. 예를 들어, 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pirrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판, 폴리에테르설폰(Polyether sulfone, PES) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등이 사용될 수 있다.

[0053] 상기 전도성 막에 포함되는 플라즈모닉 금속은 금(Au), 은(Ag), 및 알루미늄(Al)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다. 상기 플라즈모닉 금속은 빛이 입자에 입사될 때 유전체와 금속의 계면에서 자유전자의 진동이 발생하여 금속 나노입자 주변의 전자기장을 향상시키는 표면 플라즈몬 현상을 나타낼 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 플라즈모닉 금속은 입사된 빛의 산란도 증가에 따라 광학세기(optical intensity)를 크게 증폭하게 할 수 있고 가시광선 파장에서 빛을 더욱 효율적으로 흡수할 수 있게 되어 엑시톤 생성 증대 효과를 가져올 수 있다. 상기 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막은 금속의 단독 층 구조, 상기 군에서 선택되는 복수의 금속의 합금으로 이루어진 단독 층 구조, 또는 상기 군에서 선택되는 복수의 금속들로 구성된 복수의 층 사이에 절연체가 삽입된 다층형 구조일 수 있다.

[0055] 일 실시 예에 있어서, 상기 전도성 막의 표면 산화 방지를 위하여 전도성 막 상에 고분자 보호층이 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 전도성 막 코팅용 조성물을 포함하는 코팅층이 상기 전도성 막과 고분자 보호층 사이에 형성될 수 있다.

[0057] 일 실시 예에 있어서, 상기 전도성 막 상에 용매 및 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물이 코팅된다. 상기 코팅층에 포함되는 조성물이 상기 전도성 막과 결합하여 공명에 의한 반사효과가 증가되어 투명 전도성 막의 광학적 특성을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 투명 전도성 막은 광투과도가 약 90% 이상이고, 면저항이 50 Ω/sq 이하이며, 1.0 이하의 B*, 0.8% 이하의 헤이즈 특성을 갖을 뿐 아니라, 농도 조절을 통해 넓은 범위의 투명 전도막 구현이 가능하므로, 전기장치 또는 광학장치에 유용하게 활용될 수 있다. 구체적인 예로는 액정 표시장치, 플라즈마 표시장치, 터치패널, 전계발광 장치, 박막태양전지, 염료감응태양전지, 무기물 결정질 태양전지 등의 전극에 유용하게 활용될 수 있다.

[0059] **전도성 막 코팅용 조성물로 형성된 코팅층을 포함하는 전자기기**

[0060] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 전자기기는 투명 기재, 상기 투명 기재의 일면에 배치되고, Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막 및 상기 전도성 막 상에 배치되고, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅층을 포함한다.

[0062] 상기 투명 기재는 경성 또는 연성일 수 있다. 예를 들어, 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pirrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판, 폴리에테르설폰(Polyether sulfone, PES) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등이 사용될 수 있다.

[0064] 상기 전도성 막에 포함되는 플라즈모닉 금속은 금(Au), 은(Ag), 및 알루미늄(Al)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다. 상기 플라즈모닉 금속은 빛이 입자에 입사될 때 유전체와 금속의 계면에서 자유전자의 진동이 발생하여 금속 나노입자 주변의 전자기장을 향상시키는 표면 플라즈몬 현상을 나타낼 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 플라즈모닉 금속은 입사된 빛의 산란도 증가에 따라 광학세기(optical intensity)를 크게 증폭하게 할 수 있고 가시광선 파장에서 빛을 더욱 효율적으로 흡수할 수 있게 되어 엑시톤 생성 증대 효과를 가져올 수 있다. 상기 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막은 금속의 단독 층 구조, 상기 군에서 선택되는 복수의 금속의 합금으로 이루어진 단독 층 구조, 또는 상기 군에서 선택되는 복수의 금속들로 구성된 복수의 층 사이에 절연체가 삽입된 다층형 구조일 수 있다.

[0066] 일 실시 예에 있어서, 상기 전도성 막의 표면 산화 방지를 위하여 전도성 막 상에 고분자 보호층이 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 전도성 막 코팅용 조성물을 포함하는 코팅층이 상기 전도성 막과 고분자 보호층 사이에 형성될 수 있다.

[0068] 일 실시 예에 있어서, 상기 전도성 막 상에 용매 및 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물이 코팅될 수 있다. 상기 코팅층에 포함되는 조성물이 상기 전도성 막과 결합하여 공명에 의한 반사효과가 증가되어 전자기기의 광학적 특성을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 전자기기는 광투과도가 약 90% 이상이고, 면저항이 50 Ω/sq 이하이며, 1.0 이하의 B*, 0.8% 이하의 헤이즈 특성을 갖을 뿐 아니라, 농도 조절을 통해 넓은 범위의 투명 전도막 구현이 가능하므로, 전기장치 또는 광학장치에 유용하게 활용될 수 있다. 구체적인 예로는 액정 표시장치, 플라즈마 표시장치, 터치패널, 전계발광 장치, 박막태양전지, 염료감응태양전지, 무기물 결정질 태양전지 등의 전극에 유용하게 활용될 수 있다.

[0070] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 전자기기는 액정 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 유기 전계발광(electroluminescence) 디스플레이나 전자 페이퍼 등의 표시 디바이스, 터치 패널 등의 입력 센서, 박막형 비정질 Si 태양 전지나 색소 증감(增感) 태양 전지 등의 태양광을 이용한 태양 전지 등을 포함할 수 있다.

[0072] **투명 전도성 막의 제조방법**

[0073] 본 발명의 일 실시 예를 따르는 투명 전도성 막의 제조방법은 투명 기재를 준비하는 단계 (단계 1); 상기 투명 기재의 일면에 Ag, Au, 및 Al로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 플라즈모닉 금속을 포함하는 전도성 막을 증착하는 단계 (단계 2); 및 상기 전도성 막 상에 용매 및 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물을 코팅하는 단계 (단계 3);를 포함한다.

[0075] 이하, 본 발명에 따른 투명 전도성 막의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0078] 먼저, 경성 또는 연성 투명 기재을 준비하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pirrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, 트리아세틸셀룰로오스 (Triacetylcellulose, TAC) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyetheleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판을 준비할 수 있다.

[0080] 상기 단계 2의 전도성 막 증착 단계는 플라즈모닉 금속 나노와이어가 바인더에 결합되어 도전성 네트워크를 형성하는 단계일 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 상기 플라즈모닉 금속 나노와이어는 평균 직경 15~35 ㎚, 평균 길이 10~30 ㎛일 수 있다. 전도성 막 형성을 위한 조성물은 상기 플라즈모닉 금속을 물이나 하나 이상의 폴리머 바인더들과 혼합하거나, 또는 메탄올, 에탄올, 프로판올, 글라이콜, 또는 터피놀과 같은 수용성 용제의 소량과 혼합함으로써 준비될 수 있다. 또한 계면활성제와 다른 코팅 첨가제를 상기 조성물에 첨가할 수 있다.

[0082] 전도성 막 형성을 위한 조성물을 상기 투명 기재 상에 증착하는 단계는, 예를 들어 바코팅, 슬롯-다이코팅, 딥코팅, 나이프코팅, 스크린 코팅, 그라비아코팅, 또는 에어-나이프 코팅 등 다양한 방법을 사용할 수 있다. 전도성 막의 두께에 따라 건조 시간은 1 내지 3분, 온도는 100 내지 150 ℃ 범위에서 조절할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0084] 상기 전도성 막의 표면이 산화되는 것을 방지하기 위하여 전도성 막 상에 고분자 보호층이 추가로 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예를 따르는 전도성 막 코팅용 조성물을 포함하는 전도성 막 코팅층은 상기 전도성 막과 고분자 보호층 사이에 형성될 수 있다.

[0086] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 단계 3은 용매 및 하이드라진(NH_2NH_2)을 포함하는 화합물과 다른 화합물을 용매와 함께 혼합하여 제조된 전도성 막 코팅용 조성물을 스핀 코팅 방법으로 코팅하여 수행될 수 있다. 상기 용매는 물(H_2O), 2-MEA(2-Mercaptoethylamine) 또는 메탄올 중 어느 하나일 수 있다. 상기 하이드라진은 상기 전도성 막 코팅용 조성물 100 중량%에 대하여 5 내지 45 중량%, 바람직하게는 10 중량% 포함될 수 있다.

[0088] 본 발명은 또한 상기 방법에 따라 제조된 투명 전도성 막 및 전자기기를 제공한다. 본 발명의 투명 전도성 막의 제조 방법을 이용하여 제조된 투명 전도성 막 및 전자기기는 광투과도가 약 90% 이상이고, 면저항이 50 Ω/sq 이하이며, 1.0 이하의 B*, 0.8% 이하의 헤이즈 특성을 갖을 뿐 아니라, 농도 조절을 통해 넓은 범위의 투명 전도막 구현이 가능하므로, 전기장치 또는 광학장치에 유용하게 활용될 수 있다. 구체적인 예로는 액정 표시장치, 플라즈마 표시장치, 터치패널, 전계발광 장치, 박막태양전지, 염료감응태양전지, 무기물 결정질 태양전지 등의 전극에 유용하게 활용될 수 있다.

[0090] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시 예를 제시하나, 하기 실시 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

[0092] <실시 예1> 투명 전도성 막의 제조 1

[0093] 단계 1: PET 기판을 준비하였다.

[0094] 단계 2: 탈이온수(Deionized water) 1 mL에 평균 직경 25 nm, 평균 길이 20㎛인 은 나노 와이어(silver nanowire) 0.3 mg을 1000 rpm, 1분 간 분산시켰다. 은 나노 와이어 용액을 상기 단계 1에서 준비한 PET 기판에 도포하여 130 ℃에서 1분 동안 hot plate 에서 건조시켜 전도성 막을 형성하였다.

[0095] 단계 3: 하이드라진이 10 중량%가 되도록 무게분율로 계산하여 물 용매에 상온에서 1시간 동안 교반시킨 후 7000 rpm으로 1분 간 코팅하고, 상기 단계 2의 전도성 막 상에 도포하여 80 ℃에서 1분 동안 건조시켜 코팅층을 형성하였다.

[0097] <실시 예2> 투명 전도성 막의 제조 2

[0098] 상기 실시 예1의 단계 2에서 3000 rpm 으로 분산시킨 것을 제외하고 실시 예1과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0100] <실시 예3> 투명 전도성 막의 제조 3

[0101] 상기 실시 예1의 단계 1에서 PES 기판을 준비한 것을 제외하고 실시 예1과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0103] <실시 예4> 투명 전도성 막의 제조 4

[0104] 상기 실시 예3의 단계 2에서 3000 rpm 으로 분산시킨 것을 제외하고 실시 예3과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0106] <실시 예5> 투명 전도성 막의 제조 5

[0107] 상기 실시 예1의 단계 1에서 유리 기판을 준비한 것을 제외하고 실시 예1과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0109] <실시 예 6> 투명 전도성 막의 제조 6

[0110] 상기 실시 예5의 단계 2에서 3000 rpm 으로 분산시킨 것을 제외하고 실시 예5과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0112] <실시 예 7> 투명 전도성 막의 제조 7

[0113] 상기 실시 예2의 단계 3에서 하이드라진이 5 중량%인 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0115] <실시 예 8> 투명 전도성 막의 제조 8

[0116] 상기 실시 예2의 단계 3에서 하이드라진이 45 중량%인 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0118] <실시 예 9> 투명 전도성 막의 제조 9

[0119] 상기 실시 예2의 단계 3에서 하이드라진이 60 중량%인 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성

막을 제조하였다.

[0122] <실시 예 10> 투명 전도성 막의 제조 10

[0123] 상기 실시 예2의 단계 3에서 하이드라진이 80 중량%인 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0125] <실시 예 11> 투명 전도성 막의 제조 11

[0126] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 용매를 IPA로 한 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0128] <실시 예 12> 투명 전도성 막의 제조 12

[0129] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 용매를 2-MEA로 한 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0131] <실시 예 13> 투명 전도성 막의 제조 13

[0132] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 용매를 헥세인으로 한 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0134] <실시 예 14> 투명 전도성 막의 제조 14

[0135] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 용매를 톨루엔으로 한 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0137] <실시 예 15> 투명 전도성 막의 제조 15

[0138] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 용매를 메탄올로 한 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0140] <실시 예 16> 투명 전극의 제조 1

[0141] 단계 1: PET 기판을 준비하였다.

[0142] 단계 2: 탈이온수(Deionized water) 1 mL에 평균 직경 25 nm, 평균 길이 20㎛인 은 나노 와이어(silver nanowire) 0.3 mg을 1000 rpm, 1분 간 분산시켰다. 은 나노 와이어 용액을 상기 단계 1에서 준비한 PET 기판에 도포하여 130 ℃에서 1분 동안 hot plate 에서 건조시켜 전도성 막을 형성하였다.

[0143] 단계 3: 하이드라진이 10 중량%가 되도록 무게분율로 계산하여 물 용매에 7000 rpm으로 1분간 교반시킨 후, 상기 단계 2의 전도성 막 상에 도포하여 80 ℃에서 1분 동안 건조시켜 코팅층을 형성하였다.

[0144] 단계 4: HDDA : IPA : Irgacure 184 : TEOS 를 2 : 92 : 1 : 5 의 비율로 실온에서 24 시간 동안 교반하여 상기 단계 3의 코팅층 상에 보호막을 형성하였다.

[0146] <비교 예 1>

[0147] 상기 실시 예1에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을

형성하였다.

[0149] <비교 예 2>

[0150] 상기 실시 예2에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 형성하였다.

[0152] <비교 예 3>

[0153] 상기 실시 예3에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 3과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 형성하였다.

[0155] <비교 예 4>

[0156] 상기 실시 예4에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 4와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 형성하였다.

[0158] <비교 예 5>

[0159] 상기 실시 예5에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 5와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 형성하였다.

[0161] <비교 예 6>

[0162] 상기 실시 예6에서 단계 3을 수행하지 않은 것을 제외하고 상기 실시 예 6과 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 형성하였다.

[0164] <비교 예7>

[0165] 상기 실시 예 16에서 단계 3을 수행하지 않을 것을 제외하고 상기 실시 예 16과 동일한 방법으로 투명 전극을 제조하였다.

[0167] <비교 예8>

[0168] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 하이드라진을 HI로 치환한 것을 제외하고 상기 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0170] <비교 예9>

[0171] 상기 실시 예 2의 단계 3에서 하이드라진을 $NaBH_4$로 치환한 것을 제외하고 상기 실시 예 2와 동일한 방법으로 투명 전도성 막을 제조하였다.

[0173] <실험 예1> 광학적 특성 (투과도, 헤이즈 및 b*), 면저항 분석

[0174] 상기 실시 예 1 내지 6 및 비교 예 1 내지 6에 따른 투명 전도성 막의 광학적 특성 및 면저항을 분석하여 그 결과를 하기 표 1에 기재하였다. CM-5(Konica minolta사)를 이용해 투과도 및 헤이즈를 측정하였다.

표 1

[0176]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
실시 예 1	88.39	1.48	0.82	25
비교 예 1	88.58	1.60	2.34	34
실시 예 2	90.51	0.88	0.57	79
비교 예 2	90.37	0.97	1.15	78
실시 예 3	84.33	1.61	1.59	27
비교 예 3	84.90	1.88	3.35	26
실시 예 4	86.52	0.83	1.19	70
비교 예 4	86.72	0.93	1.82	67
실시 예 5	87.72	1.60	1.15	28
비교 예 5	87.98	1.78	2.91	29
실시 예 6	90.16	0.73	0.48	59
비교 예 6	90.32	0.84	1.26	64

[0177] <실험 예 2> 투과도 및 반사도 측정

[0178] 실시 예 2 및 비교 예 2 에 대한 투과도 및 반사도를 도 4 내지 도 5에 나타내었다. 실시 예 4 및 비교 예 4 에 대한 투과도 및 반사도를 도 6 내지 도 7에 나타내었다. 실시 예 6 및 비교 예 6 에 대한 투과도 및 반사도를 도 8 내지 도 9에 나타내었다

[0180] <실험 예 3> 농도에 따른 광학적 특성, 면저항 분석

[0181] 상기 실시 예 2, 7 내지 10 및 비교 예 2에 따른 투명 전도성 막의 광학적 특성 및 면저항을 분석하여 그 결과를 하기 표 2에 기재하였다. CM-5(Konica minolta사)를 이용해 투과도 및 헤이즈를 측정하였다.

표 2

[0183]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
비교 예2	90.37	0.97	1.15	78
실시 예7	89.46	1.00	0.84	63
실시 예2	90.51	0.88	0.57	79
실시 예8	90.10	1.14	0.95	64
실시 예9	89.18	1.58	1.45	55
실시 예10	89.98	1.05	1.05	61

[0184] <실험 예 4> 용매에 따른 광학적 특성, 면저항 분석

[0185] 상기 실시 예 2, 11 내지 15 및 비교 예 2에 따른 투명 전도성 막의 광학적 특성 및 면저항을 분석하여 그 결과를 하기 표 3에 기재하였다. CM-5(Konica minolta사)를 이용해 투과도 및 헤이즈를 측정하였다.

표 3

[0187]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
비교 예2	90.37	0.97	1.15	78
실시 예2	90.51	0.88	0.57	79
실시 예 11	89.92	1.50	1.05	62
실시 예 12	89.74	1.02	0.77	59
실시 예 13	90.23	1.16	1.27	62
실시 예 14	90.15	1.51	1.26	67
실시 예 15	89.76	0.94	0.57	69

[0188] <실험 예5> 용매에 따른 열적 안정성 분석

[0189] 상기 실시 예 2, 12, 15 및 비교 예 2에 따른 투명 전도성 막을 100 ℃ 오븐에서 5일간 처리한 후 광학적 특성 및 면저항을 분석하여 그 결과를 하기 표 4에 기재하였다. CM-5(Konica minolta사)를 이용해 투과도 및 헤이즈를 측정하였다.

표 4

[0191]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
비교 예2	89.64	1.07	1.60	159
실시 예2	89.38	0.94	1.81	136
실시예 12	89.39	1.05	2.13	측정안됨
실시예 15	89.32	0.90	1.62	128

[0192] <실험 예 6>

[0193] 비교 예 2와 실시 예 2의 SEM image를 도 14 내지 도 17에 나타내었다.

[0195] <실험 예 7>

[0196] 비교 예 2과 실시 예 2의 AFM 이미지를 도 18 내지 도 19에 나타내었다.

[0198] <실험 예 8>

[0199] 비교 예 2과 실시 예 2의 FTIR 을 도 20에 나타내었다.

[0201] <실험 예 9>

[0202] 실시 예 2의 XPS를 도 21에 나타내었다.

[0204] <실험 예 10> 물질 종류에 따른 광학적 특성 및 면저항 분석

[0205] 상기 실시 예 2, 비교 예 8, 9에 따른 투명 전도성 막의 광학적 특성 및 면저항을 분석하여 그 결과를 하기 표 5에 기재하였다. CM-5(Konica minolta사)를 이용해 투과도 및 헤이즈를 측정하였다.

표 5

[0207]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
실시 예 2	90.51	0.88	0.57	79
비교 예 8	90.18	1.04	1.67	측정안됨
비교 예 9	90.43	1.69	1.62	127

[0208] <실험 예 11>

[0209] 상기 실시 예 2, 비교 예 2에 따른 흡광도 (absorbance)를 도 22 및 도 23에 나타내었다. 흡광도는 투과도와 반사도를 측정하여 '흡광도=1-투과도-반사도'의 식을 이용하여 도출하였다.

[0211] <실험 예 12> 전극보호막 적용 가능성 확인

[0212] 상기 실시 예 16 및 비교 예 7에 따른 투명 전극의 광학적 특성 및 면 저항을 분석하여 하기 표 6에

기재하였다.

표 6

[0214]

	투과도(%)	헤이즈	b*	면저항(Ω/sq)
비교 예 7	89.41	0.94	1.83	85
실시 예 16	90.49	0.95	1.57	81

[0215] 상기 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에서 제시하는 전도성 막 코팅층을 포함하는 실시 예들은 낮은 b* 값을 나타내어 우수한 투명성을 가지는 반면, 전도성 막 코팅층을 포함하지 않는 경우 광학적 특성이 다소 떨어지거나, 면저항이 높은 문제가 있음을 확인할 수 있다.

[0217] 상기 표 2에 나타낸 바와 같이, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물에서 하이드라진의 함량이 5 내지 45 중량% 일 때, 바람직하게는 10 중량%일 때 특히 우수한 광학적 특성을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 상기 표 3에 나타낸 바와 같이, 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물에서 용매가 물(H_2O), 2-MEA 또는 메탄올 중 어느 하나인 경우 우수한 광학적 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

[0219] 상기 표 4에 나타낸 바와 같이, 특히 용매가 물인 경우 하이드라진을 포함하는 전도성 막 코팅용 조성물을 포함하는 투명 전도성 막의 면저항 변화가 적어 내구성이 우수한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 이를 투명 전극에 적용한 실시 예 16 역시 전도성 막 코팅층을 포함하지 않은 경우보다 광학적 특성 및 면저항이 우수함을 상기 표 6에서 확인할 수 있었다.

[0221] 나아가, 상기 표 5에 나타낸 바와 같이, 본 발명에서 제시하는 전도성 막 코팅용 조성물은 하이드라진을 포함하는 경우 우수한 광학적 특성 및 면저항을 나타냄을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

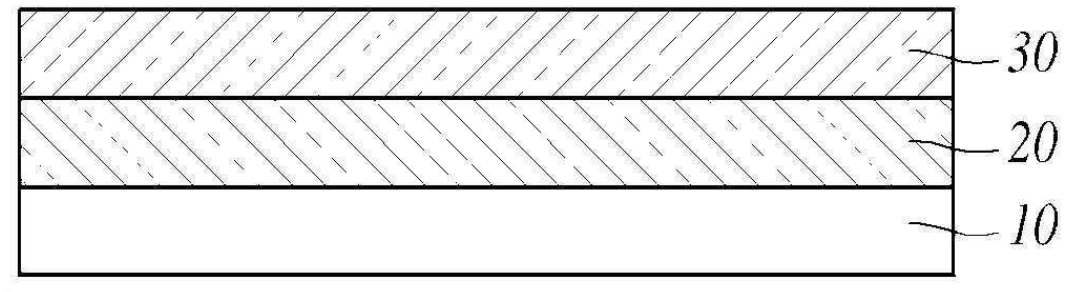
[0223] 10: 투명 기재

20: 전도성 막

30: 코팅층

도면

도면1



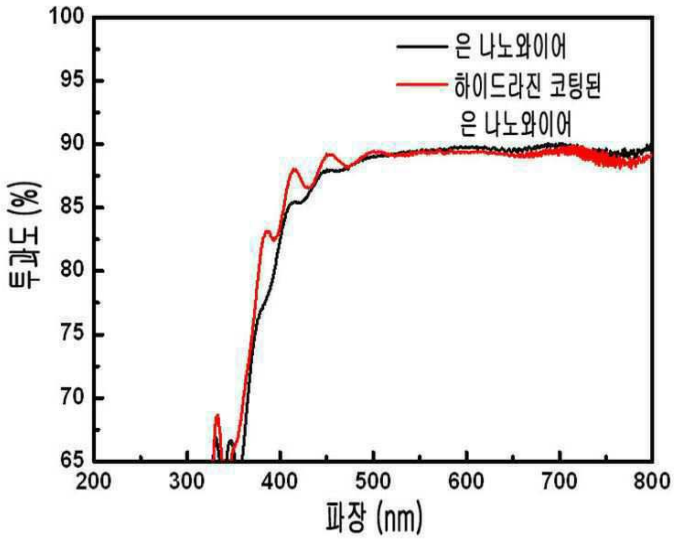
도면2



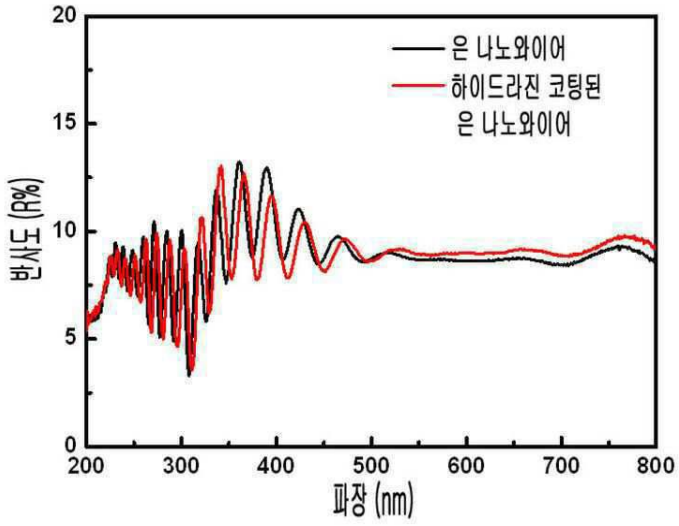
도면3



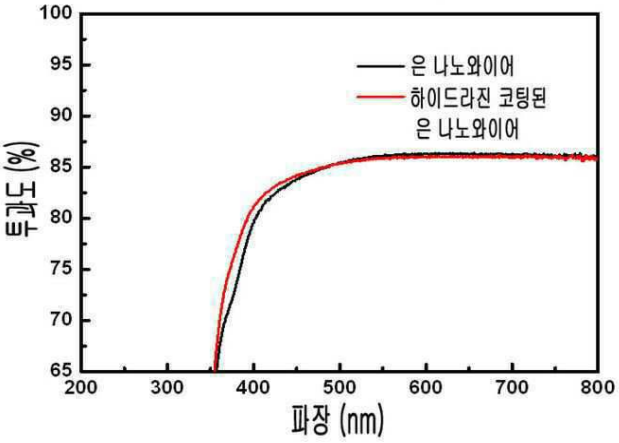
도면4


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
투과도 (%)
파장 (nm)
100
95
90
85
80
75
70
65
200
300
400
500
600
700
800

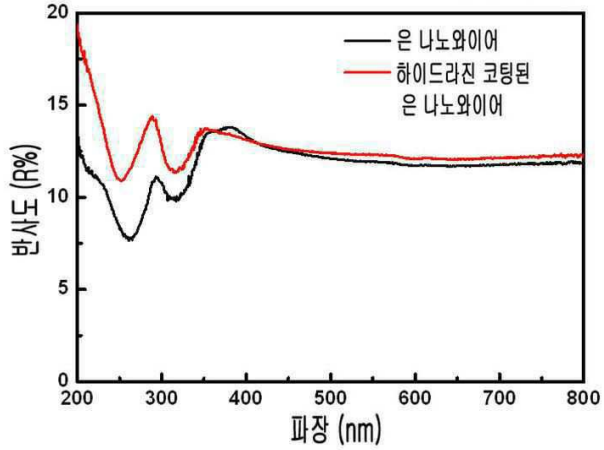
도면5


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
반사도 (R%)
파장 (nm)
0
5
10
15
20
200
300
400
500
600
700
800

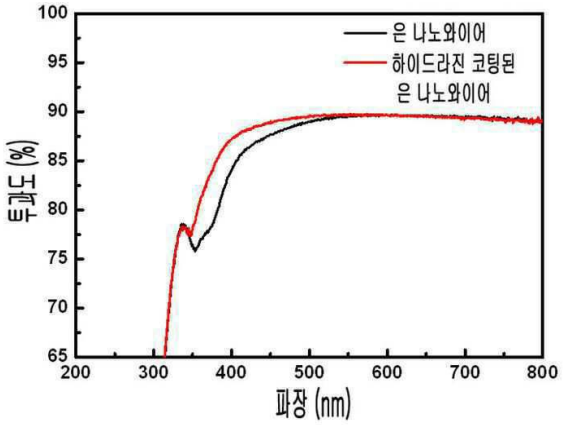
도면6


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
투과도 (%)
파장 (nm)
65
70
75
80
85
90
95
100
200
300
400
500
600
700
800

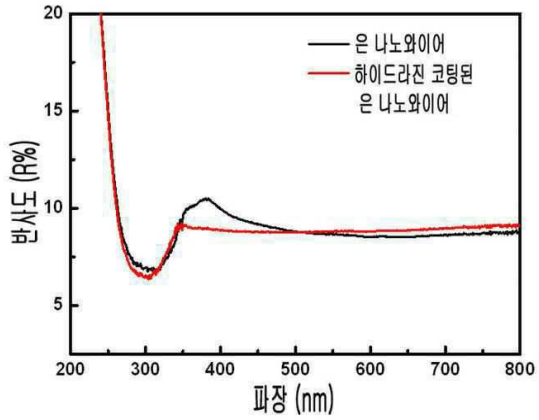
도면7


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
반사도 (R%)
파장 (nm)
0
5
10
15
20
200
300
400
500
600
700
800

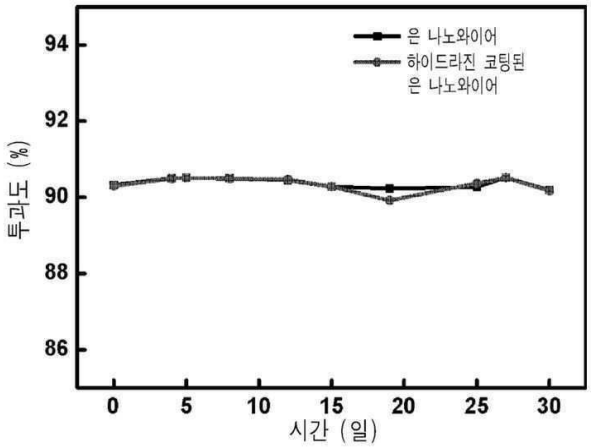
도면8


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
투과도 (%)
파장 (nm)

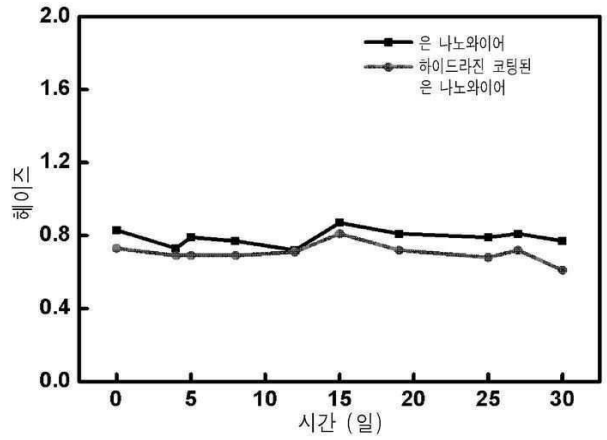
도면9


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
반사도 (R%)
파장 (nm)

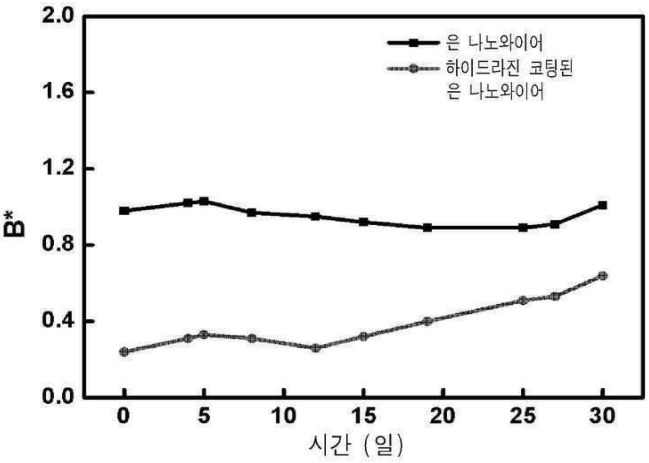
도면10


은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
투과도 (%)
시간 (일)

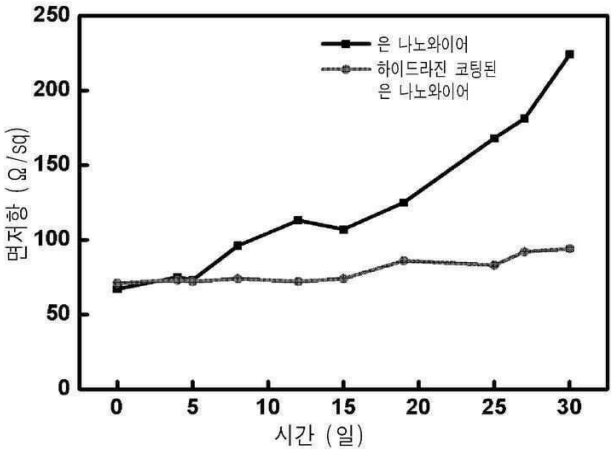
도면11



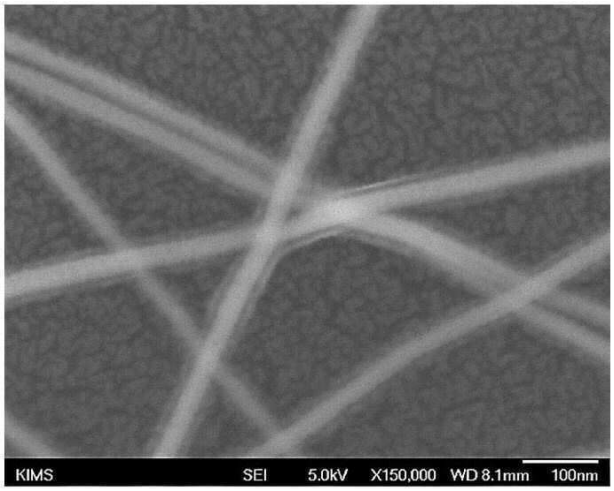
도면12



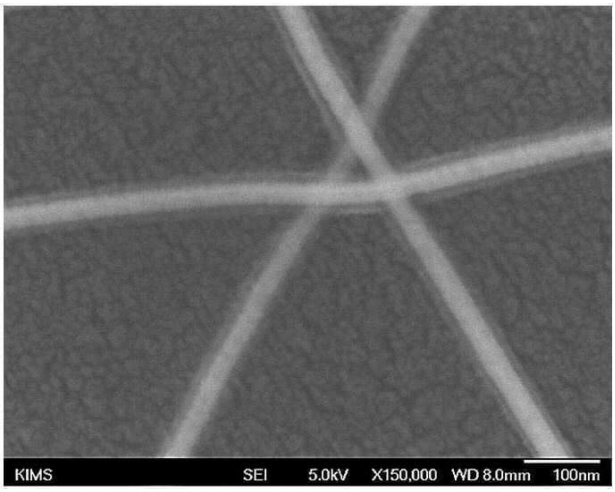
도면13



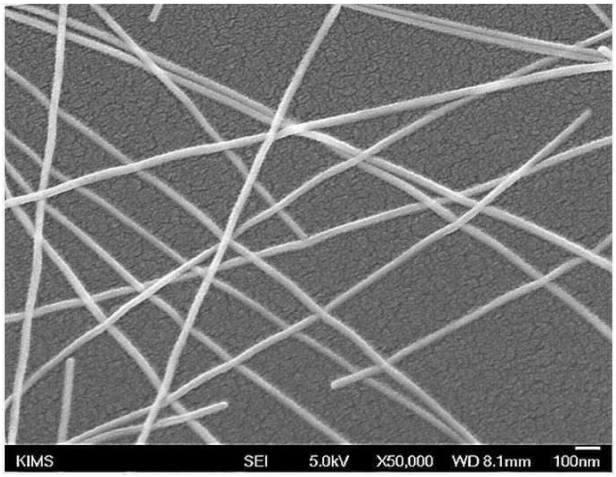
도면14



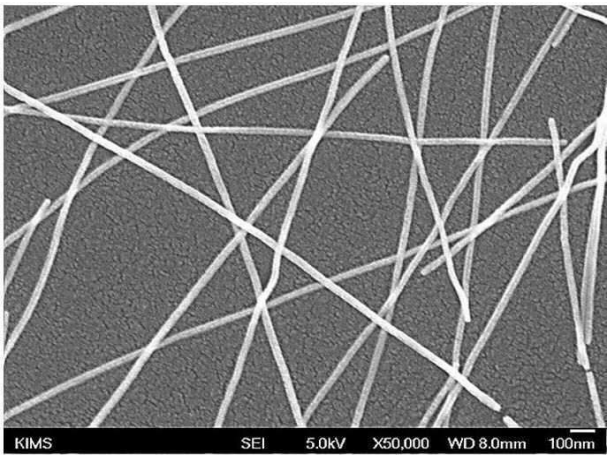
도면15



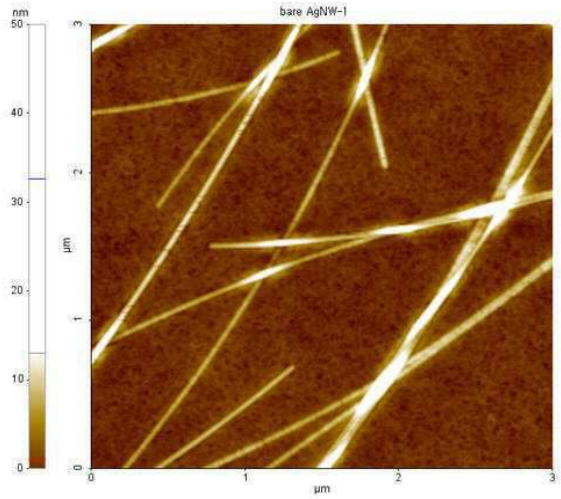
도면16



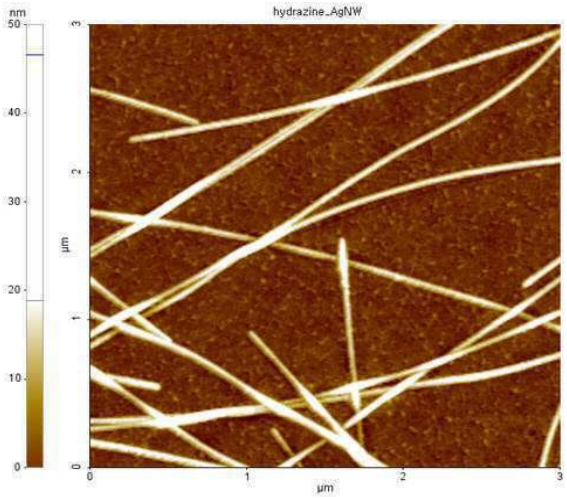
도면17



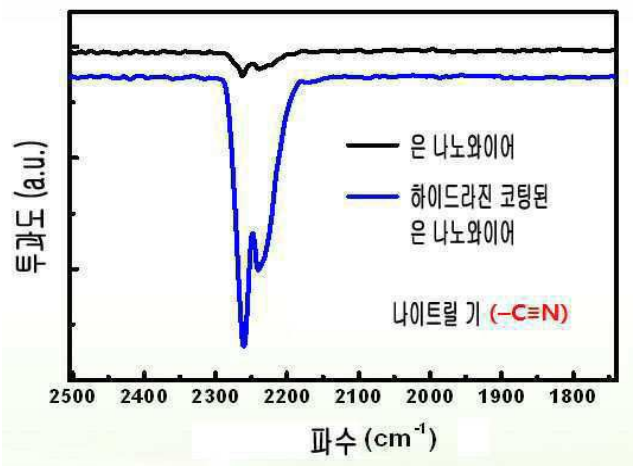
도면18



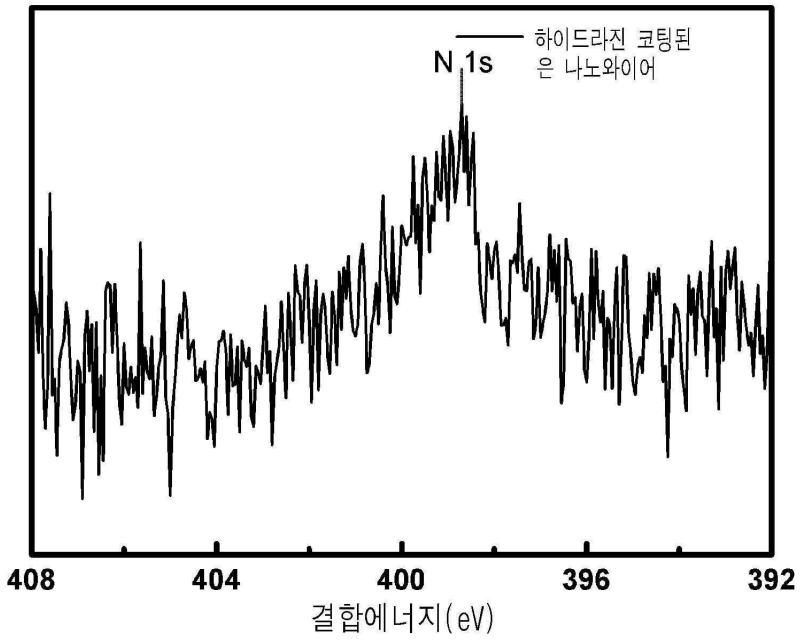
도면19



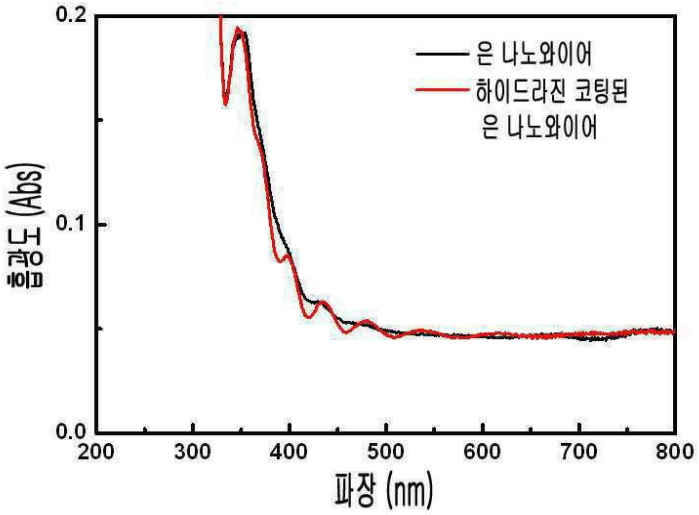
도면20


투과도 (a.u.)
은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
나이트릴 기 (–C≡N)
2500 2400 2300 2200 2100 2000 1900 1800
파수 (cm-1)

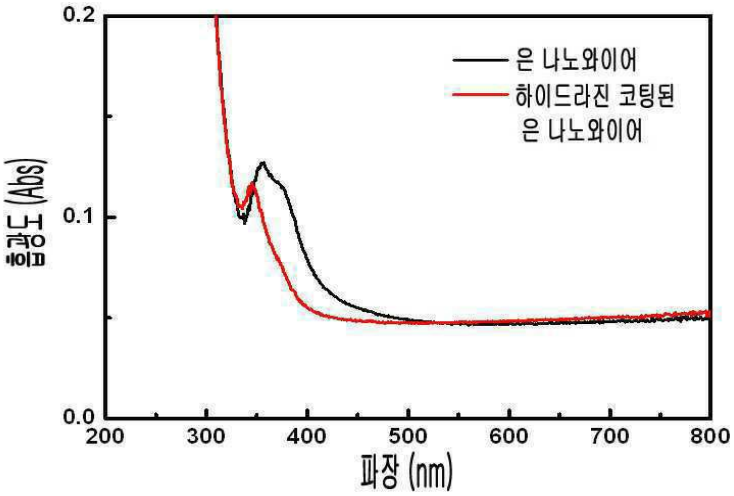
도면21


N 1s
하이드라진 코팅된
은 나노와이어
408 404 400 396 392
결합에너지(eV)

도면22


0.2
0.1
0.0
흡광도 (Abs)
200
300
400
500
600
700
800
파장 (nm)
은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어

도면23


0.2
0.1
0.0
흡광도 (Abs)
200
300
400
500
600
700
800
파장 (nm)
은 나노와이어
하이드라진 코팅된
은 나노와이어