



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0040150
(43) 공개일자 2025년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) C23C 14/34 (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01) H01B 1/08 (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01) H05K 9/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류
H01B 5/14 (2020.05)
C23C 14/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0122809

(22) 출원일자 2023년09월15일

심사청구일자 2023년09월15일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

김준동

인천광역시 연수구 컨벤시아대로252번길 50 송도더샵퍼스트파크 1403동 1203호

(74) 대리인

강정빈, 심찬

전체 청구항 수 : 총 9 항

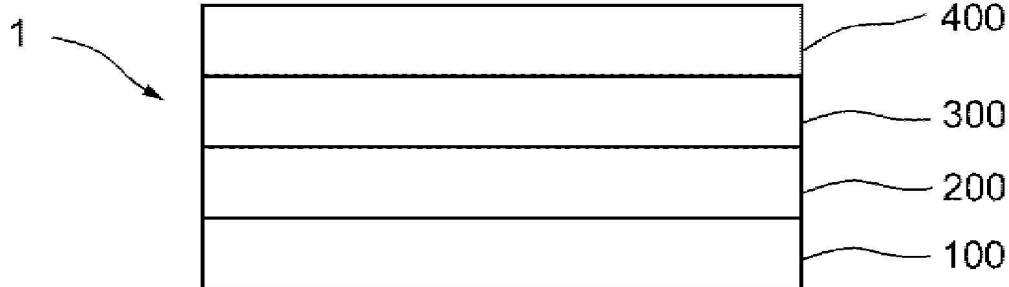
(54) 발명의 명칭 금속산화물 기반의 투명전극

(57) 요약

본 발명은 금속산화물 기반의 투명전극에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는, 금속산화물 기반의 투명전극에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



또한 본 발명은 하기 연구과제의 결과물에 해당하는 것이다.

[과제고유번호] 2022-IT-RD-0209

[부처명] 인천서구강소연구개발특구

[연구관리전문기관] 인천서구강소연구개발특구

[연구사업명] 환경기술융합혁신과제

[연구과제명] 환경 유해 자외선 및 전자파 차단 기능을 갖는 고성능 투명 에너지 필름 개발

[기여율] 100%

[주관기관] (주) 솔라라이트

[연구기간] 2022-12-01 ~ 2023-05-31

(52) CPC특허분류

H01B 1/02 (2013.01)

H01B 1/08 (2013.01)

H01B 13/0026 (2013.01)

H05K 9/0084 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속산화물 기반의 투명전극으로서,

기관층;

상기 기관층 위에 배치되고, AgO를 포함하는 제1금속산화물층;

상기 제1금속산화물층 위에 배치되고, Ag를 포함하는 금속층; 및

상기 금속층 위에 배치되는 제2금속산화물층;을 포함하고,

상기 제1금속산화물층은 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 증착되는, 투명전극.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1금속산화물층은,

1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 O₂유량, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 1 내지 100초 동안 수행함으로써 증착되는, 투명전극.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 금속층은,

1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착되는, 투명전극.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2금속산화물층은,

1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착되는, 투명전극.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 기관층은 PET(Polyethylene terephthalate)을 포함하고,

상기 제2금속산화물층은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide), 및 AgO 중 어느 하나를 포함하는, 투명전극.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1금속산화물층은 1 내지 100nm의 두께를 가지고,

상기 금속층은 1 내지 100nm의 두께를 가지고,

상기 제2금속산화물층은 1 내지 1000nm의 두께를 가지는, 투명전극.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 투명전극은,

500 내지 600nm의 파장범위에서 75 내지 95%의 투과율값을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 99%의 투과율값을 가지는, 투명전극.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 투명전극은, 0.1 내지 100Ω/□의 표면저항값을 가지는, 투명전극.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 투명전극은, 1 내지 40dB의 전자파차폐계수를 가지는, 투명전극.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속산화물 기반의 투명전극에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는, 금속산화물 기반의 투명전극에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 스마트폰뿐만 아니라 다양한 전자기기의 사용량이 증대하면서 전자파 차폐의 중요성이 대두되고 있다. 우리나라의 주 평균 인터넷 이용 시간은 20.1시간으로 많은 시간 전자기기를 사용하고 있다. 또한 세계보건기구 산하 국제암연구소(IARC)가 휴대전화 사용 시 노출되는 무선주파수 전자기장 (Radiofrequency Electromagnetic Fields)을 발암 가능성 물질(Group 2B)로 구분했고, 전자파 인체 영향 연구에 따르면 휴대전화 RF 전자파 노출과 뇌종양 발생 위험성이 연관되어 있다. 전자파의 유해성이 대두되고 있는 현재, 인체를 보호하기 위해서 휴대전화, TV 등 자주 접하는 전자기기의 디스플레이에 적용 가능한 전자파 차폐(Electromagnetic shielding) 필름의 필요성이 증가하고 있다.

[0004] 전자파 차폐를 위해서는 투과율과 전기전도도가 높고, 두께가 얇으면서, 높은 자성체 혹은 유전체 소재를 사용하는 것이 좋다. 이러한 특성을 갖는 소재로는 알루미늄, 구리, 은 등의 금속이 있다. 하지만 이러한 금속들은 높은 반사율과 불투명한 성질로 인해 광학적 투과율 확보가 필수적인 전자기기의 디스플레이에 적용되기 어렵다. 따라서 투명하면서 전도성이 좋은 투명전도성물질(Transparent Conductive Oxide; TCO, 이하 '투명전극')을 기반물질로 사용하여 필름을 제작하면 다양한 디스플레이에 적용할 수 있는 전자파 차폐 필름으로 활용할 수 있다.

[0005] 일반적으로 투명전극은 높은 광 투과도(>80% 이상) 및 낮은 비저항(< 10⁻³Ωcm), 넓은 Energy Band gap(> 3.0eV)의 특징을 가지고 있다. 그리고, 이런 특성으로 인해 터치스크린, 태양 전지, 투명전극, 전자파 방패 차폐물 등 다양하게 활용할 수 있다.

[0006] 투명전극 중에서 금속 산화물(Metal Oxide) 물질인 ITO(Indium Tin Oxide)와 AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)는 높은 광 투과도와 낮은 비저항 특성으로 인해 활용성이 높아 많은 연구에서 다뤄진다. ITO는 높은 전기전도도로 인해 상업적으로 널리 이용되고 있지만 낮은 내구성에 대한 보완이 필요하며, AZO는 ITO보다 낮은 전기전도도로 활용성이 떨어진다.

[0007] 이를 보완하기 위해 AZO/Ag/AZO 등의 투명전극/금속/투명전극의 다층박막 구조가 제시되었지만 그럼에도 개선되는 정도가 부족해, 이를 해결할 수 있는 기술의 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는, 금속산화물 기반의 투명전극을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예는, 금속산화물 기반의 투명전극으로서, 기관층; 상기 기관층 위에 배치되고, AgO를 포함하는 제1금속산화물층; 상기 제1금속산화물층 위에 배치되고, Ag를 포함하는 금속층; 및 상기 금속층 위에 배치되는 제2금속산화물층;을 포함하고, 상기 제1금속산화물층은 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 증착되는, 투명전극을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 제1금속산화물층은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 O₂유량, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 1 내지 100초 동안 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 금속층은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 제2금속산화물층은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 기관층은, PET(Polyethylene terephthalate)을 포함하고, 상기 제2금속산화물층은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide), 및 AgO 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 제1금속산화물층은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 상기 금속층은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 상기 제2금속산화물층은 1 내지 1000nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0017] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 투명전극은, 500 내지 600nm의 파장범위에서 75 내지 95%의 투과율을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 99%의 투과율을 가질 수 있다.
- [0018] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 투명전극은, 0.1 내지 100Ω/□의 표면저항값을 가질 수 있다.
- [0019] 본 발명의 몇 실시예에서는, 상기 투명전극은, 1 내지 40dB의 전자파차폐계수를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는 투명전극을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 투명전극이 AgO/Ag 하이브리드 구조를 포함하고 있어 전체적인 전류 흐름이 개선되어 광학적 특성 및 전기적 특성이 향상될 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층/금속층/금속산화물층 구조의 상측 및 하측 금속산화물층이 금속층의 산화 등의 열화를 방지할 수 있어 투명전극의 전기적 특성을 유지하고 내구성을 증대시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층/금속층/금속산화물층의 구조에서 금속층에 표면 플라즈몬 효과가 발생할 수 있어, 단일 박막구조를 가지는 전극 대비 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속층의 상측에 상기 제2금속산화물층을 배치하는 구조를 통해 입사광의 반사

를 최소화하고, 넓은 에너지 밴드갭을 확보함으로써, 단일 박막 대비 우수한 투과율값 및 표면저항값을 가지는 투명전극을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 투명전극이 제1금속산화물층/금속층/제2금속산화물층의 구조를 포함하고 있어, 제2금속산화물층의 두께 조절을 통해 최대 투과 영역을 조절가능한 효과를 발휘할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층 위에 금속층을 증착함으로써 금속층의 표면 거칠기를 효과적으로 감소시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 층상구조를 개략적으로 도시한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 제1금속산화물층 형성시의 O_2 유량에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 제1금속산화물층의 스퍼터링공정시간에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 제1금속산화물층의 O_2 유량 및 금속층의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, O_2 유량별 금속층의 두께에 따른 광학적 특성, 및 O_2 유량별 금속층의 두께에 따른 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 광학적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극의 제2금속산화물층의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, 및 두께에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하에서는, 다양한 실시예들 및/또는 양상들이 이제 도면들을 참조하여 개시된다. 하기 설명에서는 설명을 목적으로, 하나 이상의 양상들의 전반적 이해를 돕기 위해 다수의 구체적인 세부사항들이 개시된다. 그러나, 이러한 양상(들)은 이러한 구체적인 세부사항들 없이도 실행될 수 있다는 점 또한 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 인식될 수 있을 것이다. 이후의 기재 및 첨부된 도면들은 하나 이상의 양상들의 특정한 예시적인 양상들을 상세하게 기술한다. 하지만, 이러한 양상들은 예시적인 것이고 다양한 양상들의 원리들에서의 다양한 방법들 중 일부가 이용될 수 있으며, 기술되는 설명들은 그러한 양상들 및 그들의 균등물들을 모두 포함하고자 하는 의도이다.

[0031] 또한, 다양한 양상들 및 특징들이 다수의 디바이스들, 컴포넌트들 및/또는 모듈들 등을 포함할 수 있는 시스템에 의하여 제시될 것이다. 다양한 시스템들이, 추가적인 장치들, 컴포넌트들 및/또는 모듈들 등을 포함할 수 있다는 점 그리고/또는 도면들과 관련하여 논의된 장치들, 컴포넌트들, 모듈들 등 전부를 포함하지 않을 수도 있다는 점 또한 이해되고 인식되어야 한다.

[0032] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "양상", "예시" 등은 기술되는 임의의 양상 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되지 않을 수도 있다.

[0033] 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하지만, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0035] 또한, 본 발명의 실시예들에서, 별도로 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 이때 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되

는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명의 실시예에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 층상구조를 개략적으로 도시한다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속산화물 기반의 상기 투명전극(1)은, 기관층(100); 상기 기관층(100) 위에 배치되고, AgO를 포함하는 제1금속산화물층(200); 상기 제1금속산화물층(200) 위에 배치되고, Ag를 포함하는 금속층(300); 및 상기 금속층(300) 위에 배치되는 제2금속산화물층(400);을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 기관층(100)은 투명전극(1)의 기관에 해당하는 구성으로서, 상층으로 복수의 박막층이 증착될 수 있다.
- [0042] 바람직하게는, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 기관층(100)은 PET(Polyethylene terephthalate)을 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 제1금속산화물층(200), 금속층(300), 및 제2금속산화물층(400)은 도 1에 도시된 바와 같은 연속적으로 배치되는 층상구조로 증착됨으로써, 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있도록 할 수 있다.
- [0046] 보다 상세하게는, 상기 제1금속산화물층(200)은 상기 층상구조의 가장 아래층에 해당하는 구성으로, 금속산화물로 구성되는 박막층에 해당하고, 바람직하게는 상기 제1금속산화물층(200)은 AgO를 포함한다.
- [0047] AgO를 포함하는 상기 제1금속산화물층(200)은 도 1에 도시된 바와 같이 상층에 금속층(300)이 위치하는 경우에, 상기 금속층(300)의 표면 거칠기를 줄일 수 있고, 상기 금속층(300)의 산화반응을 촉진하여 투명전극(1) 전체적으로 전류가 원활하게 흐를 수 있도록 하는 물질에 해당한다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 금속층(300)은 Ag에 해당하고, 상기 제1금속산화물층(200)에 의하여 표면 거칠기가 감소될 수 있다.
- [0049] 또한 상기 제1금속산화물층(200)은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 20nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 2 내지 8nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0050] 상기 제1금속산화물층(200)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0052] 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제1금속산화물층(200)은 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 증착되는 것이 바람직하다. 상기 제1금속산화물층(200)은 Ag증착시 O₂를 공급하여 생성한 물질(AgO)을 박막 형태로 사용하는 경우에 O₂유량이 증가함에 따라 투명전극(1)의 투과율값을 증가시킬 수 있어, 상기 투명전극(1)의 산화물층으로서 활용할 수 있다. 상기 제1금속산화물층(200)의 O₂유량이 증가함에 따른 광학적 특성에 대한 사항은 후술하는 도면을 통해 상세하게 서술하기로 한다.
- [0054] 상기 금속층(300)은 상기 제1금속산화물층(200)의 상층에 배치되는 구성으로서, 투자율 및 전기전도도가 높고 두께가 얇으면서 높은 자성체 혹은 유전체 소재에 해당하는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 금속층(300)은 Ag를 포함한다.
- [0055] 일반적으로 금속층(300)은 반사율이 높고 투명도가 떨어져 투명전극(1)을 구현하기 위한 재료로 적합하지 않다.
- [0056] 이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 투명전극(1)에 전술한 바와 같은 금속산화물층/금속층/금속산화물층의 구

조를 적용하여 우수한 광학적 투명성을 구현했다.

- [0057] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은 금속산화물층 위에 금속층(300)을 증착함으로써 금속층(300)의 표면을 매끄럽게 증착할 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0059] 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은 상기 제1금속산화물(200) 및 금속층(300)에 의하여 증착되는 AgO/Ag 하이브리드 구조를 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 투명전극(1)은 상기 AgO/Ag 하이브리드 구조를 포함하는 경우에 산화반응이 촉진될 수 있고, 상기 산화반응에 의하여 전체적으로 내부에 흐르는 전류가 보다 용이하게 흐를 수 있다.
- [0061] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, AgO/Ag 하이브리드 구조를 포함하고 있어 전체적인 전류 흐름이 개선되어, 광학적 특성 및 전기적 특성이 향상될 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 금속층(300)은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 50nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 2 내지 12nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0064] 상기 금속층(300)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0066] 상기 제2금속산화물층(400)은 상기 금속층(300)의 상측에 배치되는 구성에 해당한다.
- [0067] 바람직하게는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제2금속산화물층(400)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide), 및 AgO 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 더욱 바람직하게는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제2금속산화물층(400)은 AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)를 포함할 수 있다.
- [0069] 상기 제2금속산화물층(400)은 1 내지 1000nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 500nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 1 내지 100nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0070] 상기 제2금속산화물층(400)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0072] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 제1금속산화물층(200), 금속층(300), 및 제2금속산화물층(400)이 연속적으로 적층된 층상구조를 포함하여 상기 층상구조의 상기 제1금속산화물층(200) 및 상기 제2금속산화물층(400)이 상기 금속층(300)의 산화 등의 열화를 방지하고 있어 투명전극(1)의 전기적 특성을 유지하고, 내구성을 증대시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0073] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 상기 층상구조에서 금속층(300)에 표면 플라즈몬 효과가 발생할 수 있어, 단일 박막구조를 가지는 전극 대비 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0075] 한편 상기 투명전극(1)은 상기 층상구조에 의하여 우수한 투과율, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있다.
- [0076] 바람직하게는, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은 500 내지 600nm의 파장범위에서 75 내지 95%의 투과율값을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 99%의 투과율값을 가지고, 0.1 내지 100 $\Omega/\square$ 의 표면저항값을 가지고, 및 1 내지 40dB의 전자과차폐계수를 가질 수 있다. 더욱 바람직하게는 본 발명의 일 실시예에서 상기 투명전극(1)은 500 내지 600nm의 파장범위에서 80 내지 95%의 투과율값을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 99%의 투과율값을 가지고, 1 내지 7 $\Omega/\square$ 의 표면저항값을 가지고, 및 28 내지 40dB의 전자과차폐계수를 가질 수 있다. 또는 더욱 바람직하게는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은 500 내

지 600nm의 파장범위에서 80 내지 85%의 투과율을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 90%의 투과율을 가지고, 3.3 내지 6.7Ω/Å의 표면저항값을 가지고, 및 29.54 내지 34.54dB의 전자파차폐계수를 가질 수 있다.

[0077] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에서, AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는 투명전극(1)을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.

[0079] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 특성에 관한 사항, 및 관련 실험내용에 대하여 상세하게 서술하기로 한다.

[0081] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200) 형성시의 O₂유량에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

[0083] 전술한 바와 같이 상기 제1금속산화물층(200)은 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 증착될 수 있다.

[0084] 본 실험에서는 상기 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200) 형성시의 O₂유량에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대하여 분석했다.

[0085] 구체적으로 본 실험에서는, 금속층(300)을 5nm의 두께를 가지도록 형성하고, 스퍼터링공정 수행 시 O₂유량을 1 내지 8sccm으로 각각 조절하여 형성된 제1금속산화물층(200)을 포함하는 복수의 투명전극(1)을 형성한 후에, 도 2에서와 같이 상기 복수의 투명전극(1) 각각의 광학적 특성 및 전기적 특성을 확인하였다.

[0086] 이때 상기 투명전극(1)은 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않는다.

[0088] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 투명전극(1)은 550nm의 파장값에서, 1 내지 5sccm의 범위에서 O₂유량을 가변하는 경우에는 투과율값이 상기 O₂유량이 증가할수록 급격히 증가하고, Ag증착시 5sccm 이상의 O₂유량이 가해지는 경우에는 투과율값이 점차 완만하게 증가한다.

[0089] 또한 상기 투명전극(1)은 O₂유량을 3sccm까지 증가시키는 경우에는 표면저항값이 크게 향상(감소)되었고, O₂유량을 3sccm 이상으로 가한 이후부터는 표면저항값이 증가함으로써 전기적 특성이 저하된다.

[0091] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200)의 스퍼터링공정시간에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

[0093] 본 실험에서는 상기 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200)의 스퍼터링공정시간에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대하여 분석했다.

[0094] 구체적으로 본 실험에서는, 금속층(300)을 5nm의 두께를 가지도록 형성하고, 3sccm의 O₂유량에서 각각 10초, 20초, 30초, 40초 동안 스퍼터링공정을 통해 형성되는 제1금속산화물층(200)을 포함하는 복수의 투명전극(1)을 형성한 후에, 도 3에서와 같이 상기 복수의 투명전극(1) 각각의 제1금속산화물층(200)의 스퍼터링공정시간에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성을 확인하였다.

[0095] 이때 상기 투명전극(1)은 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않는다.

- [0097] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에서 상기 투명전극(1)은 550nm의 파장값에서, 스퍼터링공정시간이 20초 이하인 경우에 매우 낮은 투과율값을 가지고, 스퍼터링공정시간이 30초 이상인 경우에 급격히 향상된 투과율값을 가진다.
- [0098] 한편 본 발명의 일 실시예에서 상기 투명전극(1)은 스퍼터링공정시간이 10초인 경우에 매우 높은 표면저항값을 가지고, 스퍼터링공정시간이 20초 이상인 경우에 매우 낮은 표면저항값을 가진다.
- [0100] 한편 본 발명은 높은 투과율값 및 낮은 표면저항값을 갖는 필름을 제작하는 것을 목표로 한다.
- [0101] 본 발명은 상기 목표를 달성하기 위하여 전술한 도 2 및 도 3에서와 같은 실험을 수행했고, 도 2 및 도 3을 통해 상기 투명전극(1)은 1 내지 500sccm의 O₂유량 및 1 내지 100초 동안 스퍼터링공정을 수행하여 형성된 상기 제1금속산화물층(200)을 포함하는 경우에, 바람직하게는 3 내지 5sccm의 O₂유량이 가해지는 상태에서 30 내지 40초간 스퍼터링공정을 수행하여 형성된 제1금속산화물층(200)을 포함하는 경우에 가장 우수한 특성을 가지는 것을 확인했다.
- [0103] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200)의 O₂유량 및 금속층(300)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, O₂유량별 금속층(300)의 두께에 따른 광학적 특성, 및 O₂유량별 금속층(300)의 두께에 따른 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0105] 전술한 바와 같이 상기 투명전극(1)은 3 내지 5sccm의 O₂유량이 가해지는 상태에서 30 내지 40초간 스퍼터링공정을 수행하여 형성된 상기 제1금속산화물층(200)을 포함하는 경우에 가장 우수한 특성을 가진다.
- [0106] 이때 상기 제1금속산화물층(200)은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 8nm의 두께를 가지는 것이 바람직하다.
- [0108] 본 실험에서는 상기 투명전극(1)의 상기 금속층(300)의 두께 가변에 따른 상기 투명전극(1)의 광학적 특성 및 전기적 특성에 대하여 분석했다.
- [0109] 구체적으로 본 실험에서는, 상기 제1금속산화물층(200)을 8nm의 두께를 가지도록 형성하되, 3sccm의 O₂유량을 가하여 제1금속산화물층(200)을 형성하는 경우에 각각 2.5nm, 5nm, 7.5nm, 10nm, 12.5nm의 두께를 가지도록 형성된 복수의 금속층(300) 각각을 포함하는 복수의 투명전극(1)을 형성하고, 4.5sccm의 O₂유량을 가하여 제1금속산화물층(200)을 형성하는 경우에 각각 2.5nm, 5nm, 및 7.5nm의 두께를 가지도록 형성된 복수의 금속층(300) 각각을 포함하는 복수의 투명전극(1)을 형성한 후에, 도 4에서와 같이 상기 투명전극(1)의 상기 제1금속산화물층(200)의 O₂유량 및 금속층(300)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, O₂유량별 금속층(300)의 두께에 따른 광학적 특성, 및 O₂유량별 금속층(300)의 두께에 따른 전기적 특성을 확인하였다.
- [0110] 이때 상기 투명전극(1)은 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않는다.
- [0112] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 상기 제1금속산화물층(200) 증착시의 O₂유량 및 상기 금속층(300)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성에 대한 사항들을 도시하고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200) 증착시의 O₂유량별 상기 금속층(300)의 두께에 따른 광학적 특성에 대한 사항들을 도시하고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200) 증착시의 O₂유량별 상기 금속층(300)의 두께에 따른 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0113] 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 4.5sccm의 O₂유량을 가하여 형성된 제1금속산화물층(200) 및 2nm 두께의 금속층(300)을 포함하는 경우를 제외하고, 금속층(300)의 두께

가 두꺼워질수록 투과율값 및 표면저항값이 감소된다.

- [0115] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, AgO를 포함하는 상기 제1금속산화물층(200)의 상측에 Ag를 포함하는 상기 금속층(300)을 배치하는 AgO/Ag의 하이브리드 구조를 포함하고 있어 우수한 전기전도도를 구현하고, 얇은 두께의 금속층(300)을 가지는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0116] 이때 상기 투명전극(1)의 상기 금속층(300)은, 4 내지 8nm의 두께를 가지는 것이 바람직하다.
- [0118] 즉 전술한 도 2 내지 도 4에서와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)은 AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자파 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0120] 한편 본 발명은 최소의 금속층(300)의 두께를 가지는 투명전극(1)이 높은 투과율 및 낮은 표면저항을 확보하는 것을 목표로 한다.
- [0121] 이하에서는 상기 제1금속산화물층(200)을 형성하는 경우에 상기 금속층(300)을 5nm의 두께를 갖도록 형성하기로 한다.
- [0123] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 광학적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0125] 본 실험에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 상기 제2금속산화물층(400) 종류에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대하여 분석했다.
- [0126] 구체적으로 본 실험에서는, 상기 제1금속산화물층(200)을 8nm의 두께를 가지도록 형성하고 상기 금속층(300)을 5nm의 두께를 가지도록 형성한 상태에서, 상기 제2금속산화물층(400)을 30nm의 두께를 가지도록 복수의 투명전극(1)을 형성한 후에, 도 5에서와 같이 상기 복수의 투명전극(1) 각각의 광학적 특성을 확인하였다.
- [0127] 이때 상기 복수의 투명전극(1)은 상기 제2금속산화물층(400)의 성분이 서로 상이하고, 보다 상세하게는 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않거나, ITO(Indium Tin Oxide)를 포함하는 제2금속산화물층(400)을 포함하거나, AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)를 포함하는 제2금속산화물층(400)을 할 수 있다.
- [0129] 상기 복수의 투명전극(1) 각각은 상층부에 제2금속산화물층(400)이 형성되는 구조를 가지고 있어, 전술한 도 2 내지 도 4에서의 투명전극(1)(참고로, 도 2 내지 도 4에서의 투명전극(1)은 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않았음) 대비 입사광의 반사를 최소화하고, 넓은 에너지밴드갭을 가질 수 있어, 전체적인 투과율을 향상시킬 수 있다.
- [0131] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 파장에 따른 광학적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0132] 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하였을 경우에 380 내지 825nm 파장범위에서 높은 투과율값을 가지고, 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않았을 경우에 380 내지 825nm 파장범위에서 낮은 투과율값을 가진다.
- [0133] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)를 포함한 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하였을 경우에, ITO(Indium Tin Oxide)를 포함한 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하였을 경우보다 380 내지 825nm 파장범위에서 더 높은 투과율값을 가진다.
- [0134] 즉 상기 투명전극(1)은 상기 제2금속산화물층(400)이 증착되지 않은 상태일 때보다는, AZO 혹은 ITO를 포함하는 제2금속산화물층(400)이 상층부에 형성되는 경우에 자외선 및 가시광 투과율을 향상시킬 수 있다.
- [0135] 또한 AZO를 포함하는 제2금속산화물층(400) 및 ITO를 포함하는 제2금속산화물층(400) 각각의 자외선 파장대의

투과율은 서로 대응되나, 상기 AZO를 포함하는 제2금속산화물층(400)의 경우 가시광 파장대의 투과율에서 상기 ITO를 포함하는 제2금속산화물층(400) 대비 비교적 우수한 특성이 나타남을 확인할 수 있다.

- [0137] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제2금속산화물층(400)의 성분과 따른 광학적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0138] 도 8에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, AZO를 포함한 제2금속산화물층(400)을 포함하였을 경우에 550nm 파장값에서 가장 높은 81.59%의 투과율값을 가진다.
- [0139] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide) 중 어느 하나를 포함한 상기 제2금속산화물층(400)을 포함한 경우 및 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하지 않은 경우 모두 $11\Omega/\square$ 이하의 낮은 표면저항값을 가진다.
- [0141] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에서, 금속층(300)의 상층에 상기 제2금속산화물층(400)을 배치하는 구조를 통해 입사광의 반사를 최소화하고, 넓은 에너지 밴드갭을 확보함으로써, 단일 박막 대비 우수한 투과율 및 표면저항값을 가지는 투명전극(1)을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0142] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 투명전극(1)이 AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)를 포함하는 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하는 경우에 전자과 차폐 필름으로서 사용되기에 가장 우수하다.
- [0144] 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제2금속산화물층(400)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, 및 두께에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0146] 본 실험에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 상기 제2금속산화물층(400) 두께에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성을 분석했다.
- [0147] 구체적으로 본 실험에서는, 상기 제1금속산화물층(200)을 8nm의 두께를 가지도록 형성하고, 상기 금속층(300)을 5nm의 두께를 가지도록 형성하고, 상기 금속층(300)의 상층에 Ag0를 포함하는 제2금속산화물층(400)을 형성한 상태에서, 13.5nm, 22.5nm, 31.5nm, 40.5nm, 49.5nm의 두께를 가지도록 형성된 복수의 제2금속산화물층(400) 각각을 포함하는 복수의 투명전극(1)을 형성한 후에, 도 6에서와 같이 상기 복수의 투명전극(1) 각각의 제2금속산화물층(400)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성, 및 두께에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성을 확인하였다.
- [0149] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)의 제2금속산화물층(400)의 두께별 파장에 따른 광학적 특성에 대한 사항들을 도시한다.
- [0150] 도 9에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 380 내지 825nm의 파장범위의 투과율값은, 13.5 내지 40.5nm 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 증가하고, 49.5nm 이상 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 감소한다.
- [0151] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 상기 투명전극(1)의 짧은 파장 대역의 투과율값은 감소하고, 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 상기 투명전극(1)의 긴 파장 대역의 투과율값은 증가한다.
- [0152] 본 발명의 일 실시예에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 증가할수록 상기 투명전극(1)의 최대투과율지점(Peak transmittance point)은 장파장 방향으로 이동한다.
- [0154] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 제1금속산화물층(200)/금속층(300)/제2금속산화물층(400) 구조를 포함하고 있어, 제2금속산화물층(400)의 두께 조절을 통해 최대 투과 영역을 조절가능한 효과를 발휘할 수 있다.

[0156] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제2금속산화물층(400)의 두께에 따른 광학적 특성 및 전기적 특성에 대한 사항들을 도시한다.

[0157] 도 10에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에서 상기 투명전극(1)의 380 내지 825nm의 파장범위의 투과율값은, 40.5nm 이하 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 증가하고, 49.5nm 이상 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 감소한다.

[0158] 또한 본 발명의 일 실시예에서 상기 투명전극(1)의 표면저항값은 30.5nm 이하 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 감소하고, 40.5nm 이상 범위에서 상기 제2금속산화물층(400)의 두께가 두꺼워질수록 증가하고, 상기 투명전극(1)이 30.5nm 두께의 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하는 경우의 표면저항값과 상기 투명전극(1)이 40.5nm 두께의 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하는 경우의 표면저항값의 차이는 0.1Ω/□이다.

[0160] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 제1금속산화물층(200)/금속층(300)/제2금속산화물층(400)의 구조를 포함하고 있어 우수한 광학적 특성 및 전기적 특성을 구현하는 투명전극(1)을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.

[0161] 이때의 상기 투명전극(1)은, 40.5nm 두께의 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하고, 825nm 파장범위에서 83.7%의 투과율값을 가지고, 6.5 Ω/□의 표면저항을 가진다.

[0163] 표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 전극(1) 및 종래의 투명전극의 특성 비교에 대한 사항들을 도시한다.

표 1

[0164]	샘플	550nm 파장값의 투과율 [%]	표면저항 [Ω/□]	전자파차폐계수 [dB]
①	PET/AgO(8nm)/Ag(5nm)/AZO(40.5nm)	83.7	6.5±0.2	29.54
②	PET/AgO(8nm)/Ag(10nm)/AZO(40.5nm)	72.8	3.6±0.3	34.54
③	PET/AZO(30nm)/Ag(10nm)/AZO(30nm)	66.8	10.7±0.3	25.39
④	PET/ITO(30nm)/Ag(10nm)/ITO(40nm)	83	7.5±0.2	28.34

[0165] 샘플 ① 및 샘플 ②는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명전극(1)에 해당하고, 샘플 ③ 및 샘플 ④는 금속산화물층/금속층/금속산화물층 구조를 가지는 종래의 투명전극에 해당한다.

[0166] 표 1은 샘플 ① 내지 샘플 ④의 550nm 파장값에서 투과율값, 표면저항값, 및 표면저항값에 따른 전자파차폐계수를 요약하였다.

[0167] 이때 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 제1금속산화물층(200), 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 제2금속산화물층(400), 및 상기 종래의 투명전극의 금속산화물층은 각각 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide), 및 AgO를 포함할 수 있고, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)의 금속층(300) 및 상기 종래의 투명전극의 금속층은 모두 Ag를 포함할 수 있다. 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1) 및 상기 종래의 투명전극은 최대 80nm의 두께를 가진다.

[0168] 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1) 및 상기 종래의 투명전극은, 전자파차폐계수값이 20 dB일 때는 전자파를 99% 차폐하고, 전자파차폐계수값이 30 dB일 때는 전자파를 99.9% 차폐한다. 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1) 및 상기 종래의 투명전극의 전자파차폐계수는 아래의 식을 통해 산출할 수 있다.

[0169]
$$SE = 20 \log \left\{ 1 + \frac{Z_o}{2R_s} \right\} [dB]$$

- [0170] 이때 Z_0 는 자유 공간의 파동 임피던스(376.7Ω), R_s 는 표면저항을 나타낸다.
- [0172] 표 1에 도시된 바에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)로서 상기 샘플 ① 및 상기 샘플 ②는, 상업적인 전자파차폐필름으로 사용될 수 있다. 이때 상기 상업적인 전자파차폐필름은, 20dB 초과와 전자파차폐계수값을 갖는다.
- [0173] 한편 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)로서 상기 샘플 ①은, 상기 샘플 ②보다 11% 높은 550nm 파장값에서 투과율값을 가지고, 5nm 얇은 금속층(300)의 두께를 가진다.
- [0174] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)로서 상기 샘플 ①은, 상기 샘플 ②보다 우수한 전자파차폐기능을 가진 투명전극(1)을 제공할 수 있다.
- [0176] 표 1에 도시된 바에 따르면 상기 종래의 투명전극에 해당하는 상기 샘플 ③은, 상기 샘플 ① 및 샘플 ② 보다 낮은 550nm 파장값에서 투과율값 및 표면저항값을 가진다. 이때 상기 샘플 ③의 금속산화물층은 Ag₂O를 포함하지 않는다.
- [0177] 또한 상기 종래의 투명전극에 해당하는 상기 샘플 ④은, 상기 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)에 해당하는 상기 샘플 ① 보다 0.7% 낮은 550nm 파장값에서 투과율값을 가지고, $0.9\Omega/\square$ 낮은 표면저항값, 및 1.2dB 낮은 전자파차폐계수값을 가진다.
- [0179] 즉 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은, 상기 종래의 투명전극보다 우수한 광학적 특성 및 전기적 특성을 가진 투명전극(1)을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0180] 이때 상기 투명전극(1)은 550nm 파장값에서 87%의 투과율값을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 89.2%의 투과율값을 가지고, $6.5\Omega/\text{\AA}$ 의 표면저항값을 가지고, 및 29.54dB의 전자파차폐계수를 가진다.
- [0182] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속산화물 기반의 투명전극(1)의 제조방법에 대하여 상세하게 서술하기로 한다.
- [0184] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속산화물 기반의 투명전극(1)의 제조방법으로서, 기판층(100)을 배치하는 단계; 상기 기판층(100) 위에 Ag₂O를 포함하는 제1금속산화물층(200)을 배치하는 단계; 상기 제1금속산화물층(200) 위에 Ag를 포함하는 금속층(300)을 배치하는 단계; 및 상기 금속층(300) 위에 제2금속산화물층(400)을 배치하는 단계;를 포함하고, 상기 제1금속산화물층(200)은 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 증착되는, 투명전극(1)의 제조방법을 포함할 수 있다.
- [0186] 상기 기판층(100)을 배치하는 단계는, 투명전극(1)의 기판에 해당하는 구성으로서 상측으로 복수의 박막층이 증착될 수 있는 기판층(100)을 배치하는 단계에 해당한다.
- [0187] 이때 상기 기판층(100)은 PET(Polyethylene terephthalate)를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0189] 상기 기판층(100) 위에 Ag₂O를 포함하는 제1금속산화물층(200)을 배치하는 단계는, 도 1에 도시된 바와 같은 연속적으로 배치되는 층상구조의 가장 아래층에 해당하는 구성으로서 금속산화물로 구성되는 박막층에 해당하는 상기 제1금속산화물층(200)을 배치하는 단계에 해당한다.
- [0190] 이때 상기 제1금속산화물층(200)은 Ag₂O를 포함하는 것이 바람직하다.

- [0192] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제1금속산화물층(200)은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 O₂유량, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 1 내지 100초 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0193] 바람직하게는 1 내지 500W의 파워, 1 내지 100sccm의 O₂유량, 1 내지 100sccm의 Ar유량, 및 1 내지 100mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 1 내지 50초 수행할 수 있다. 더욱 바람직하게는 1 내지 100W의 파워, 1 내지 10sccm의 O₂유량, 1 내지 10sccm의 Ar유량, 및 1 내지 10mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 10 내지 40초 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0194] 이와 같은 단계에 의하여 상기 제1금속산화물층(200)은 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 20nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 2 내지 8nm의 두께를 가진다.
- [0195] 상기 제1금속산화물층(200)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자파차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0197] 한편 상기 기판층(100) 위에 AgO를 포함하는 제1금속산화물층(200)을 배치하는 단계에서는, 스퍼터링공정을 통해 Ag증착시 O₂를 공급함으로써 상기 제1금속산화물층(200)을 증착하는 것이 바람직하다. 상기 제1금속산화물층(200)은 Ag증착시 O₂를 공급하여 생성한 물질(AgO)을 박막 형태로 사용하는 경우에 O₂유량이 증가함에 따라 투명전극(1)의 투과율을 증가시킬 수 있어, 상기 투명전극(1)의 산화물층으로서 활용될 수 있다.
- [0199] 상기 제1금속산화물층(200) 위에 Ag를 포함하는 금속층(300)을 배치하는 단계는, 상기 제1금속산화물층(200)의 상층에 배치되는 구성으로서 투자율 및 전기전도도가 높고 두께가 얇으면서 높은 자성체 혹은 유전체 소재에 해당하는 상기 금속층(300)을 배치하는 단계에 해당한다.
- [0200] 이때 상기 금속층(300)은 Ag를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0202] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 금속층(300)은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다. 바람직하게는 1 내지 500W의 파워, 1 내지 100sccm의 Ar유량, 및 1 내지 100mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다. 더욱 바람직하게는 1 내지 100W의 파워, 1 내지 10sccm의 Ar유량, 및 1 내지 10mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다.
- [0203] 이와 같은 상기 제1금속산화물층(200) 위에 상기 금속층(300)을 배치하는 단계에 의하여 상기 금속층(300)은, 1 내지 100nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 50nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 2 내지 12nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0204] 상기 금속층(300)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자파차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0206] 상기 금속층(300) 위에 제2금속산화물층(400)을 배치하는 단계는, 상기 금속층(300)의 상층에 배치되는 구성으로서 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide), 및 AgO 중 어느 하나를 포함하는 상기 제2금속산화물층(400)을 포함하는 단계이다.
- [0207] 이때 상기 제2금속산화물층(400)은 AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide)를 포함하는 것이 가장 바람직하다.
- [0208] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제2금속산화물층(400)은, 1 내지 1000W의 파워, 1 내지 500sccm의 Ar유량, 및 1 내지 1000mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다. 바람직하게는 1 내지 500W의 파워, 1 내지 100sccm의 Ar유량, 및 1 내지 100mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다. 더욱 바람직하게는 1 내지 100W의 파워, 1 내지 10sccm의 Ar유량, 및 1 내지 10mTorr의 공정압력 하에서, 스퍼터링공정을 수행함으로써 증착될 수 있다.

- [0209] 이와 같은 단계에 의하여 상기 제2금속산화물층(400)은 1 내지 1000nm의 두께를 가지고, 바람직하게는 1 내지 500nm의 두께를 가지고, 더욱 바람직하게는 1 내지 100nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0210] 상기 제2금속산화물층(400)의 두께는 상기 투명전극(1)이 우수한 전기전도도, 낮은 표면저항값, 및 우수한 전자과차폐계수를 가질 수 있도록 하는 두께에 해당한다.
- [0212] 즉 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 투명전극(1)은 상기와 같은 단계에 의하여 증착될 수 있고, 1 내지 1000nm의 두께를 가지는 것이 바람직하다.
- [0213] 상기 투명전극(1)은 상기와 같은 단계에 의하여 증착됨에 따라, 500 내지 600nm의 파장범위에서 75 내지 95%의 투과율값을 가지고, 380 내지 825nm의 파장범위에서 85 내지 99%의 투과율값을 가지는 것이 바람직하다.
- [0214] 상기 투명전극(1)은 상기와 같은 단계에 의하여 증착됨에 따라, 0.1 내지 100Ω/Å의 표면저항값을 가지는 것이 바람직하다.
- [0215] 상기 투명전극(1)은 상기와 같은 단계에 의하여 증착됨에 따라, 1 내지 40dB의 전자과차폐계수를 가지는 것이 바람직하다.
- [0217] 본 발명의 일 실시예에 따르면, AgO/Ag 하이브리드 구조를 기반으로 우수한 투과성 및 전기전도도를 구현할 뿐만 아니라 우수한 전자과 차폐기능을 구현하여 전자기기에서 발생하는 전자파를 차단하면서 투명한 디스플레이를 제공할 수 있는 투명전극을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0218] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 투명전극이 AgO/Ag 하이브리드 구조를 포함하고 있어 전체적인 전류 흐름이 개선되어 광학적 특성 및 전기적 특성이 향상될 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0219] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층/금속층/금속산화물층 구조의 상측 및 하측 금속산화물층이 금속층의 산화 등의 열화를 방지할 수 있어 투명전극의 전기적 특성을 유지하고 내구성을 증대시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0220] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층/금속층/금속산화물층의 구조에서 금속층에 표면 플라즈몬 효과가 발생할 수 있어, 단일 박막구조를 가지는 전극 대비 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0221] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속층의 상측에 상기 제2금속산화물층을 배치하는 구조를 통해 입사광의 반사를 최소화하고, 넓은 에너지 밴드갭을 확보함으로써, 단일 박막 대비 우수한 투과율값 및 표면저항값을 가지는 투명전극을 제공하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0222] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 투명전극이 제1금속산화물층/금속층/제2금속산화물층의 구조를 포함하고 있어, 제2금속산화물층의 두께 조절을 통해 최대 투과 영역을 조절가능한 효과를 발휘할 수 있다.
- [0223] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속산화물층 위에 금속층을 증착함으로써 금속층의 표면 거칠기를 효과적으로 감소시킬 수 있는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0225] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

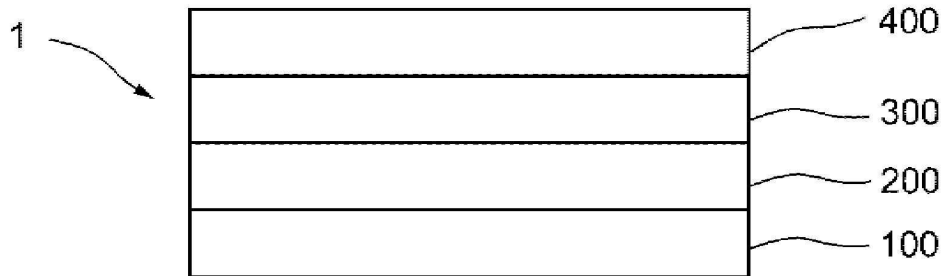
부호의 설명

- [0227] 1: 투명전극

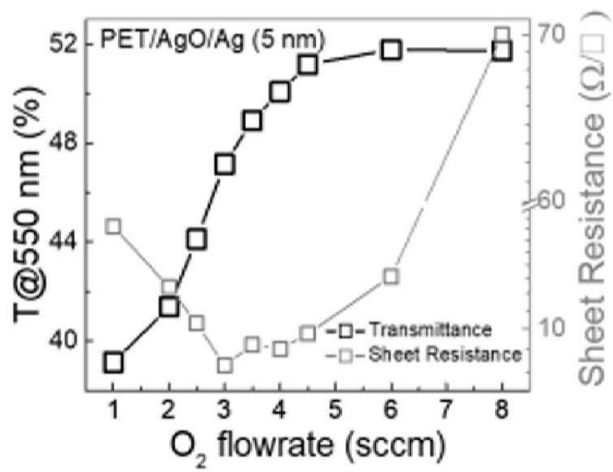
100: 기판층 200: 제1금속산화물층
300: 금속층 400: 제2금속산화물층

도면

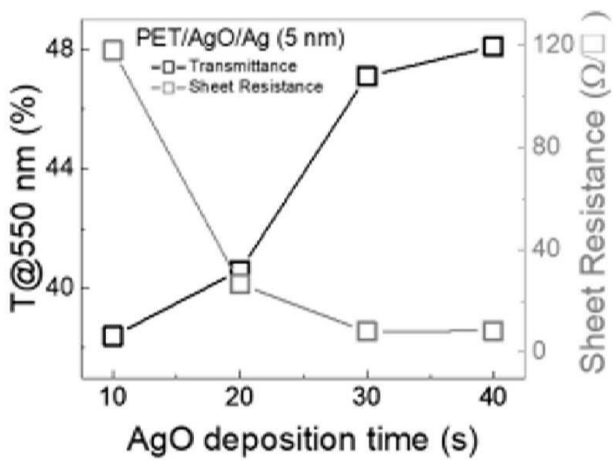
도면1



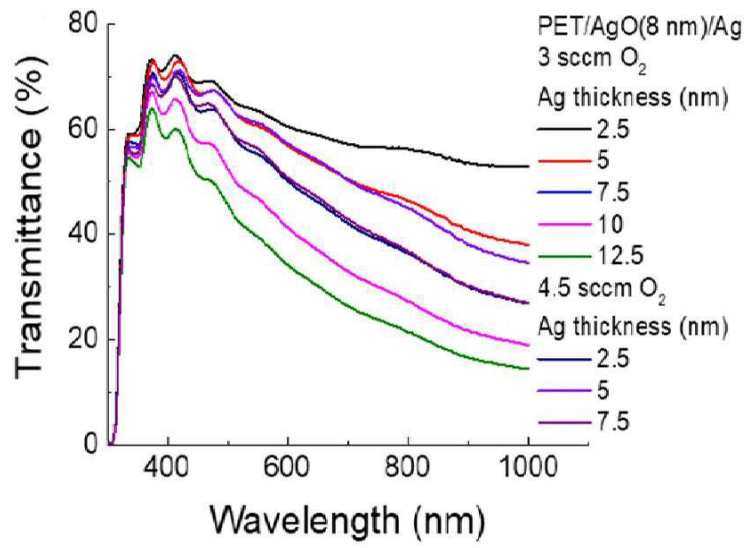
도면2



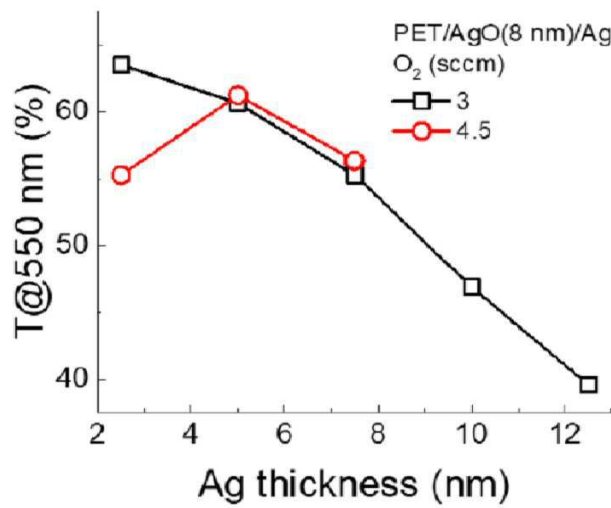
도면3



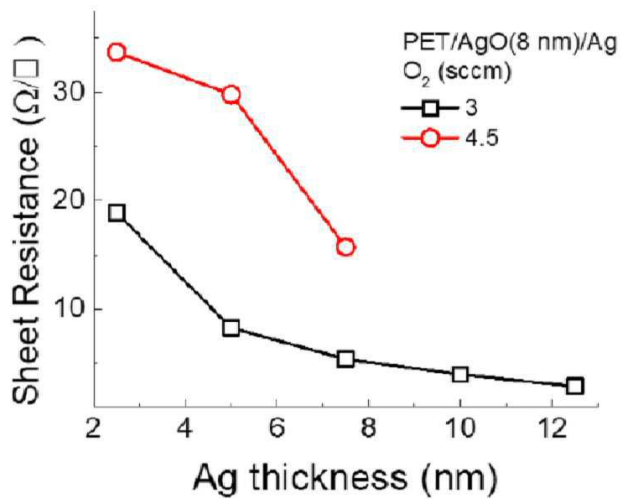
도면4



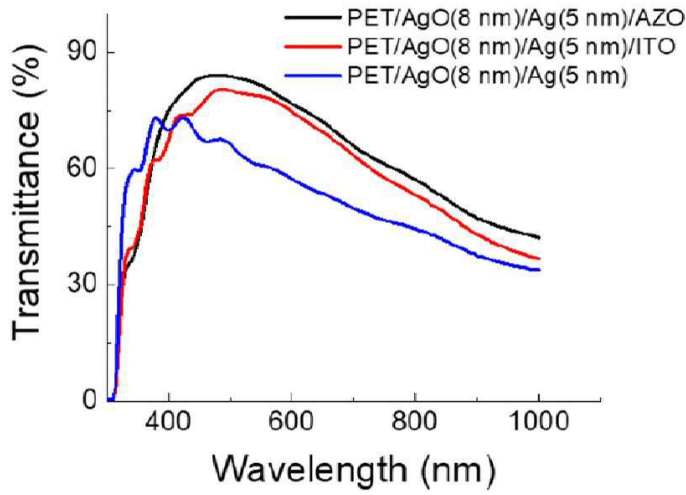
도면5



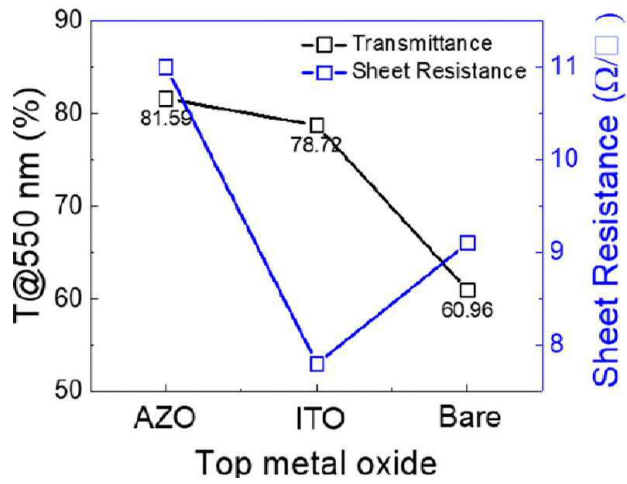
도면6



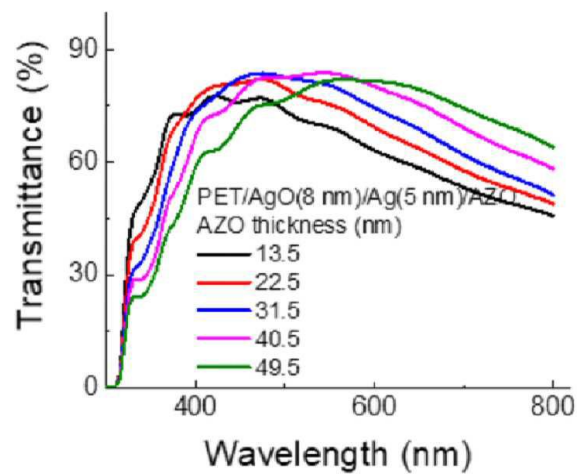
도면7



도면8



도면9



도면10

