(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0028506
(43) 공개일자 2012년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) *H01B 13/00* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0090385
(22) 출원일자 2010년09월15일
심사청구일자 2010년09월15일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김한기
경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 성지아파트 712동 602호 (영통동)
조충기
대구광역시 달성군 다사읍 서재로 120, 화진금봉타운 109동 2003호
(74) 대리인
서재승

전체 청구항 수 : 총 10 항

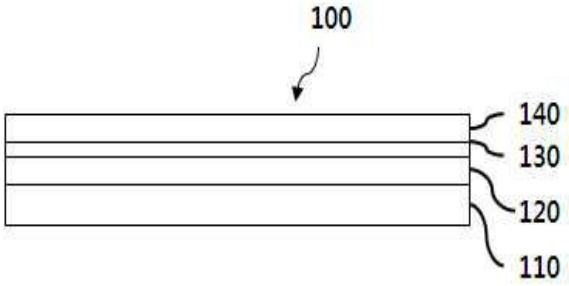
(54) 발명의 명칭 **플렉시블 다층 투명 전극의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 다층 투명 전극의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 실리콘옥시나이트라이드/은/실리콘옥시나이트라이드의 구조를 가지는 다층 투명 전극에서 실리콘옥시나이트라이드의 하부/상부 산화물층 또는 은 금속층을 스퍼터링 공정에 의해 형성시 주입되는 아르곤 기체 또는 산소 기체의 분압을 조절하여 다층 투명 전극의 전도도와 투과도를 제어할 수 있는 다층 투명 전극의 제조 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 다층 투명 전극은 실리콘옥시나이트라이드의 하부 산화물/은/실리콘옥시나이트라이드 상부 산화물을 이용함으로써, 낮은 제조 단가로 다층 투명 전극을 제조할 수 있다. 또한 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 분압에 따라 투명 전극의 전도성을 제어함으로써, 요구되는 투명 전극의 전도성을 용이하게 조절할 수 있으며, 전도성의 투명 전극과 부도성의 박막을 동일한 타겟을 이용하여 동시에 제조할 수 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	I090901
부처명	경기도
연구사업명	국제공동연구사업
연구과제명	차세대 Flexible Display 핵심 재료부품 연구
주관기관	경희대학교 산학협력단
연구기간	2009.10.01 ~ 2010.09.30

특허청구의 범위

청구항 1

산화물과 금속으로 이루어진 다층 투명 전극의 제조 방법에 있어서,

투명 기판 위에 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 하부 산화물층을 형성하는 단계;

상기 형성한 하부 산화물층의 상면에 은 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 은 금속층을 형성하는 단계; 및

상기 형성한 은 금속층의 상면에 실리콘옥시나이트라이드 타겟을 이용하여 스퍼터링 공정으로 상부 산화물층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 투명 전극의 전도도 또는 투과도는 상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 아르곤 기체 또는 산소 기체의 분압에 따라 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이하인 경우 상기 투명 전극은 도체로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이상인 경우 상기 투명 전극은 부도체로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극의 제조 방법.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 투명 전극의 투과도를 가시광선 대역에서 80% 이상으로 유지하기 위하여 상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압은 0.4sccm 이상으로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극의 제조 방법.

청구항 5

산화물과 금속으로 이루어진 다층 구조의 투명 전극에 있어서,

상기 투명 전극은

투명 기판;

상기 투명 기판의 상면에 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 형성되는 하부 산화물층;

상기 하부 산화물층의 상면에 은 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 형성되는 은 금속층; 및

상기 은 금속층의 상면에 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 형성되는 상부 산화물층을 포함하며,

상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 아르곤 기체 또는 산소 기체의 분압에 따라 상기 투명 전극의 전도도 또는 투과도가 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이하인 경우 상기 투명 전극은 도체로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이상인 경우 상기 투명 전극은 부도체로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 투명 전극의 투과도를 가시광선 대역에서 80% 이상으로 유지하기 위하여 상기 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압은 0.4sccm 이상으로 제어되는 것을 특징으로 하는 투명 전극.

청구항 9

제 5 항에 있어서, 상기 은 금속층의 두께는

8nm 내지 12nm인 것을 특징으로 하는 투명 전극.

청구항 10

제 5 항에 있어서, 상기 하부 산화물층 또는 상부 산화물층의 두께는

30nm 내지 100nm인 것을 특징으로 하는 투명 전극.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다층 투명 전극의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 실리콘옥시나이트라이드(SiON)/은(Ag)/실리콘옥시나이트라이드의 구조를 가지는 다층 투명 전극에서 실리콘옥시나이트라이드 타겟을 이용하여 하부/상부 산화물층 또는 은 타겟을 이용하여 은 금속층을 스퍼터링 공정에 의해 형성시 주입되는 아르곤 기체 또는 산소 기체의 분압을 조절하여 다층 투명 전극의 전도도와 투과도를 제어할 수 있는 다층 투명 전극의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 급속도로 발전해 가는 나노 기술, 정보 기술 및 디스플레이 기술로 인하여 언제 어디서나 정보를 접할 수 있는 유비쿼터스 시대로 접어 들고 있으며, 이에 따라 휴대가 간편하고 이동성을 가진 모바일 정보 전자 기기의 필요성이 증가되고 있다. 이러한 유비쿼터스 시대를 실현하는 정보화 기기로써 변형이 자유롭고 유연하며 가벼워 휴대가 간편한 플렉시블 정보전자 기기의 필요성이 날로 커지고 있다.

[0003] 플렉시블 디스플레이, 플렉시블 트랜지스터, 플렉시블 터치패널, 플렉시블 태양 전지로 대표되는 플렉시블 정보전자 기기는 모두 인듐주석산화물(ITO:Indium Tin Oxide)로 대표되는 플렉시블 투명 전극을 전극으로 사용하여 전류 또는 빛을 제어하게 된다.

[0004] 플렉시블 투명 전극이란 PET, PES, PEN과 같은 플렉시블 기판 상에 성막시킨 전극으로 높은 전도도와 가시광 영역(400nm 내지 700nm)에서 80% 이상의 높은 투과도를 가지며, 높은 유연성을 갖기 때문에 플렉시블 정보전자 기기의 전극으로 응용이 가능하다.

[0005] 현재 플렉시블 투명 전극으로 응용이 가능한 소재로는 여러 가지 투명 전도 산화물(Transparent conducting oxide), 탄소나노튜브, 그래핀, 고분자 전도체가 알려져 있으며, 인듐주석산화물 박막이 대표적으로 사용되고 있다. 그러나 인듐주석산화물은 고가의 인듐을 사용하기 때문에 제조 단가가 비싸다. 더욱이 인듐주석산화물을 투명전극으로 사용하기 위하여 높은 열처리 공정이 필수적으로 필요하여 플렉시블 투명 전극을 제조하기 위해서는 높은 열처리 공정을 극복할 수 있는 고가의 플렉서블 기판을 사용하여 제조 단가가 더욱 상승하게 된다

는 문제점을 가진다. 한편, 투명 전도 산화물(AZO, GZO 등), 탄소나노튜브, 그래핀, 고분자 전도체를 투명 전극으로 사용할 수 있는 응용 가능성에 대해 알려져 있지만 현재 상용화하는데 해결해야할 많은 문제점을 가지고 있다.

[0006] 단층 ITO 투명 전극 또는 여러 투명 전극 소재가 가지는 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 다층 투명 전극에 대한 연구가 진행되고 있다. 다층 플렉시블 투명 전극은 산화물/금속/산화물의 구조를 가지는데, 최근까지 보고된 다층 플렉시블 투명 전극으로 ITO/Ag/ITO, ITO/Cu/ITO, AZO/Ag/AZO, GZO/Ag/GZO, IZO/Ag/IZO, IZTO/Ag/IZTO의 성분으로 구성된다. 그러나 최근까지 보고된 다층 플렉시블 투명 전극은 여전히 대부분 인듐주석산화물을 사용하여야 하거나 전도성이 있는 고가의 투명 산화물(AZO, GZO)을 사용하여야 한다는 문제점을 가진다.

[0007] 한편 지금까지 투명 전극 소재의 연구와 개발은 전도성을 가지는 투명 전극 소재에만 집중되어 있으며, 전도성과 부도성의 성질을 공정 조건에 따라 제어할 수 있는 투명 전극 소재에 대해서는 알려진 바가 없다. 투명 전극 소재를 공정 조건에 따라 전도성과 부도성을 가지도록 제어하는 경우 플렉시블 디스플레이를 보다 용이하고 간단한 공정으로 저렴하게 제조할 수 있는데, 예를 들어 도 1을 참고로 통상의 유기 발광 다이오드(OLED, Organic Light Emitting Diodes)를 살펴본다.

[0008] 도 1에 도시되어 있는 종래 유기 발광 다이오드(1)는 플렉시블 기판(10), 플렉시블 기판(10)의 상면에 형성되는 애노드 투명 전극(20), 애도드 투명 전극(20)의 상면에 형성되는 유기화합물층(30), 유기화합물층(30)의 상면에 형성되는 캐소드 투명 전극(40)으로 구성된다. 플렉시블 기판(10)에 제조된 유기 발광 다이오드에는 산소와의 접촉을 방지하기 위하여 박막(50)을 형성한다. 박막(50)은 캐소드 투명 전극(40)과의 절연을 위하여 전기가 통하지 않는 절연체로 형성되어야 하기 때문에 투명 전극(20, 40)과는 다른 절연 소재로 박막(50)을 형성하여야 한다. 따라서 투명 전극(20, 40)의 제조 공정과는 다른 별도의 공정을 통해 박막(50)을 형성하여야 하는 불편함이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 새로운 소재의 다층 투명 전극으로 공정 조건에 따라 다층 투명 전극의 전도도 또는 투과도를 제어할 수 있는 다층 투명 전극을 제안한다. 이를 통해 종래 투명 전극이 가지는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 목적은 높은 전도도와 투과도를 가지며 동시에 우수한 유연성을 가지는 다층 투명 전극의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 인듐을 사용하지 않아 저렴하게 다층 투명 전극을 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 공정 조건에 따라 전도도 또는 투과도를 제어하여 간단한 공정과 저렴한 제조 비용으로 플렉시블 디스플레이용 투명 전극을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 다층 투명 전극의 제조 방법은 투명 기판 위에 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 하부 산화물층을 형성하는 단계와, 형성한 하부 산화물층의 상면에 은 타켓을 이용하여 스퍼터링 공정으로 은 금속층을 형성하는 단계와, 형성한 은 금속층의 상면에 실리콘옥시나이트라이드 타겟을 이용하여 스퍼터링 공정으로 상부 산화물층을 형성하는 단계를 포함하며, 투명 전극의 전도도 또는 투과도는 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상기 상부 산화물층 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 아르곤 기체 또는 산소 기체의 분압에 따라 제어되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이하인 경우 투명 전극은 도체로 제어되며, 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압이 0.6sccm 이상인 경우 투명 전극은 부도체로 제어된다. 바람직하게, 하부 산화물층, 은 금속층 또는 상부 산화물층의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 기체의 분압은 0.4sccm 내지 0.6sccm인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 다층 투명 전극의 제조 방법은 종래 투명 전극과 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.

[0015] 첫째, 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 실리콘옥시나이트라이드의 하부 산화물/은/실리콘옥시나이트라이드 상부 산화물을 이용함으로써, 낮은 제조 단가로 다층 투명 전극을 제조할 수 있다.

[0016] 둘째, 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 실리콘옥시나이트라이드/은/실리콘옥시나이트라이드의 구조를 가지도록 통상의 스퍼터링 공정을 통해 제조함으로써, 다층 투명 전극을 제조하기 위한 별도의 장비가 필요하지 않아 간편하고 저렴하게 제조할 수 있다.

[0017] 셋째, 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 분압에 따라 투명 전극의 전도도 또는 투과도를 제어함으로써, 요구되는 투명 전극의 전도도 또는 투과도를 용이하게 조절할 수 있다.

[0018] 넷째, 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 스퍼터링 공정시 주입되는 산소 분압에 따라 투명 전극의 전도도를 제어함으로써, 전도성의 투명 전극과 부도성의 박막을 동일한 타겟을 이용하여 동시에 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 통상의 유기 발광 다이오드(OLED, Organic Light Emitting Diodes)의 구조를 도시하고 있다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 투명 전극의 단면도를 도시하고 있다.

도 3은 본 발명에 따른 투명 전극의 전도성 또는 투과도를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 다층 투명 전극에서 산소 분압에 따라 제어되는 다층 투명 전극의 전도도를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명에 따른 다층 투명 전극에서 산소 분압에 따라 제어되는 다층 투명 전극의 투명도를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 다층 투명 전극에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 투명 전극의 단면도를 도시하고 있다.

[0022] 도 2를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 투명 기판(110)의 상면에 실리콘옥시나이트라이드(SiON)로 이루어진 하부 산화물층(120)이 형성되어 있으며, 하부 산화물층(120)의 상면에 금속층(130)이 형성되어 있다. 바람직하게 금속층(130)은 은(Ag) 재질인 것을 특징으로 한다. 한편, 금속층(130)의 상면에 실리콘옥시나이트라이드(SiON)로 이루어진 상부 산화물층(140)이 형성되어 있다. 여기서 하부 산화물층(120)과 상부 산화물층(140)은 동일한 두께 또는 서로 다른 두께로 형성될 수 있으며 이는 본 발명의 범위에 속한다.

[0023] 여기서 투명 기판(110)은 투명 기판(110) 위에 제조되는 투명 전극을 지지하기 위한 모재 기판으로, 유연성이 없는 유리 기판, 사파이어 기판과 같은 투명 기판이 사용되거나 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌술폰(PES), 폴리이미드(PI), 폴리아릴레이트(PAR), 폴리싸이클릭올레핀(PCO), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 가교형 에폭시(crosslinking type epoxy), 가교형 우레탄 필름(crosslinking type urethane)와 같은 플렉시블 투명 기판이 사용될 수 있다. 바람직하게 본 발명에 따른 다층 투명 전극을 플렉시블 투명 전극으로 제조하기 위하여 플렉시블 투명 기판을 모재 기판으로 사용한다.

[0024] 도 3은 본 발명에 따른 투명 전극의 전도도 또는 투과도를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0025] 도 3을 참고로 살펴보면, 1개의 스퍼터 챔버에는 투명 기판(110)에 성막하고자 하는 실리콘옥시나이트라이드 타켓(220)과 은 타켓(230)이 배치되어 있으며, 지지대(210)의 상면에 투명 기판(110)이 배치되어 있다. 실리콘옥시나이트라이드 타켓(220)과 은 타켓(230)에 전력을 인가하여 순차적으로 하부 산화물층, 은 금속층, 상부 산화물층을 투명 기판(110)에 동일한 스퍼터 챔버에서 진공을 유지하면서 제조하는데, 투명 전극의 전도도를 제어하여 투명 전극을 도체로 제작하기 위한 구체적인 스퍼터링 공정 조건은 아래의 표1 내지 표3과 같으며, 부도체로 제작하기 위한 구체적인 스퍼터링 공정 조건은 아래의 표 4 내지 표6과 같다.

[0026] 표 1은 실리콘옥시나이트라이드 타겟을 이용하여 하부 산화물층을 형성하기 위한 공정 조건이며, 표 2는 은 타겟을 이용하여 은 금속층을 형성하기 위한 공정 조건이며, 표 3은 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 상부 산화물층을 형성하기 위한 공정 조건이다.

표 1

[0027]

타겟 물질(target material)	SiON
모재 기판(substrate)	유리 기판
시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이하
인가 전력(power injection)	RF 120W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

표 2

[0028]

타겟 물질(target material)	Ag
모재 기판(substrate)	유리 기판
시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이하
인가 전력(power injection)	DC 20W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

표 3

[0029]

타겟 물질(target material)	SiON
모재 기판(substrate)	유리 기판
시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이하
인가 전력(power injection)	RF 120W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

[0030] 표 1 내지 표 3에서 알 수 있는 것과 같이, 다층 투명 전극을 도체로 제작하기 위하여 스퍼터링 공정시 아르곤과 산소 분위기에서 아르곤 기체는 10sccm의 고정된 분압으로 제어하고 산소 기체는 0.6sccm 이하의 분압으로 제어한다.

[0031] 표4는 실리콘옥시나이트라이드 타켓을 이용하여 하부 산화물층을 형성하기 위한 공정 조건이며, 표5는 은 타켓을 이용하여 은 금속층을 형성하기 위한 공정 조건이며, 표6은 실리콘옥시나이트라이드 타겟을 이용하여 상부 산화물층을 형성하기 위한 공정 조건이다.

표 4

[0032]

타겟 물질(target material)	SiON
모재 기판(substrate)	유리 기판
시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이상
인가 전력(power injection)	RF 120W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

표 5

[0033]

타겟 물질(target material)	Ag
모재 기판(substrate)	유리 기판

시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이상
인가 전력(power injection)	DC 20W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

표 6

[0034]

타겟 물질(target material)	SiON
모재 기판(substrate)	유리 기판
시스템 압력(base pressure of system)	3×10^{-6} Torr 이하
가스비(flow rate)	Ar 10sccm, O_2 0.6sccm 이상
인가 전력(power injection)	RF 120W
공정 압력(working pressure)	3m Torr

[0035] 표 4 내지 표 6에서 알 수 있는 것과 같이, 투명 전극을 부도체로 제작하기 위하여 스퍼터링 공정시 아르곤과 산소 분위기에서 아르곤 기체는 10sccm의 고정된 분압으로 제어하고 산소 기체는 0.6sccm 이상의 분압으로 제어한다.

[0036] 본 발명이 적용되는 분야에 따라 하부 산화물층과 은 금속층은 아르곤 분위기에서 스퍼터링 공정을 진행하며, 상부 산화물층을 형성하는 스퍼터링 공정에서만 아르곤과 산소 분위기에서 아르곤 기체는 10sccm의 고정된 분압으로 제어하고 산소 기체를 0.6sccm 이하의 분압으로 제어하여 도체로 제작하거나 산소 기체를 0.6sccm 이상의 분압으로 제어하여 부도체로 제작할 수 있다.

[0037] 다시 도 1을 참고로 살펴보면, 본 발명에 따른 다층 투명 전극(100)은 하부 산화물층(120), 은 금속층(130), 상부 산화물층(140)으로 이루어지는데, 하부 산화물층(120)과 은 금속층(130)만으로 구성되어 있거나 또는 은 금속층(130)과 상부 산화물층(140)만으로 구성되는 경우, 380nm 내지 800nm의 가시광선에 낮은 투과성을 가지는 반면, 하부 산화물층(120), 은 금속층(130) 및 상부 산화물층(140)으로 구성되는 경우 반사방지 효과(Antireflection Effect)에 의해 380nm 내지 800nm의 가시광선에 높은 투과성을 가진다.

[0038] 다층 투명 전극(100)으로 조사된 빛은 다층 투명 전극에서 반사, 흡수, 투과한다. 다층 투명 전극(100)으로 조사되는 빛의 양은 일정하기 때문에 다층 투명 전극(100)에서 반사되는 빛의 양을 최소화함으로써, 투과도를 높일 수 있는데 다층 투명 전극(100)을 구성하는 하부 산화물층(120), 은 금속층(130) 및 상부 산화물층(140)의 두께를 달리하여 반사되는 빛의 양을 최소화하는 효과를 반사방지 효과(Antirefection Effect)라 통칭한다.

[0039] 다층 투명 전극(100)을 도체로 제작하는 경우, 높은 투과도를 가지며 동시에 높은 전도도를 가지기 위하여 하부 산화물층(120), 은 금속층(130) 및 상부 산화물층(140)의 두께를 최적화할 필요가 있다. 하부 산화물층(120)의 두께는 30nm 내지 100nm이며, 상부 산화물층(140)의 두께는 30nm 내지 100nm이다. 하부 산화물층(120) 또는 상부 산화물층(140)의 두께가 30nm 이하인 경우 반사방지 효과가 제대로 발생하지 않으며, 하부 산하물층(120) 또는 상부 산화물층(140)의 두께가 100nm 이상인 경우 실리콘옥시나이트라이드가 절연체이므로 전도성이 크게 떨어져 투명 전극으로 동작하지 못한다.

[0040] 한편, 은 금속층(130)의 두께는 8nm 내지 12nm이다. 은 금속층(130)의 두께가 8nm 이하인 경우 전도성이 낮아져 투명 전극으로 제대로 동작하기 곤란하며 은 금속층(130)의 두께가 12nm 이상인 경우 높은 투과성을 확보하기 곤란하다.

[0041] 본 발명에 따른 다층 투명 전극은 비저항이 매우 낮은 은 금속층을 하부 산화물층과 상부 산화물층에 삽입함으로써, 상온에서도 금속에 버금가는 면저항과 비저항을 가진 투명 전극을 높은 열처리 공정없이도 제조할 수 있다.

[0042] 도 4는 본 발명에 따른 다층 투명 전극에서 산소 분압에 따라 제어되는 다층 투명 전극의 전도도를 나타내는 그

래프이다.

[0043] 도 4를 참고로 살펴보면, 스퍼터링 공정시 산소 분압이 0.6sccm 이하인 경우 실리콘옥시나이트나이드/은/실리콘옥시나이트나이드로 구성된 투명 전극은 도체의 성질을 보이며, 스퍼터링 공정시 산소 분압이 0.6sccm 이상인 경우 투명 전극은 부도체의 성질을 보임을 알 수 있다. 보다 구체적으로 살펴보면, 스퍼터링 공정시 산소 분압이 0.0sccm에서 0.6sccm으로 증가시킬수록 실리콘옥시나이트나이드/은/실리콘옥시나이트나이드의 투명 전극은 면저항과 비저항이 모두 감소하며, 산소 분압이 0.6sccm 이상인 경우 투명 전극은 부도체로 성질이 변화되어 면저항과 비저항의 측정이 불가능하다.

[0044] 도 5는 본 발명에 따른 다층 투명 전극에서 산소 분압에 따라 제어되는 다층 투명 전극의 투과도를 나타내는 그래프이다.

[0045] 도 5를 참고로 살펴보면, 스퍼터링 공정시 산소 분압을 0.0sccm에서 점차 증가시키면 다층 투명 전극의 투과도도 같이 증가하며, 산소 분압이 0.4sccm 이상에서는 380nm 내지 800nm의 가시광선 대역에서 80% 이상의 투과도를 보인다는 것을 알 수 있다.

[0046] 도 4와 도 5에서 알 수 있는 것과 같이, 본 발명에 따른 다층 투명 전극이 높은 전도도를 가지며 80% 이상의 투과도를 가지도록 제작하기 위하여 하부 산화물층(120), 은 금속층(130) 또는 상부 산화물층(140)의 형성을 위한 스퍼터링 공정시 주입되는 가장 이상적인 산소 기체의 분압은 0.4sccm 내지 0.6sccm로 제어되어야 함을 할 수 있다.

[0047] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

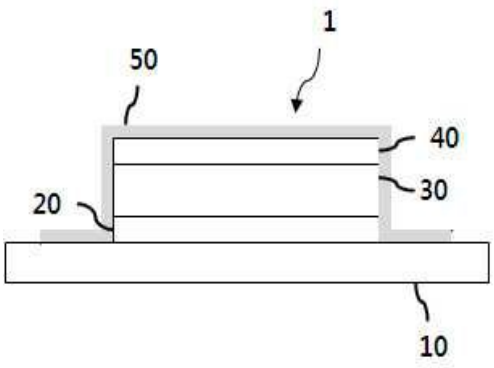
부호의 설명

[0048] 110: 투명 기판 120: 하부 산화물층

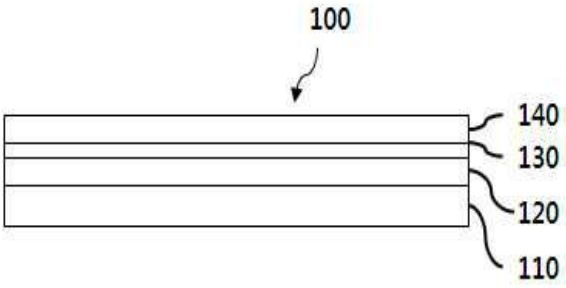
130: 은 금속층 140: 상부 산화물층

도면

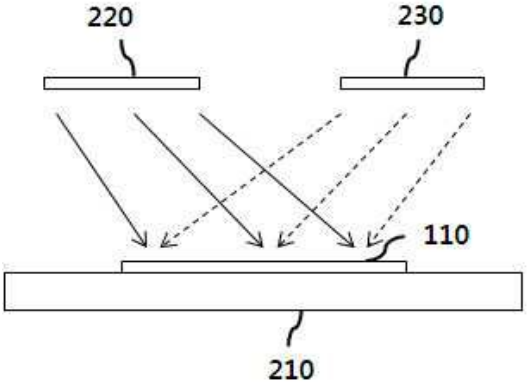
도면1



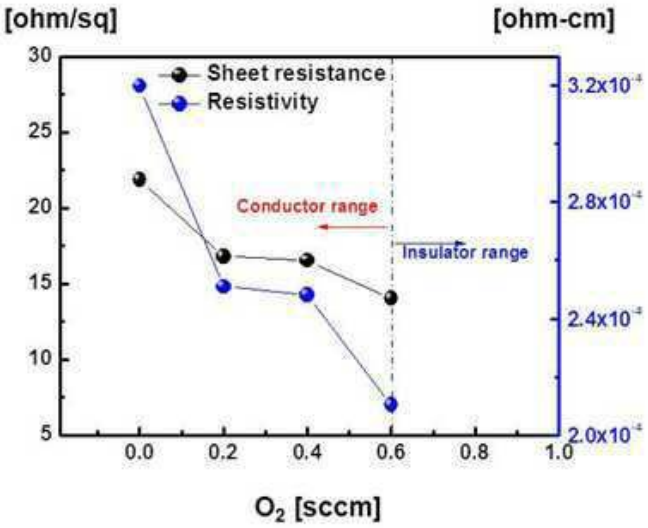
도면2


100
140
130
120
110

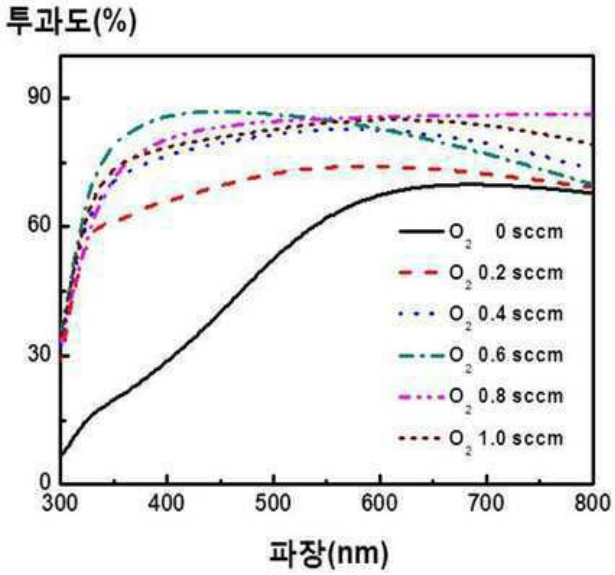
도면3


220
230
110
210

도면4


[ohm/sq]
[ohm-cm]
Sheet resistance
Resistivity
Conductor range
Insulator range
30
25
20
15
10
5
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
3.2x10⁻⁴
2.8x10⁻⁴
2.4x10⁻⁴
2.0x10⁻⁴
O2 [sccm]

도면5


투과도(%)
90
60
30
0
300
400
500
600
700
800
파장(nm)
O2 0 sccm
O2 0.2 sccm
O2 0.4 sccm
O2 0.6 sccm
O2 0.8 sccm
O2 1.0 sccm