(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0090876
(43) 공개일자 2014년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) *G02F 1/1343* (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0003059
(22) 출원일자 2013년01월10일
심사청구일자 2013년01월10일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김한기
경기 수원시 영통구 봉영로 1526, 712동 602호 (영통동, 살구골7단지아파트)
최광혁
경기 수원시 영통구 매영로 417, 403호 (영통동)
강신비
서울 서대문구 가좌로 35, B동 303호 (연희동, 연희맨션)
(74) 대리인
서재승

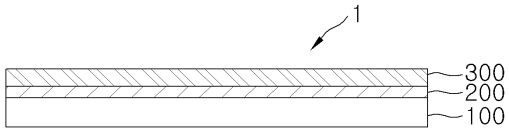
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **다층 구조의 투명 전극**

(57) 요 약

본 발명은 다층 구조의 투명 전극에 관한 것으로, 유연 투명 기판의 상면에 금속층 및 산화물층의 2개 박막층을 적층 형성하고 유연 투명 기판과 함께 3층 구조를 이루도록 함으로써, 열처리 공정 없이도 투과도 및 전기적 특성이 우수한 특성을 나타냄과 동시에 3개 박막층을 형성할 필요가 없어 제작 공정 및 설비를 단순화할 수 있고 제작 비용을 절감할 수 있으며 더욱 신속하게 제작할 수 있고, 금속층 및 산화물층을 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성되도록 함으로써, 제작 설비를 단순화함과 동시에 더욱 신속하게 제작할 수 있는 다층 구조의 투명 전극을 제공한다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

유연성을 갖는 유연 투명 기판;

상기 유연 투명 기판의 상면에 성막 형성되는 금속층; 및

상기 금속층의 상면에 성막 형성되는 산화물층

을 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유연 투명 기판은 소다 석회 유리 재질로 제작되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 금속층은 Ag, Cu, Au, Pt, Al 중 어느 하나의 금속 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 산화물층은 InSnO, InZnO, InGaZnO, InGeO, InGaO, InNbO, InMoO, InZnSnO, InWO, InZrO, InSiO, InTaO, InTiO 중 어느 하나의 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산화물층은 30 ~ 50 nm 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 금속층은 10 ~ 14 nm 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속층과 산화물층은 스퍼터링 공정을 통해 순차적으로 증착 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 금속층과 산화물층은 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극.

청구항 9

유연성을 갖는 유연 투명 기판을 준비하는 준비 단계;

상기 유연 투명 기판의 상면에 스퍼터링 방식으로 금속층을 증착 형성하는 금속층 형성 단계; 및

상기 금속층의 상면에 스퍼터링 방식으로 산화물층을 증착 형성하는 산화물층 형성 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 금속층 형성 단계 및 산화물층 형성 단계는

하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 상기 금속층과 산화물층을 순차적으로 스퍼터링하여 증착 형성하는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다층 구조의 투명 전극에 관한 것이다. 보다 상세하게는 유연 투명 기판의 상면에 금속층 및 산화물층의 2개 박막층을 적층 형성하고 유연 투명 기판과 함께 3층 구조를 이루도록 함으로써, 열처리 공정 없이도 투과도 및 전기적 특성이 우수한 특성을 나타냄과 동시에 3개 박막층을 형성할 필요가 없어 제작 공정 및 설비를 단순화할 수 있고 제작 비용을 절감할 수 있으며 더욱 신속하게 제작할 수 있고, 금속층 및 산화물층을 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성되도록 함으로써, 제작 설비를 단순화함과 동시에 더욱 신속하게 제작할 수 있는 다층 구조의 투명 전극에 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 기기에 대한 필요성이 증가되고 있다. 이러한 유비쿼터스 시대를 실현하는 정보화 기기로써 변형이 자유롭고 유연하며 가벼워 휴대가 간편한 유연 정보전자 기기의 필요성이 날로 커지고 있다.

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

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

[0005] 현재 유연 투명 전극으로 응용이 가능한 소재로는 여러 가지 투명 전도 산화물(Transparent conducting oxide),

탄소나노튜브, 그래핀, 고분자 전도체가 알려져 있으며, 인듐주석산화물(ITO) 박막이 대표적으로 사용되고 있다. 이러한 유연 투명 전극은 유연 광전소자의 크기가 커짐에 따라 기존의 투명 전극보다 훨씬 낮은 면저항(10 Ohm/square 이하)을 요구하고 있다.

[0006] 현재 대부분의 유연 투명 전극은 유연 기판상에 스퍼터 공정을 통해 ITO를 증착하여 30-50 Ohm/sqaure 수준의 높은 면저항을 갖는 투명 전극을 형성하는 방식으로 제조되는데, 이러한 투명 전극은 그 면저항이 높아 고품위 유연 디스플레이나 유연 태양전지, 터치패널 제작에 적합하지 않다. 또한, ITO와 같은 투명 전극의 경우, 투과율 및 전기적 특성을 향상시키기 위해 200도 이상의 고온에서 투명 전극을 열처리하는 공정이 필수적으로 요구되는데, 일반적인 투명 전극의 경우 유리 기판에 성막되기 때문에 공정 온도의 제한을 받지 않지만, 유연 기판에 형성되는 유연 투명 전극의 경우에는 유연 기판이 200도 이상의 공정 온도에서 쉽게 열화가 되기 때문에, 고품위의 유연 투명 전극 제작이 불가능하다.

[0007] 즉, 유연 투명 전극은 일반적인 투명 전극의 공정 방식에 의해서는 면저항이 높게 형성되어 전기적 특성이 저하되며, 이를 방지하기 위해 고온의 열처리 과정을 거치게 되면, 열처리 과정에서 유연 기판이 열화되어 고품위의 투명 전극을 제작할 수 없다는 문제가 있었다.

[0008] 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 다층 구조의 투명 전극에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다층 구조의 투명 전극은 일반적으로 산화물-금속-산화물 3층 적층 구조를 가지는데, 이러한 산화물-금속-산화물 3층 적층 구조를 통해 전기적 특성 및 투과도를 향상시킬 수 있는 특성을 나타낸다.

[0009] 도 1은 종래 기술에 따른 일반적인 다층 구조의 투명 전극에 대한 구조를 개념적으로 도시한 도면이고, 도 2는 종래 기술에 따른 일반적인 다층 구조의 투명 전극이 투명성을 가지는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

[0010] 종래 기술에 따른 일반적인 다층 구조의 투명 전극(1)은 도 1에 도시된 바와 같이 투명 기판(10)의 상면에 하부 산화물층(20)-금속층(30)-상부 산화물층(40)이 순차적으로 적층 형성되는 형태로 구성된다. 각 박막층은 스퍼터링 공정 등을 통해 순차적으로 증착 형성될 수 있다. 이때, 투명 기판(10)은 유연성을 갖는 유연 투명 기판으로 적용된다.

[0011] 이러한 다층 구조의 투명 전극(1)으로 조사된 빛(L)은 도 2에 도시된 바와 같이 다층 구조의 투명 전극(1)에서 반사(R), 흡수(A), 투과(T)하는 성분으로 분리된다. 다층 구조의 투명 전극으로 조사되는 빛의 양은 일정하기 때문에 다층 구조의 투명 전극에서 반사되는 빛의 양을 최소화하게 되면, 빛의 투과도를 높일 수 있는데, 각 박막층(20,30,40)의 두께를 달리하여 반사되는 빛의 양을 최소화하는 효과를 반사방지 효과(Antireflection Effect)라 통칭한다.

[0012] 다층 구조의 투명 전극은 이러한 원리를 통해 별도의 열처리 공정 없이도 투과도를 향상시킴과 동시에 전기적 특성 또한 향상시킬 수 있으므로, 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0013] 그러나, 이러한 다층 구조의 투명 전극은 투명 기판(10)의 상면에 하부 산화물층(20), 금속층(30) 및 상부 산화물층(40)과 같은 3개 층이 성막 형성되어야 하기 때문에, 그 제작 공정이 복잡하고 제작 비용이 증가하는 등의 문제가 있었다.

[0014] 선행기술로는 국내공개특허 제10-2012-0078001호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 유연 투명 기판의 상면에 금속층 및 산화물층의 2개 박막층을 적층 형성하고 유연 투명 기판과 함께 3층 구조를 이루도록 함으로써, 열처리 공정 없이도 투과도 및 전기적 특성이 우수한 특성을 나타냄과 동시에 3개 박막층을 형성할 필요가 없어 제작 공정 및 설비를 단순화할 수 있고 제작 비용을 절감할 수 있으며 더욱 신속하게 제작할 수 있는 다층 구조의 투명 전극을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 다른 목적은 유연 투명 기판의 상면에 형성되는 금속층 및 산화물층을 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성되도록 함으로써, 제작 설비를 단순화함과 동시에 더욱 신속하게 제작할 수 있는 다층 구조의 투명 전극을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명은, 유연성을 갖는 유연 투명 기판; 상기 유연 투명 기판의 상면에 성막 형성되는 금속층; 및 상기 금속층의 상면에 성막 형성되는 산화물층을 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극을 제공한다.

[0018] 이때, 상기 유연 투명 기판은 소다 석회 유리 재질로 제작될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 금속층은 Ag, Cu, Au, Pt, Al 중 어느 하나의 금속 물질로 형성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 산화물층은 InSnO, InZnO, InGaZnO, InGeO, InGaO, InNbO, InMoO, InZnSnO, InWO, InZrO, InSiO, InTaO, InTiO 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 산화물층은 30 ~ 50 nm 두께로 형성될 수 있다.

[0022] 또한, 상기 금속층은 10 ~ 14 nm 두께로 형성될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 금속층과 산화물층은 스퍼터링 공정을 통해 순차적으로 증착 형성될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 금속층과 산화물층은 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성될 수 있다.

[0025] 한편, 본 발명은, 상기 유연 투명 기판의 상면에 스퍼터링 방식으로 금속층을 증착 형성하는 금속층 형성 단계; 및 상기 금속층의 상면에 스퍼터링 방식으로 산화물층을 증착 형성하는 산화물층 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 구조의 투명 전극 제조 방법을 제공한다.

[0026] 이때, 상기 금속층 형성 단계 및 산화물층 형성 단계는, 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 상기 금속층과 산화물층을 순차적으로 스퍼터링하여 증착 형성하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 의하면, 유연 투명 기판의 상면에 금속층 및 산화물층의 2개 박막층을 적층 형성하고 유연 투명 기판과 함께 3층 구조를 이루도록 함으로써, 열처리 공정 없이도 투과도 및 전기적 특성이 우수한 특성을 나타냄과 동시에 3개 박막층을 형성할 필요가 없어 제작 공정 및 설비를 단순화할 수 있고 제작 비용을 절감할 수 있으며 더욱 신속하게 제작할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한, 유연 투명 기판의 상면에 형성되는 금속층 및 산화물층을 하나의 진공 스퍼터 챔버 내부에 배치되는 금속 타겟 및 산화물 타겟을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성되도록 함으로써, 제작 설비를 단순화함과 동시에 더욱 신속하게 제작할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 종래 기술에 따른 일반적인 다층 구조의 투명 전극에 대한 구조를 개념적으로 도시한 도면,

도 2는 종래 기술에 따른 일반적인 다층 구조의 투명 전극이 투명성을 가지는 원리를 설명하기 위한 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 구조를 개념적으로 도시한 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 스퍼터링 공정 방식을 설명하기 위한 도면,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 투과도 시험 결과를 나타내는 도면,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 산화물층 두께 변화에 따른 투과도 변화를 나타내는 도면,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 금속층 두께 변화에 따른 투과도 변화를 나타내는 도면,

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 금속층 두께 변화에 따른 전기적 특성 변화를 나

타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0031] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 구조를 개념적으로 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 스퍼터링 공정 방식을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극에 대한 투과도 시험 결과를 나타내는 도면이다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극(1)은 종래 기술과 달리 유연 투명 기판(100)의 상면에 금속층(200) 및 산화물층(300) 2개의 박막층만 형성되는 구조로서, 제작 공정이 단순화되고 제작 비용이 절감되는 효과를 갖는다.

[0033] 유연 투명 기판(100)은 유연성을 갖는 투명 기판으로서, 일반적인 유연 기판 소재인 CPI, PET, PEN, PES, PC, PI 등이 적용될 수 있으나, 본 발명의 일 실시예에 따라 소다 석회 유리(soda lime glass) 재질로 적용되는 것이 바람직하다.

[0034] 이러한 유연 투명 기판(100)의 상면에 금속층(200)이 성막 형성되고, 금속층(200)의 상면에 산화물층(300)이 성막 형성됨으로써, 2층 구조를 갖는 투명 전극을 형성하게 된다. 금속층(200)은 Ag, Cu, Au, Pt, Al 중 어느 하나의 금속 물질로 형성될 수 있으며, 산화물층(300)은 InSnO, InZnO, InGaZnO, InGeO, InGaO, InNbO, InMoO, InZnSnO, InWO, InZrO, InSiO, InTaO, InTiO 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

[0035] 이러한 구조에 따라 본 발명은 종래 기술과 달리 투명 기판 위에 산화물층-금속층-산화물층의 3층 구조를 이루는 것이 아니라 투명 기판 위에 금속층-산화물층의 2층 구조를 이루도록 형성되는데, 이때, 유연 투명 기판(100)이 종래 기술에서의 산화물층과 같은 기능을 수행하게 된다.

[0036] 즉, 본 발명은 유연 투명 기판(100)-금속층(200)-산화물층(300)으로 형성된 3층 구조를 이루게 되며, 이를 통해 투과도 및 전기적 특성을 향상시킬 수 있다. 이때, 하부층인 유연 투명 기판(100)과 상부층인 산화물층(300)은 동일한 범위의 굴절률을 갖도록 형성될 수 있다. 이는 산화물층(300)의 두께를 변화시키는 방식으로 실험적으로 테스트하여 최적의 투과도를 갖는 산화물층(300)의 두께를 설정하는 방식으로 구현할 수 있으며, 마찬가지로 금속층(200)의 두께를 변화시키는 방식으로 실험적으로 테스트하여 최적의 투과도 및 전기적 특성을 갖는 금속층(200)의 두께를 설정하는 방식으로 구현할 수 있다. 이에 대한 실험 결과는 도 6 내지 도 8에 도시된다.

[0037] 또한, 이와 같은 2층 구조의 투명 전극은 도 5에 도시된 바와 같이 종래 기술의 일반적인 3층 구조의 투명 전극과 비교하여 그 투과도가 거의 동일한 수준을 나타냄을 알 수 있다. 즉, 도 5에는 기판(glass)-산화물(ITO)-금속(Ag)-산화물(ITO)의 3층 구조를 이루는 일반적인 투명 전극과, 기판(glass)-금속(Ag)-산화물(ITO)의 2층 구조를 이루는 본 발명에 따른 투명 전극에 대한 투과도 실험 결과가 나타나는데, 본 발명에 따른 투명 전극이 일반적인 투명 전극과 비교하여 그 투과도가 거의 동일한 수준임을 알 수 있다. 특히, 400nm 내지 700nm의 가시광선 영역에서 투명 전극에 일반적으로 요구되는 투과도 80%를 만족하는 수준임을 알 수 있다.

[0038] 이러한 실험 결과에서도 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 투명 전극은 유연 투명 기판(100)에 금속층(200) 및 산화물층(300)의 2층 구조를 갖도록 형성되지만, 그 투과도 및 전기적 특성이 투명 전극에 요구되는 기준에 부합되는 특성을 나타냄을 알 수 있다. 따라서, 종래 기술과 달리 2층 구조의 박막층을 형성하면 충분하므로, 그 제작 공정이 용이하고 제작 비용이 현저히 절감되는 효과를 갖는다.

[0039] 한편, 유연 투명 기판(100) 위에 적층 형성되는 금속층(200) 및 산화물층(300)은 본 발명의 일 실시예에 따라 스퍼터링 공정을 통해 순차적으로 증착 형성되도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0040] 이때, 금속층(200) 및 산화물층(300)은 도 4에 도시된 바와 같이 하나의 진공 스퍼터 챔버(51) 내부에 배치되는 금속 타겟(52) 및 산화물 타겟(54)을 통해 순차적으로 스퍼터링되는 방식으로 증착 형성될 수 있다.

[0041] 즉, 진공 스퍼터 챔버(51) 내부에는 도 4에 도시된 바와 같이 금속층(200)이 증착 형성되도록 금속 타겟(52)이 배치되고, 산화물층(300)이 증착 형성되도록 산화물 타겟(54)이 각각 배치될 수 있다. 이러한 구조에 따라 도 4

의 (a)에 도시된 바와 같이 먼저, 금속 타겟(52)에 전력을 인가하여 스퍼터링 공정을 수행하고, 이를 통해 유연 투명 기판(100)의 상면에 금속층(200)을 형성한다. 이후, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 산화물 타겟(54)에 전력을 인가하여 스퍼터링 공정을 수행하고, 금속층(200)의 상면에 산화물층(300)을 형성한다.

[0042] 이러한 스퍼터링 공정에 따라 하나의 스퍼터링 장치(50)를 통해 2개의 박막층(200,300)을 동시에 증착 형성할 수 있으므로, 더욱 신속하고 용이하게 투명 전극을 제조할 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명은 이와 같은 다층 구조의 투명 전극 제조 방법을 제공하는데, 이는 이상에서 살펴본 바와 같이 진행될 수 있다. 즉, 먼저 유연성을 갖는 유연 투명 기판(100)을 준비하는 준비 단계와, 유연 투명 기판(100)의 상면에 스퍼터링 방식으로 금속층(200)을 증착 형성하는 금속층 형성 단계와, 금속층(200)의 상면에 스퍼터링 방식으로 산화물층(300)을 증착 형성하는 산화물층 형성 단계를 거치는 방식으로 진행될 수 있다.

[0044] 이때, 금속층 형성 단계 및 산화물층 형성 단계는, 하나의 진공 스퍼터 챔버(51) 내부에 배치되는 금속 타겟(52) 및 산화물 타겟(54)을 통해 금속층(200)과 산화물층(300)을 순차적으로 스퍼터링하여 증착 형성하는 방식으로 진행될 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 산화물층 두께 변화에 따른 투과도 변화를 나타내는 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 금속층 두께 변화에 따른 투과도 변화를 나타내는 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 투명 전극의 금속층 두께 변화에 따른 전기적 특성 변화를 나타내는 도면이다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 전극은 금속층-산화물층의 2층 구조를 갖는데, 전술한 바와 같이 산화물층(300) 및 금속층(200)의 두께 변화에 따른 투과도 및 전기적 특성 변화를 실험적으로 테스트하여 최적의 두께를 설정하였다. 이러한 실험 결과에 따라 산화물층(300)은 30 ~ 50 nm 두께로 형성되는 것이 바람직하며, 금속층(200)은 10 nm ~ 14 nm 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

[0047] 먼저, 도 6에 도시된 바와 같이 은(Ag)으로 형성된 금속층(200)을 12 nm로 형성한 상태에서 산화물층(300)의 두께 변화에 따른 투과도 결과를 살펴보면, 산화물층(300)의 두께가 상대적으로 얇은 30 nm 에서 50 nm 사이 구간에서는 투과도가 우수하며, 두께가 두꺼워질수록 즉, 60 nm 이상의 구간에서는 투과도가 저하됨을 알 수 있다. 특히, 가시 광선 영역인 400 nm 내지 700 nm 구간에서 산화물층(300)의 두께가 30 nm ~ 50 nm 인 경우 투과도가 80% 이상을 나타내고 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따라 산화물층(300)은 그 두께가 30 ~ 50 nm로 형성되는 것이 바람직하다.

[0048] 다음으로, 도 7에 도시된 바와 같이 산화물층(300)의 두께를 40 nm로 형성한 상태에서 금속층(200)의 두께 변화에 따른 투과도 결과를 살펴보면, 금속층(200)의 두께가 대략 10 nm ~ 14 nm 사이 구간에서 투과도가 우수함을 알 수 있다. 특히, 가시 광선 영역인 400 nm 내지 700 nm 구간에서 금속층(200)의 두께가 10 nm ~ 14 nm 인 경우 투과도가 80% 이상을 나타내고 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따라 금속층(200)은 그 두께가 10 nm ~ 14 nm로 형성되는 것이 바람직하다.

[0049] 또한, 금속층(200)은 전기적 특성에도 영향을 크게 미치는데, 도 8에 도시된 바와 같이 금속층(200)의 두께가 10 nm ~ 14 nm 인 구간에서 면저항 값이 10 ohm/square 이하로 나타남을 알 수 있으며, 따라서, 이러한 구간에서 전기 전도 특성 또한 우수함을 알 수 있다.

[0050] 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

[0051] 1: 투명 전극 50: 스퍼터링 장치

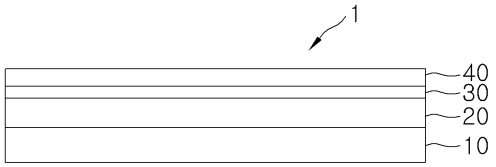
51: 진공 스퍼터 챔버 52: 금속 타겟

54: 산화물 타겟 100: 유연 투명 기판

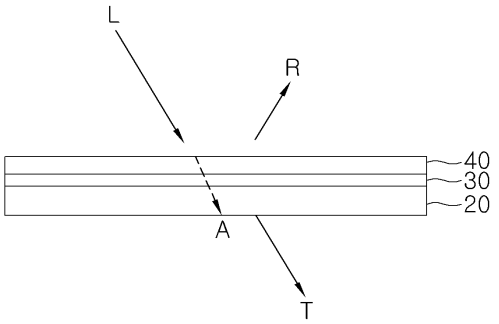
200: 금속층 300: 산화물층

도면

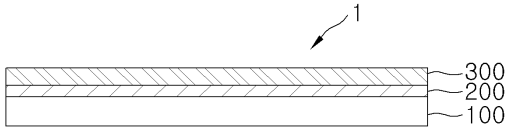
도면1



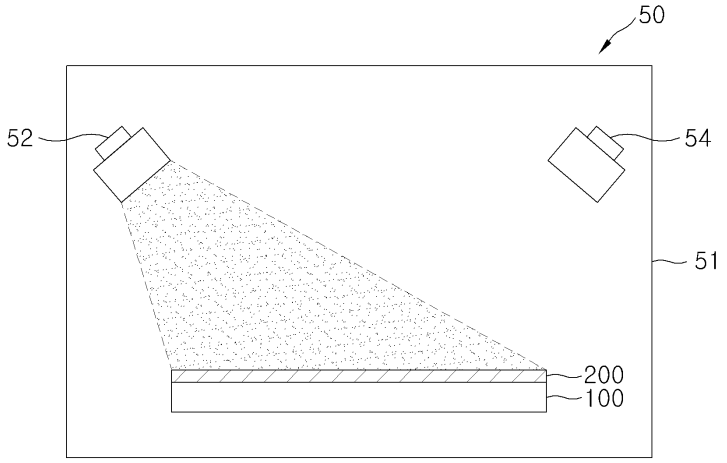
도면2



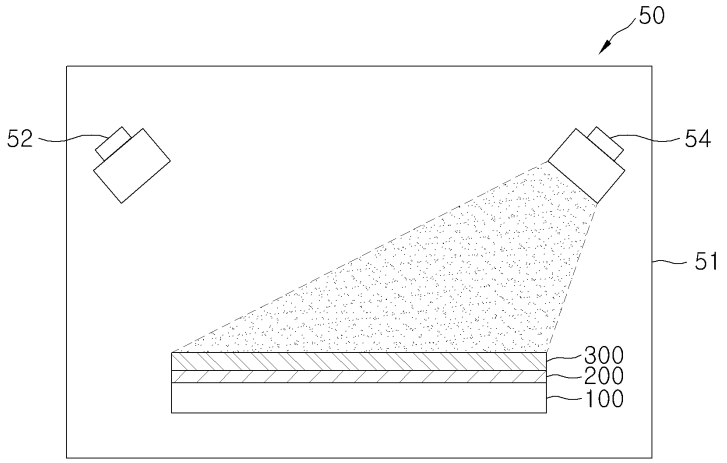
도면3



도면4

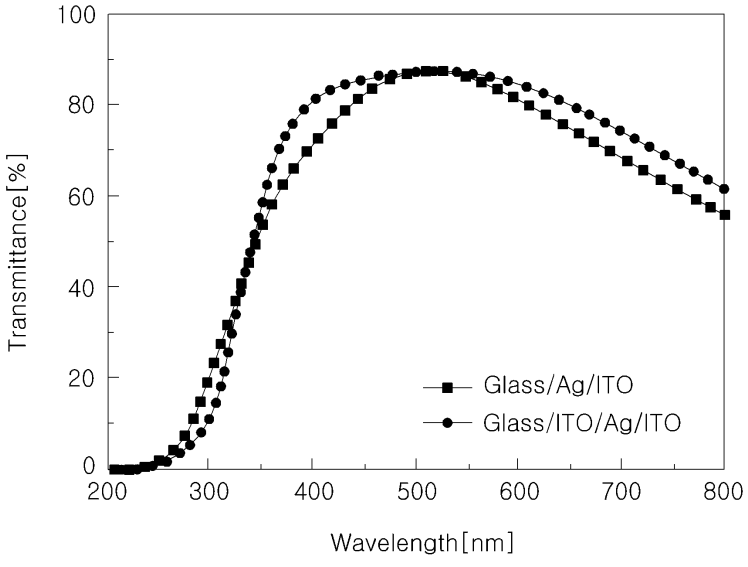

50
52
54
51
200
100

(a)

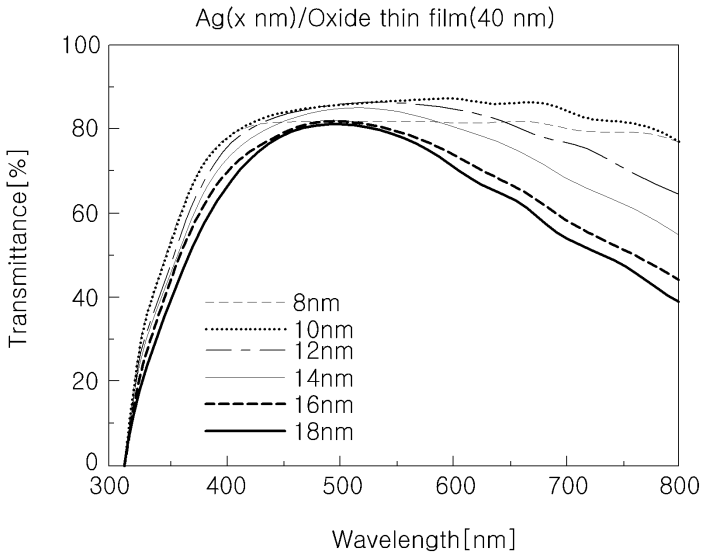

50
52
54
51
300
200
100

(b)

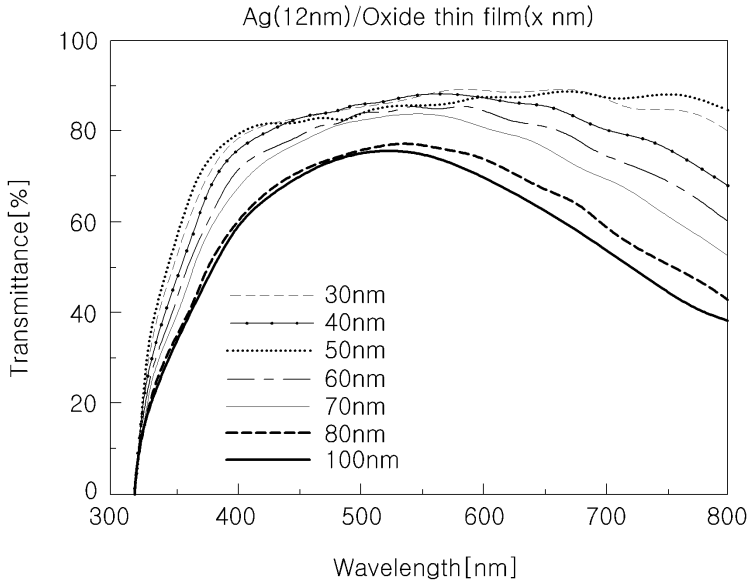
도면5


100
80
60
40
20
0
Transmittance[%]
200
300
400
500
600
700
800
Wavelength[nm]
Glass/Ag/ITO
Glass/ITO/Ag/ITO

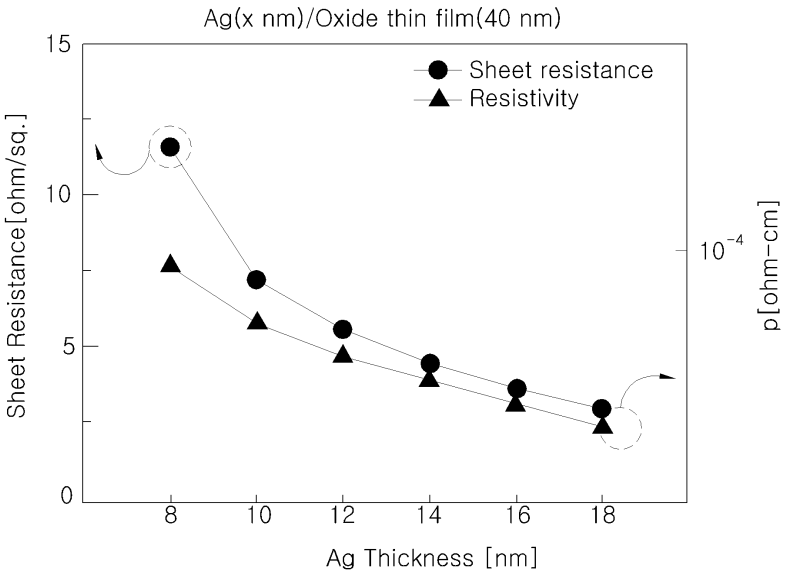
도면6


Ag(x nm)/Oxide thin film(40 nm)
Transmittance[%]
Wavelength[nm]
8nm
10nm
12nm
14nm
16nm
18nm
0
20
40
60
80
100
300
400
500
600
700
800

도면7


Ag(12nm)/Oxide thin film(x nm)
Transmittance[%]
Wavelength[nm]
30nm
40nm
50nm
60nm
70nm
80nm
100nm
0
20
40
60
80
100
300
400
500
600
700
800

도면8


Ag(x nm)/Oxide thin film(40 nm)
Sheet resistance
Resistivity
Sheet Resistance[ohm/sq.]
15
10
5
0
8
10
12
14
16
18
Ag Thickness [nm]
10^{-4}
ρ[ohm-cm]