(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0116726
(43) 공개일자 2020년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/285 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
H01L 21/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/28568 (2013.01)
H01L 21/02178 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0038498
(22) 출원일자 2019년04월02일
심사청구일자 2019년04월02일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
윤정흠
경상남도 김해시 월산로 26 석봉마을 6단지 대동아파트603동 1704호
이건환
경상남도 김해시 율하3로 76 (율하동, 신리마을중앙하이츠아파트)807-904
(74) 대리인
특허법인이지

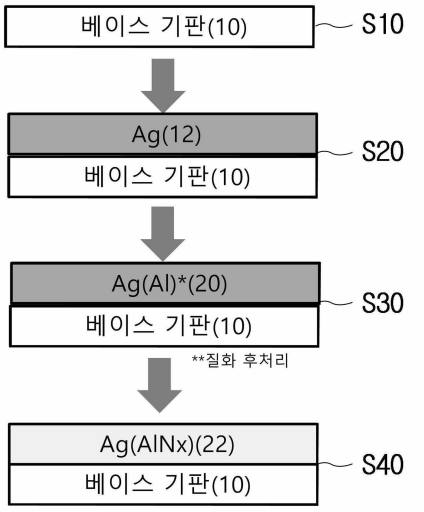
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **금속 박막 기판 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 금속 박막 기판 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게 베이스 기판; 및 금속 또는 이의 합금으로 구성되고, 전이금속이 도핑된 금속 박막;을 포함하고, 상기 금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성은 상기 전이금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성보다 낮고, 상기 금속 박막은 전이금속의 질화물 또는 산화물을 포함하는, 금속 박막 기판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 21/2822 (2013.01)
H01L 2924/01047 (2013.01)
H01L 2924/01079 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK6100
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 국가과학기술연구회
연구사업명 재료연구소 운영비지원사업
연구과제명 유무기 화합물 기반 저차원 태양전지 소재 및 소자 개발(2/5)
기 여 율 3/10
과제수행기관명 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PGM9880
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 신성장동력장비경쟁력강 사업
연구과제명 (Al)GaN 계 LED 광효율과 생산성 향상을 위한 AlN 버퍼층 증착(3/3)
기 여 율 7/10
과제수행기관명 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2018.01.01 ~ 2019.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

베이스 기판; 및

금속 또는 이의 합금으로 구성되고, 전이금속이 도핑된 금속 박막;을 포함하고,

상기 금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성은 상기 전이금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성보다 낮고,

상기 금속 박막은 전이금속의 질화물 또는 산화물을 포함하는, 금속 박막 기판.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 베이스 기판은 투명 기판인, 금속 박막 기판.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속은 Ag, Pt, Pd, Au, Ru, Rh, 및 Cu 중 1종 이상인, 금속 박막 기판.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전이금속은 Al, Cu, Ni, Mo, Sn, Ge, Zn, Ti, Cr, 및 Si 중 1종 이상인, 금속 박막 기판.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속은 Ag, 또는 Ag 및 불가피한 불순물로 구성되는 Ag 합금이고,

상기 전이금속은 Al인, 금속 박막 기판.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전이금속은 금속 박막 중 4 - 20 at%로 포함되는, 금속 박막 기판.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 금속 박막은 질화 처리되어 전이금속이 불활성화된, 금속 박막 기판.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 금속은 Au, 또는 Au 및 불가피한 불순물로 구성되는 Au 합금이고,

상기 금속 박막은 산화 처리되어 전이금속이 불활성화된, 금속 박막 기판.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 기판 및 상기 금속 박막의 일면 사이에 형성되는 중간층; 및

상기 금속 박막의 다른 일면에 형성되는 보호층; 중 1종 이상을 더 포함하는, 금속 박막 기판.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 금속 박막은 4 - 12nm의 두께를 가지는, 금속 박막 기판.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

80% 이상의 광 투과도 및 15Ω/sq 이하의 면저항을 가지는, 금속 박막 기판.

청구항 12

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 금속 박막 기판을 포함하는, 물품.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 물품은 30nm 미만의 두께를 가지는 보호층을 포함하고,

디스플레이용 투명전극인, 물품.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 물품은 30nm 이상의 두께를 가지는 보호층을 포함하고,

태양전지용 투명전극, 편광판, 저방사코팅, 투명히터용 전극, 또는 반도체용 미세금속전극인, 물품.

청구항 15

제1항에 기재된 금속 박막 기판을 제조하는 방법에 있어서,

베이스 기판을 준비하는 단계;

상기 베이스 기판 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막을 형성하는 단계;

상기 금속 박막에 상기 금속보다 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성이 높은 전이금속을 도핑하는 단계; 및

상기 전이금속이 도핑된 금속 박막을 질화 또는 산화 처리하여 상기 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시키는 전이금속 불활성화 단계;를 포함하는, 금속 박막 기판의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 금속은 Ag, 또는 Ag 및 불가피한 불순물로 구성되는 Ag 합금이고,

상기 전이금속은 Al인, 금속 박막 기판의 제조방법.

청구항 17

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 전이금속 불활성화 단계는 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막을 300℃ 이하에서 질화 처리하여 전이금속을 불활성화하는 것을 포함하는, 금속 박막 기판의 제조방법.

청구항 18

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 전이금속 불활성화 단계는 순수한 질소 분위기에서 질소 이온을 이용하여 실시되는, 금속 박막 기판의 제조방법.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 금속은 Au, 또는 Au 및 불가피한 불순물로 구성되는 Au 합금이고,

상기 금속 박막은 산화 처리되어 전이금속이 불활성되는, 금속 박막 기판의 제조방법.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 금속 박막을 형성하는 단계 및 전이금속을 도핑하는 단계를 동시에 실시하는, 금속 박막 기판의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 박막 기판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] Ag, Pt, Pd, Au 등 귀금속을 재료로 하는 금속 박막은 다양한 광학 및 전자 소자의 전극으로 적용되고 있다.

[0005] 이러한 적용에 있어서 뛰어난 전기전도성 및/또는 광학적 특성과 그 장기 신뢰성이 요구되는데, 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 부도체, 반도체, 및 도체를 포함하는 다양한 유/무기물 기판상에 수십 나노미터 혹은 이하의 수준인 얇은 두께에서도 연속적인 박막을 형성하는 기술이 필요하다.

[0007] 그러나 기판 상에서 금속의 초기 성장 거동은 기판 상에서 금속의 낮은 결합력(adhesion) 혹은 낮은 젖음성(wettability)으로 인해 금속이 2차원 연속박막 형태가 아닌 3차원 입자형태로 성장하게 된다. 이러한 성장 특성은 얇은 두께에서 완전한 연속 박막의 형성을 저해하는 원인으로 작용한다. 그 결과로써, 수~수십 나노미터 두께의 금속 박막은 충분히 높은 전기전도도와 높은 광투과 특성을 동시에 가지기 어렵게 된다.

[0009] 또한, 3차원 성장 거동은 계면에서 채워지지 않는 핀홀로 대표되는 기공 결함을 발생시켜 이로부터 (1) 계면에서 기판과 금속의 결합력 및 접합면적을 저하시키고, (2) 계면 저항을 증가시키며, (3) 금속 박막의 박리를 발생시키고, (4) 구동 중 열 및 전하의 인가시 금속의 단락을 발생시키는 원인으로 작용한다.

[0011] 이러한 금속의 3차원 성장 거동을 2차원 성장 거동으로 제어하여, 이로부터 연속박막이 형성되는 두께를 낮추고 금속 박막의 접착력 및 열적 전기적 안정성을 향상시키기 위하여, 귀금속 내에 수~수십 %의 다양한 전이금속을 도핑하는 기술이 적용되어지고 있다. 상기 전이금속으로는 Ti, Cr, Ni, Cu, Al 등이 이용되고 있다.

[0013] 이러한 종래 기술은 계면 접착력의 향상과 3차원 성장 거동을 억제하여 얇은 두께에서도 완전한 2차원 연속 박막형성을 가능하게 한다.

[0015] 그러나 금속 박막의 성장이 완료된 후 주입된 전이금속의 제거가 불가능하여 이들 전이금속에 의해 귀금속으로

형성된 금속 박막의 광 투과도 및 전기전도도의 저하를 피할 수 없다. 특히 Ag 내의 전이 금속 주입은 Ag의 높은 광투과도를 이용하는 광 및 광전소자로의 적용에 있어서 중대한 제약으로 작용한다.

[0017] 투명 금속 박막과 관련된 특허문헌으로는 한국 공개특허 제10-2012-0097451호가 있다. 본 특허문헌은 산화아연계 투명 도전 박막의 조성을 조절함으로써 높은 도전성 및 광투과율을 얻는 기술에 관하여 기재하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명의 목적은 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 전이금속을 박막 성장 후 선택적으로 불활성화하여 광 투과도 및/또는 전기전도도가 개선된 금속 기반의 초박형 금속 박막 기판을 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 다른 목적은 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 전이금속을 박막 성장 후 선택적으로 불활성화하여 광 투과도 및/또는 전기전도도가 개선된 금속 기반의 초박형 금속 박막 기판의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0023] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0025] 일 측면에 의하면, 베이스 기판; 및 금속 또는 이의 합금으로 구성되고, 전이금속이 도핑된 금속 박막;을 포함하고, 상기 금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성은 상기 전이금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성보다 낮고, 상기 금속 박막은 전이금속의 질화물 또는 산화물을 포함하는, 금속 박막 기판이 제공된다.

[0027] 일 실시예에 의하면, 상기 베이스 기판은 투명 기판일 수 있다.

[0029] 일 실시예에 의하면, 상기 금속은 Ag, Pt, Pd, Au, Ru, Rh, 및 Cu 중 1종 이상일 수 있다.

[0031] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속은 Al, Cu, Ni, Mo, Sn, Ge, Zn, Ti, Cr,_및 Si 중 1종 이상일 수 있다.

[0033] 일 실시예에 의하면, 상기 금속은 Ag, 또는 Ag 및 불가피한 불순물로 구성되는 Ag 합금이고, 상기 전이금속은 Al일 수 있다.

[0035] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속은 금속 박막 중 4 - 20 at%로 포함될 수 있다.

[0037] 일 실시예에 의하면, 상기 금속 박막은 질화 처리되어 전이금속이 불활성화될 수 있다.

[0039] 일 실시예에 의하면, 상기 금속은 Au, 또는 Au 및 불가피한 불순물로 구성되는 Au 합금이고, 상기 금속 박막은 산화 처리되어 전이금속이 불활성화될 수 있다.

[0041] 일 실시예에 의하면, 상기 기판 및 상기 금속 박막의 일면 사이에 형성되는 중간층; 및 상기 금속 박막의 다른 일면에 형성되는 보호층; 중 1종 이상을 더 포함할 수 있다.

[0043] 일 실시예에 의하면, 상기 금속 박막은 4 - 12nm의 두께를 가질 수 있다.

[0045] 일 실시예에 의하면, 80% 이상의 광 투과도 및 15Ω/sq 이하의 면저항을 가질 수 있다.

[0047] 다른 측면에 의하면, 본원의 금속 박막 기판을 포함하는, 물품이 제공된다.

[0049] 일 실시예에 의하면, 상기 물품은 30nm 미만의 두께를 가지는 보호층을 포함하고, 디스플레이용 투명전극일 수 있다.

[0051] 일 실시예에 의하면, 상기 물품은 30nm 이상의 두께를 가지는 보호층을 포함하고, 태양전지용 투명전극, 편광판, 저방사코팅, 투명히터용 전극, 또는 반도체용 미세금속전극일 수 있다.

[0053] 또 다른 측면에 의하면, 본원에 기재된 금속 박막 기판을 제조하는 방법에 있어서, 베이스 기판을 준비하는 단계; 상기 베이스 기판 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막을 형성하는 단계; 상기 금속 박막에 상기 금속보다 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성이 높은 전이금속을 도핑하는 단계; 및 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막을 질화 또는 산화 처리하여 상기 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시키는 전이금속 불활성화 단계;를 포함하는, 금속 박막 기판의 제조방법이 제공된다.

[0055] 일 실시예에 의하면, 본원의 금속 박막 기판의 제조방법에서 상기 금속은 Ag, 또는 Ag 및 불가피한 불순물로 구성되는 Ag 합금이고, 상기 전이금속은 Al일 수 있다.

[0057] 일 실시예에 의하면, 본원의 금속 박막 기판의 제조방법에서 상기 전이금속 불활성화 단계는 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막을 300℃ 이하에서 질화 처리하여 전이금속을 불활성화하는 것을 포함할 수 있다.

[0059] 일 실시예에 의하면, 본원의 금속 박막 기판의 제조방법에서 상기 전이금속 불활성화 단계는 순수한 질소 분위기에서 질소 이온을 이용하여 실시될 수 있다.

[0061] 일 실시예에 의하면, 본원의 금속 박막 기판의 제조방법에서 상기 금속은 Au, 또는 Au 및 불가피한 불순물로 구성되는 Au 합금이고, 상기 금속 박막은 산화 처리되어 전이금속은 불활성화될 수 있다.

[0063] 일 실시예에 의하면, 본원의 금속 박막 기판의 제조방법에서 상기 금속 박막을 형성하는 단계 및 전이금속을 도핑하는 단계를 동시에 실시할 수 있다.

발명의 효과

[0065] 일 실시예에 의하면, 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 전이금속을 박막 성장 후 선택적으로 불활성화하여 금속 기반의 초박형 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도를 개선할 수 있다.

[0067] 일 실시예 의하면, 본원에 의한 금속 박막 기판은 80% 이상의 광 투과도 및 15Ω/sq 이하의 면저항을 가질 수 있고, 특히 초박형 금속 박막 기판의 광 투과도를 질화 또는 산화 처리 전보다 5% 이상 향상시킬 수 있다.

[0069] 일 실시예에 의하면, 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 전이금속을 박막 성장 후 선택적으로 불활성화하여 광 투과도 및/또는 전기전도도가 개선된 금속 기반의 초박형 금속 박막 기판을 대면적으로 효율적으로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0071] 도 1은 제1 실시예에 의한 Al만 질화 처리된 Ag(Al) 금속 박막의 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 2a는 베이스 기판에 증착된 SiO_2 중간층 상에 증착된 9nm 두께의 순수 Ag 박막의 기판 구조를 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 2b는 도 2a에 의한 기판 구조 중 순수 Ag 박막의 표면 형상을 나타내는 FE-SEM 사진이다.

도 3a는 베이스 기판에 증착된 SiO_2 중간층 상에 증착된 9nm 두께의 Ag(Al) 박막의 기판 구조를 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 3b는 도 3a에 의한 기판 구조 중 Ag(Al) 박막의 표면 형상을 나타내는 FE-SEM 사진이다.

도 4는 제2 실시예에 의한 Al만 질화 처리된 Ag(Al) 금속 박막의 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 5는 제2 실시예에 의한 Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리에 의한 가시광 영역에서 광 투과도 특성 향상을 보여주는 도면이다.

도 6a 내지 6c는 제2 실시예에 의한 Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리 후 이차이온질량 분석기술(Secondary ion mass spectrometry, SIMS)로 측정된 Ag 내의 N의 조성 평가 결과를 보여주는 도면이다. 도 6a는 미가공 데이터이고, 도 6b는 화학 조성값이고, 도 6c는 도 6b로부터 추출된 N 및 O의 상세 조성값을 나타낸다.

도 7은 제3 실시예에 의한 Cu가 질화 처리된 Ag(Cu) 금속 박막의 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 8은 제3 실시예에 의한 Ag(Cu) 금속 박막의 질화 처리에 의한 가시광 영역에서 광 투과도 특성 향상을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0072] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0074] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0076] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되

는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0078] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면 번호에 상관없이 동일한 수단에 대해서는 동일한 참조 번호를 사용하기로 한다.

[0080] 도 1은 제1 실시예에 의한 Al만 질화 처리된 Ag(Al) 금속 박막의 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

[0082] 도 1을 참조하면, 본 발명의 금속 박막 기판은 베이스 기판(10); 및 금속 또는 이의 합금으로 구성되고, 전이금속이 도핑된 금속 박막(22);을 포함하고, 상기 금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성은 상기 전이금속의 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성보다 낮고, 상기 금속 박막은 전이금속의 질화물 또는 산화물을 포함하여 전이금속이 불활성화된 것을 특징으로 한다.

[0084] 본원에 있어, “불활성화”는 전이금속의 질화 및 산화 금속으로의 변형에 의한 전이금속 고유의 광학적 및/또는 전기적 특성을 상실하는 것을 의미하고, 전이금속의 부분적 질화 또는 산화도 포함하는 것이다. 이에 한정되는 것은 아니나, 전이금속의 불활성화에 의한 금속 박막의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상을 위해 전이금속은 50% 이상 질화 또는 산화되는 것이 적합할 수 있고, 60% 이상 질화 또는 산화되는 것이 더 적합할 수 있고, 70% 이상 질화 또는 산화되는 것이 더욱더 적합할 수 있고, 80% 이상 질화 또는 산화되는 것이 더욱더 적합할 수 있고, 90% 이상 질화 또는 산화되는 것이 더욱더 적합할 수 있고, 95% 이상 질화 또는 산화되는 것이 더욱더 적합할 수 있다.

[0086] 도 1을 참조하면, 본원에 기재된 금속 박막 기판을 제조하는 방법은, 베이스 기판(10)을 준비하는 단계(S10); 상기 베이스 기판(10) 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막(12)을 형성하는 단계(S20); 상기 금속 박막(12)에 상기 금속보다 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성이 높은 전이금속을 도핑하여 전이금속이 도핑된 금속 박막(20)을 형성하는 단계(S30); 및 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(20)을 질화 또는 산화 처리하여 상기 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시켜, 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)을 형성하는 단계(S40);를 포함한다.

[0088] 상기와 같이 본 발명에서는 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 전이금속을 박막 성장 후 선택적으로 질화 또는 산화 처리하여 전이금속의 고유의 광학적 및/또는 전기적 특성을 불활성화시켜, 금속 기반의 초박형 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도를 개선할 수 있다.

[0090] 단계 S10는 모재로서 베이스 기판(10)을 준비하는 단계이다.

[0091]

[0092] 상기 베이스 기판(10)은 상기 금속 박막(20)이 성장할 수 있는 모재가 된다. 즉, 상기 베이스 기판(10)은 유전체, 반도체, 및 도체 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 베이스 기판(10)은 금속, 전도성 산화물, 또는 전도성 질화물을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, 및 Yb에서 선택된 금속의 산화물(oxide), 질화물(nitride), 산화물-질화물의 화합물(oxynitride) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride) 중 어느 하나를 이용할 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0094] 상기 베이스 기판(10)은 투명 폴리머 및 유리 중 어느 하나를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

본 발명에 의한 금속 박막 기판이 투명 전도막으로 사용되는 경우, 상기 금속 박막 기판은 금속, 전도성 산화물, 또는 전도성 질화물로 이루어진 박막 아래에 투명 폴리머 또는 유리층으로 형성될 수 있다. 따라서 상기 베이스 기판(10)이 투명 폴리머로 구성되면 투명 플렉서블 디스플레이 및 플렉서블 태양전지용 투명 전극 등에 유용하게 활용될 수 있다. 따라서, 상기 베이스 기판(10)은 PC, PET, PES, PEN, PAR, PI 등을 포함하는 플렉서블 디스플레이 소자용 투명 폴리머가 채택될 수 있다.

[0096] 단계 S20는 상기 베이스 기판(10) 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막(12)을 형성하는 단계이다.

[0097] 일 실시예에서 금속 박막(12)은 Ag을 스퍼터링 타겟으로 하는 스퍼터링 공정에 의해 형성되며 공정가스는 Ar을 포함할 수 있다.

[0099] 단계 S30는 상기 금속 박막(12)에 상기 금속에 비해 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성이 높은 전이금속을 도핑하여 전이금속이 도핑된 금속 박막(20)을 형성하는 단계이다.

[0100] 일 실시예에서 전이금속이 도핑된 금속 박막(20)은 Al을 스퍼터링 타겟으로 하는 스퍼터링 공정에 의해 형성되며 공정가스는 Ar을 포함할 수 있다.

[0102] 일 실시예에 의하면, 상기 금속 박막을 형성하는 단계(S20) 및 전이금속을 도핑하는 단계(S30)를 동시에 실시할 수 있다. 즉, 금속 박막 및 전이금속을 co-sputtering으로 형성할 수 있다. 상기 구성에 의하면, 공정 단계를 감축하거나 공정 시간을 단축할 수 있는 이점이 있다.

[0104] 상기 금속과 전이금속은 질화 또는 산화 처리에 대한 반응성에서 차이가 클수록, 전이금속에 대한 선택적 불활성화가 우수하여 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합할 수 있다. 즉 금속과 주입된 전이금속의 산화물 형성 에너지(oxide formation energy) 또는 질화물 형성 에너지(nitride formation energy) 간에 차이가 많이 날수록 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합하며, 이를 위해 금속과 주입 전이금속을 적절히 선택할 수 있다. 따라서 금속은 없거나 극히 낮은(null or extremely low) 산화 혹은 질화 특성을 가지고, 이에 반해 전이금속은 상대적으로 높은 산화 혹은 질화 특성을 가지는 것이 적합할 수 있다.

[0106] 상기 금속은 Ag, Pt, Pd, Au, Ru, Rh, 및 Cu 중 1종 이상일 수 있다. 이에 제한되는 것은 아니나, 상기 금속은 질화에 대한 반응성이 낮은 Ag이거나, 질화 및 산화에 대한 반응성이 낮은 Au가 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합할 수 있다.

[0108] 상기 전이금속은 Al, Cu, Ni, Mo, Sn, Ge, Zn, Ti, Cr, 및 Si 중 1종 이상일 수 있다. 이에 제한되는 것은 아니나, 상기 전이금속은 질화에 대한 반응성이 높은 Al 또는 Cu가 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합할 수 있다.

[0110] 상기 금속은 Ag, 또는 Ag 및 불가피한 불순물로 구성되는 Ag 합금이고, 상기 전이금속은 Al인 경우, 질화 처리에 대한 반응성 차이가 커서 질화 처리 시 Al만 선택적으로 질화 처리되어 불활성화할 수 있어, 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합할 수 있다.

[0112] 상기 전이금속은 도펀트로 2차원 성장을 위해 금속 박막 내에 주입된 것으로, 금속 박막 중 4 - 20 at%로 포함될 수 있고, 4-11 at%로 포함되는 것이 적합할 수 있다. 이에 제한되는 것은 아니나, 상기 전이금속이 금속 박막 중 4 at% 미만으로 포함되면 2차원 성장이 이루어지지 않아 금속 박막을 연속적으로 형성되기 어려울 수 있고, 20 at% 초과로 포함되면 질화 처리에 의해 전이금속이 불활성화되는 시간이 연장되거나 전이금속의 불활성

화가 원하는 정도의 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 기여할 정도까지 이루어지지 않을 수 있다.

[0113]

[0114] 도 2a는 베이스 기판에 증착된 SiO_2 중간층 상에 증착된 9nm 두께의 순수 Ag 박막의 기판 구조를 개략적으로 나타내는 종단면도이고, 도 2b는 도 2a에 의한 기판 구조 중 순수 Ag 박막의 표면 형상을 나타내는 FE-SEM 사진이다.

[0115] 도 3a는 베이스 기판에 증착된 SiO_2 중간층 상에 증착된 9nm 두께의 Ag(Al) 박막의 기판 구조를 개략적으로 나타내는 종단면도이고, 도 3b는 도 3a에 의한 기판 구조 중 Ag(Al) 박막의 표면 형상을 나타내는 FE-SEM 사진이다.

[0116] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 전이금속 Al와 같은 도펀트가 주입되지 않은 순수한 Ag 금속 박막의 경우 연속적 금속 박막의 형성이 어렵다.

[0117] 이에 반해, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 도펀트로 전이금속 Al가 주입된Ag(Al) 금속 박막의 경우 연속적 금속 박막의 형성이 잘 되어 있는 것으로 나타났다.

[0119] 또한, 상기 금속은 Au, 또는 Au 및 불가피한 불순물로 구성되는 Au 합금이고, 상기 금속 박막은 산화 처리되어 전이금속이 불활성화될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, Au는 산화 처리에 반응성이 낮아, 전이금속과 산화 처리에 대한 반응성 차이가 커서 산화 처리 시 전이금속만 선택적으로 산화 처리되어 불활성화할 수 있어, 금속 박막 기판의 광 투과도 및/또는 전기전도도의 향상에 적합할 수 있다.

[0121] 다시 도 1을 참조하면 단계 S40은 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(20)을 질화 또는 산화 처리하여 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시켜, 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)을 형성하는 단계이다.

[0122] 전이금속을 질화 또는 산화 처리하는 단계는 전이금속을 선택적으로 질화 또는 산화 처리하여 불활성화시킬 수 있다면, 특별한 제한은 없다. 즉, 질화 또는 처리는 이온빔(ion beam) 또는 열처리 등의 다양한 방법을 이용할 수 있고, 통상의 기술자는 선택된 방법에 따라 온도, 압력, 반응 가스 조성 등의 최적의 공정 조건을 도출하여 질화 또는 산화 처리를 할 수 있다.

[0123] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)을 형성하는 단계(S40)는 상기 금속 박막 중의 전이금속을 300℃ 이하에서 질화 처리하여 불활성화하는 것을 포함할 수 있다. 일정 범위 내에서는 온도의 증가는 전이금속의 질화를 가속하는 효과가 있을 수 있다. 금속이 Ag이고 전이금속 Al인 경우, 질화 처리에 대한 반응성의 차이가 커서, 상온에서 질화 처리하여도 전이금속만의 선택적 질화 처리가 가능할 수 있다.

[0125] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)을 형성하는 단계(S40)는 순수한 질소 분위기에서 질소 이온을 이용하여 실시될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 전이금속만의 선택적 질화 처리를 위하여 반응성 있는 기체를 포함하지 않도록 진공 상태에서 N_2의 플라즈마로 질화 처리하는 것이 적합할 수 있다. 본원에서 질소이온 이외에 불활성 가스를 공정 가스로 더 포함하는 것은 배제하는 것은 아니다.

[0127] 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)은 4 - 12nm의 두께를 가질 수 있고, 4 - 10nm의 두께를 가지는 것이 적합할 수 있고, 4 - 8nm의 두께를 가지는 것이 더 적합할 수 있다. 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)의 두께를 4nm 미만으로 하는 경우 연속 박막을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(22)의 두께를 12nm 이하로 하는 것이 금속의 두께 증가에 의한 금속 내 자유전자에 의한 광자의 산란을 최소화할 수 있다.

[0129] 일 실시예에 의하면, 15Ω/sq 이하의 면저항을 유지하면서, 80% 이상의 광 투과도, 적합하게 85% 이상의 광투과도, 더 적합하게 90% 광투과도를 가질 수 있다. 특히 초박형 금속 박막 기판의 광 투과도를 질화 또는 산화 처

리 전보다 5% 이상, 7%까지 향상시킬 수 있다.

[0131] 도 4는 제2 실시예에 의한 Al만 질화 처리된 Ag(Al) 금속 박막 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

[0132] 도 4를 참조하면, 상기 베이스 기판 및 상기 금속 박막의 일면 사이에 형성되는 중간층; 및 상기 금속 박막의 다른 일면에 형성되는 보호층; 중 1종 이상을 더 포함할 수 있다. 도 4를 참조하면, 금속 박막 기판은 유리로 구성된 베이스 기판(110), 중간층(112), Ag(AlNx)로 구성된 금속 박막(122), 및 보호층(130)을 포함한다. 따라서, 제2 실시예는 제1 실시예와 비교하여 중간층 및 보호층을 더 포함하는 점에서만 차이가 있어, 제1 실시예와 중복되는 부분은 상세한 설명을 생략한다.

[0134] 도 4를 참조하면, 단계 S110은 모재로서 베이스 기판(110)을 준비하는 단계이다.

[0135] 일 실시예에서는 3 스퍼터링 건(gun) (3 targets) 마그네트론 스퍼터링 챔버(Magnetron sputtering chamber) 내에 유리 기판을 주입하여 형성하였다.

[0137] 단계 S120은 상기 베이스 기판(110) 상에 중간층(112)을 형성하는 단계이다.

[0138] 상기 중간층(112)은 상기 베이스 기판(110)과 금속 박막(120) 사이에 형성된다. 상기 중간층(112)은 이산화규소(SiO_2), 산화아연(ZnO), ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), AZO(Al-doping Zinc Oxide), GZO(Ga-doping Zinc Oxide), IGZO, ATO, 및 TiO_2 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 중간층(112)은 상기 베이스 기판(110)에 물리기상증착법(PVD, Physical Vapor Deposition)으로 투명하게 형성되며, 5 - 200nm의 두께를 가질 수 있다. 상기 중간층(112)은 상기 베이스 기판(110)의 투광도를 유지하면서 전기전도도를 높일 수 있도록 구성되는 것이 적합할 수 있다.

[0140] 상기 중간층(112)은 금속의 젖음성이 좋은 물질을 포함하는 것이 적합할 수 있다. 상기 중간층(112)은 일 실시예에서의 베이스 기판(110)의 역할을 대체할 수 있는 것이다. 상기 중간층(112)은 상기 베이스 기판(110)이 유리나 폴리머 재질과 같은 경우에 배향성을 갖는 산화아연(ZnO)과 같은 물질을 포함하도록 하여 상기 금속 박막(120)의 성장특성에 영향을 미치도록 할 수 있다.

[0142] 일 실시예에 의하면, 상기 중간층(112)은 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 SiO_2을 상기 베이스 기판(110) 상에 하기 조건으로 증착하여 형성되었다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0143] SiO_2 박막 증착 조건:

[0144] - 스퍼터링 타겟: SiO_2 (4 inch),

[0145] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (60 sccm),

[0146] - 작업진공도: 3 mTorr

[0147] - rf 전력: 200W

[0148] - 온도(℃): 실온

[0149] - 코팅 시간: 293 sec

[0151] 단계 S130은 상기 베이스 기판(110) 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막에 전이금속을 도핑하여 전이금속이 도핑된 금속 박막(120)을 형성하는 단계이다.

[0152] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(120)은 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 SiO_2 박막 상에 연속적으로 Ag(Al) 박막을 서로 독립된 Ag 타겟과 Al 타겟을 이용하여 하기 조건의 co-sputtering 공정으로 증착하여 형성되었다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0153] (1) Ag(Al) 박막 증착에서 Ag 증착 조건:

[0154] - 스퍼터링 타겟: Ag (4 inch)

[0155] - DC 전력: 50W

[0156] (2) Ag(Al) 박막 증착에서 Al 증착 조건:

[0157] - 스퍼터링 타겟: Al (4 inch)

[0158] - DC 전력: 16W

[0159] (3) Ag(Al) 박막 증착에서 공통 조건:

[0160] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (45 sccm)

[0161] - 작업진공도: 3 mTorr

[0162] - 온도(℃): 실온

[0163] - 코팅 시간: 50 sec

[0165] 단계 S140는 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(120) 중 전이금속을 질화 또는 산화 처리하여 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시켜, 전이금속이 불활성화된 금속 박막(122)을 형성하는 단계이다.

[0166] 일 실시예에 의하면, Ag(Al) 금속 박막(120)의 질화 처리는 Ag(Al) 증착 챔버에서 SiO_2 타겟에 rf 전력을 이용하여 N_2 플라즈마를 발생시켜 하기 조건으로 진행하였다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다. Ar이 결여된 가스 조건에서는 SiO_2의 증착은 발생하지 않고, N_2의 플라즈마에 노출된 Ag(Al)의 질화를 진행할 수 있다.

[0167] Ag(Al) 질화 조건:

[0168] - 스퍼터링 타겟: SiO_2 (4 inch), rf 전력: 200W

[0169] - 공정 가스: 질소(N_2) (10 sccm)

[0170] - 작업진공도: 3 mTorr

[0171] - 온도(℃): 실온

[0172] - 처리 시간: 180 sec, 360 sec

[0174] 단계 S150은 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(122) 상에 보호층(130)을 형성하는 단계이다.

[0175] 상기 보호층(130)은 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(122) 상에 형성되며, 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(122)의 산화를 방지하고 물리적 손상을 방지하는 역할을 한다. 상기 보호층(130)은 이산화규소(SiO_2), 산화아연(ZnO), ITO, IZO, AZO, GZO, IGZO, ATO, 및 TiO_2 중 어느 하나로 이루질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 보호층(130)은 상기 금속 박막(122)에 물리기상증착법(PVD, Physical Vapor Deposition)으로 투명하게 형성되며, 5 - 200nm의 두께를 가질 수 있고, 최소의 두께로 증착하는 것이 적합할 수 있다. 상기 보호층(130)은 상기 베이스 기판(110)의 투광도를 유지하면서 전기전도도를 높일 수 있도록 구성되는 것이 적합할 수 있다.

[0176] 일 실시예에 의하면, 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 보호층(130)으로 SiO_2 박막을 하기 조건으로

증착하였다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0177] SiO_2 박막 증착 조건:

[0178] - 스퍼터링 타겟: SiO_2 (4 inch)

[0179] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (60 sccm)

[0180] - 작업진공도: 3 mTorr

[0181] - rf 전력: 200W

[0182] - 온도(℃): 실온

[0183] - 코팅 시간: 98 sec

[0185] 상기 중간층(112)과 상기 보호층(130)은 동일 재료로 구성될 수도 있고 이종의 재료로 구성될 수도 있다.

[0187] 도 5는 제2 실시예에 의한 Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리에 의한 가시광 영역에서 광 투과도 특성 향상을 보여주는 도면이다.

[0188] 도 5에 나타난 바와 같이, Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리에 의해 가시광 영역에서 광 투과도가 약 7% 정도 향상된 것을 알 수 있다.

[0190] 하기 표 1은 제2 실시예에 의한 Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리에 의한 면저항 특성을 보여주는 표이다. 표 1에 나타난 바와 같이, 질화 처리에 영향을 받지 않는 Ag(Al) 금속 박막의 면저항 특성으로부터 Ag의 질화가 진행되지 않았고, 전이금속인 Al만 선택적으로 질화가 진행되었음을 확인할 수 있다.

표 1

[0192]

Nitridation	Sheet resistance of SiO_2/Ag(Al)/SiO_2
0 min	13.59 Ω sq^{-1}
3 min	12.45 Ω sq^{-1}
6 min	13.50 Ω sq^{-1}

[0194] 도 6a 내지 6c는 제2 실시예에 의한 Ag(Al) 금속 박막의 질화 처리 후 이차이온질량 분석기술(Secondary ion mass spectrometry, SIMS)로 측정된 Ag 내의 N의 조성 평가 결과를 보여주는 도면이다. 도 6a는 미가공 데이터, 도 6b는 화학 조성값, 도 6c는 도 6b로부터 추출된 N 및 O의 상세 조성값을 나타낸다.

[0195] SIMS (secondary ion mass spectrometry)를 이용하여 질소 후처리를 진행한 Ag 내에서의 질소 조성을 분석한 결과, 광 투과도 향상을 기대하기 위해서는 최소 평균 질소 농도가 도 6b 및 도 6c에서 보여진 것과 같이 Ag 내에서 대략 2.5-3.5 at% 내에서 분포하여야 한다. 정확하게는 SIMS로 분석시 최소 평균 질소가 2.5% 이하에서는 본원에서 보고하는 광 투과도 향상의 효과를 기대할 수 없을 수도 있다. 또한, 일반적인 Ag의 산화에 의한 광 투과도 향상과 본원의 질화에 의한 효과를 구분하는 방법으로, 도 6c에서 보여진 것과 같이 Ag 박막의 성장 중 불순물로 함유되는 산소 (인위적인 산화에 의한 것이 아니라, 박막 형성 공정 중 불순물로 첨가되는 것임)에 대비 질소의 atomic %가 최소 4배 이상 상회 하여야 한다. 도 6c에서 산소 불순물의 농도는 최대 0.6 atomic %를

상회하지 않는다. 즉, 본원에서의 질화의 효과를 Ag의 산화에 의한 효과와 구분하기 위해서는 질소와 산소의 조성차는, 본원에서의 최소 평균 질소량 2.5 at%를 고려할 때, 항상 질소가 산소 대비 최소 4배 이상은 유지될 것으로 파악된다.

[0196] 또한, Ag 내에서의 질소의 농도의 상한치는 금속 불순물 (Al)의 농도를 넘어설 수 없다. 본원에서 Ag 내 최적의 Al의 조성이 4 at%에서 최대 11 at%로 평가됨을 고려할 때, 질소의 농도는 최대 11 at%를 넘지 않는 것이 적합할 수 있다.

[0198] 도 7은 제3 실시예에 의한 Cu가 질화 처리된 Ag(Cu) 금속 박막의 구조 및 제조방법을 개략적으로 나타내는 종단면도이다. 제3 실시예는 제2 실시예와 비교하여 가장 큰 차이점은 중간층 및 보호층을 ZnO로 형성하고, 금속 박막을 Ag(CuNx)로 형성한다는 점이므로, 제2 실시예와 중복되는 부분은 상세한 설명을 생략한다.

[0199] 도 7을 참조하면, 금속 박막 기판은 유리로 구성된 베이스 기판(210), 중간층(212), Ag(CuNx)로 구성된 금속 박막(222), 및 보호층(230)을 포함한다.

[0201] 도 7을 참조하면, 단계 S210은 모재로서 베이스 기판(210)을 준비하는 단계이다.

[0202] 일 실시예에서는 3 스퍼터링 건(gun) (3 targets) 마그네트론 스퍼터링 챔버(Magnetron sputtering chamber) 내에 유리 기판을 주입하여 형성하였다.

[0204] 단계 S220은 상기 베이스 기판(210) 상에 중간층(212)을 형성하는 단계이다.

[0205] 일 실시예에 의하면, 상기 중간층(212)은 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 ZnO을 상기 베이스 기판(210) 상에 하기 조건으로 증착하여 형성되었다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0206] ZnO 박막 증착 조건:

[0207] - 스퍼터링 타겟: ZnO (4 inch),

[0208] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (60 sccm),

[0209] - 작업진공도: 3 mTorr

[0210] - rf 전력: 200W

[0211] - 온도(℃): 실온

[0212] - 코팅 시간: 36 sec

[0214] 단계 S230은 상기 베이스 기판(210) 상에 금속 또는 이의 합금으로 구성되는 금속 박막을 형성하고 전이금속을 도핑하여 전이금속이 도핑된 금속 박막(220)을 형성하는 단계이다.

[0215] 일 실시예에 의하면, 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(220)은 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 ZnO 박막 상에 연속적으로 Ag(Cu) 박막을 서로 독립된 Ag 타겟과 Cu 타겟을 이용하여 하기 조건의 co-sputtering 공정으로 증착하여 형성되었다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다. 즉, 본 실시예에서 Ag(Cu) 내 Cu의 조성은 ~20 at%로 고정하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일정 범위 내에서 Cu 조성이 증가할수록 효과가 상승할 수 있다.

[0217] (1) Ag(Cu) 박막 증착에서 Ag 증착 조건:

[0218] - 스퍼터링 타겟: Ag (4 inch)

[0219] - DC 전력: 50W

[0220] (2) Ag(Cu) 박막 증착에서 Cu 증착 조건:

[0221] - 스퍼터링 타겟: Cu (4 inch)

[0222] - DC 전력: 16W

[0223] (3) Ag(Cu) 박막 증착에서 공통 조건:

[0224] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (45 sccm)

[0225] - 작업진공도: 3 mTorr

[0226] - 온도(℃): 실온

[0227] - 코팅 시간: 41 sec

[0229] 단계 S240는 상기 전이금속이 도핑된 금속 박막(220)을 질화 처리하여 전이금속의 질화물 또는 산화물을 형성하여 전이금속을 불활성화시켜, 전이금속이 불활성화된 금속 박막(222)을 형성하는 단계이다.

[0230] 일 실시예에 의하면, Ag(Cu) 금속 박막(220)의 질화 처리는 Ag(Al) 증착 챔퍼에서 ZnO 타겟에 rf 전력을 이용하여 N_2 플라즈마를 발생시켜 하기 조건으로 진행되었다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다. Ar이 결여된 가스 조건에서는 ZnO의 증착은 발생하지 않고, N_2의 플라즈마에 노출된 Ag(Cu)의 질화를 진행할 수 있다.

[0231] Ag(Cu) 질화 조건:

[0232] - 스퍼터링 타겟: ZnO (4 inch), rf 전력: 50W

[0233] - 공정 가스: 질소(N_2) (10 sccm)

[0234] - 작업진공도: 3 mTorr

[0235] - 온도(℃): 실온

[0236] - 처리 시간: 180 sec, 360 sec

[0238] 단계 S250은 상기 전이금속이 불활성화된 금속 박막(222) 상에 보호층(230)을 형성하는 단계이다.

[0239] 일 실시예에 의하면, 마그네트론 스퍼터링 챔버 내에서 보호층(230)으로 ZnO 박막을 하기 조건으로 증착하였다. 그러나 공정 조건이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0240] ZnO 박막 증착 조건:

[0241] - 스퍼터링 타겟: ZnO (4 inch)

[0242] - 공정 가스: 아르곤(Ar) (60 sccm)

[0243] - 작업진공도: 3 mTorr

[0244] - rf 전력: 200W

[0245] - 온도(℃): 실온

[0246] - 코팅 시간: 144 sec

[0248] 도 8은 제3 실시예에 의한 Ag(Cu) 금속 박막의 질화 처리에 의한 가시광 영역에서 광 투과도 특성 향상을 보여주는 도면이다.

[0249] 도 8에 나타난 바와 같이, Ag(Cu) 금속 박막의 질화 처리에 의해 가시광 영역에서 광 투과도가 향상된 것을 알 수 있다.

[0251] 하기 표 2는 제3 실시예에 의한 Ag(Cu) 금속 박막의 질화 처리에 의한 면저항 특성을 각각 조건에 대해 3 샘플

의 평균값으로 보여주는 표이다. 표 2에 나타난 바와 같이, 질화 처리에 영향을 받지 않는 Ag(Cu) 금속 박막의 면저항 특성으로부터 Ag의 질화가 진행되지 않았고, 전이금속인 Cu만 선택적으로 질화가 진행되었음을 확인할 수 있다.

표 2

[0252]

Nitridation	Sheet resistance of ZnO/Ag(Cu)/ZnO
0 min	10.8 Ω sq^{-1}
3 min	11.9 Ω sq^{-1}
6 min	11.7 Ω sq^{-1}

[0254] 상기 도 8 및 표 2에 나타난 결과와 같이, Ag(Cu) 금속 박막의 질화 후처리로 인해 광 투과도에서 명확한 향상이 면저항의 저하 없이 획득되었다. 이는 Ag 내 Cu의 선택적 질화로 인한 CuN의 형성으로 Cu의 금속 흡수 특성이 완화되어 발생하였다.

[0256] 한편, 본원의 금속 박막 기판을 포함하는, 물품이 제공된다.

[0257] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 물품은 30nm 미만의 보호층 두께를 가져서, 550nm 파장에서 가시광선의 투과도를 극대화할 수 있다. 따라서 상기 물품은 550nm 파장에서 가시광선의 투과도를 극대화하는 것이 요구되는 디스플레이용 투명전극일 수 있다.

[0259] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 물품은 30nm 이상의 보호층의 두께를 가져서, 근적외선 영역에서의 가시광선의 투과도를 극대화할 수 있다. 따라서 상기 물품은 근적외선 영역에서의 가시광선의 투과도를 극대화하는 것이 요구되는 태양전지용 투명전극, 편광판, 저방사코팅, 투명히터용 전극, 또는 반도체용 미세금속전극일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 보호층의 두께는 100nm 이하로 하는 것이 적합할 수 있다.

[0261] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0263] 10,110,210: 베이스 기판

12: 금속 박막

20,120,220: 전이금속이 도핑된 금속 박막

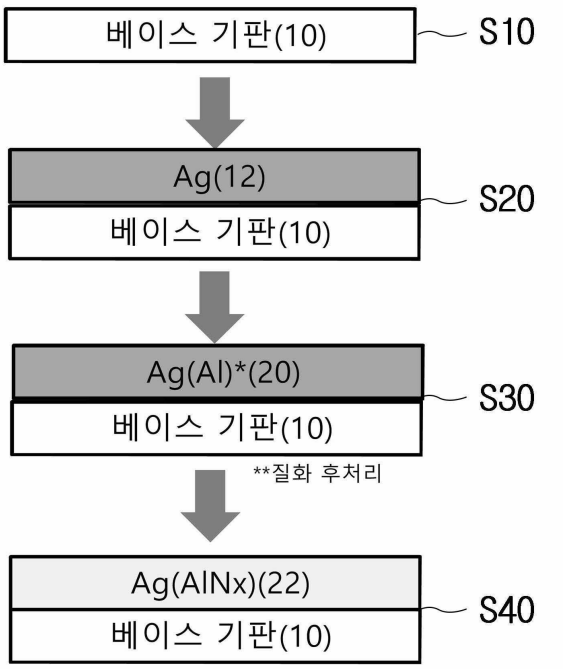
22,122,222: 전이금속이 질화된 금속 박막

112,212: 중간층

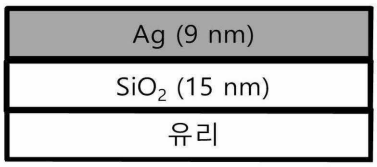
130,230: 보호층

도면

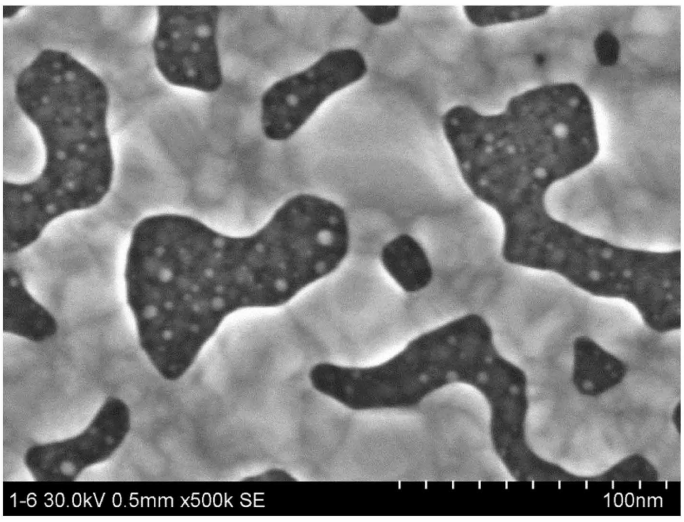
도면1



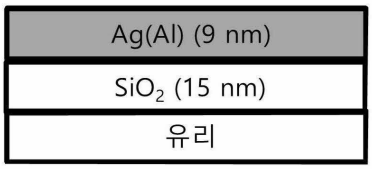
도면2a



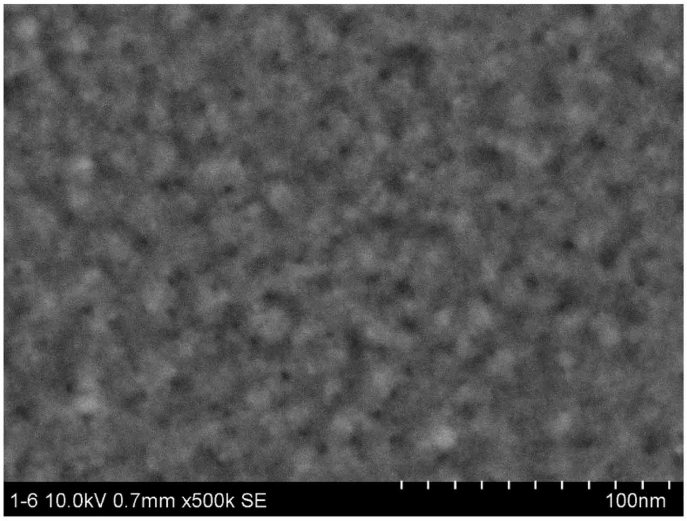
도면2b



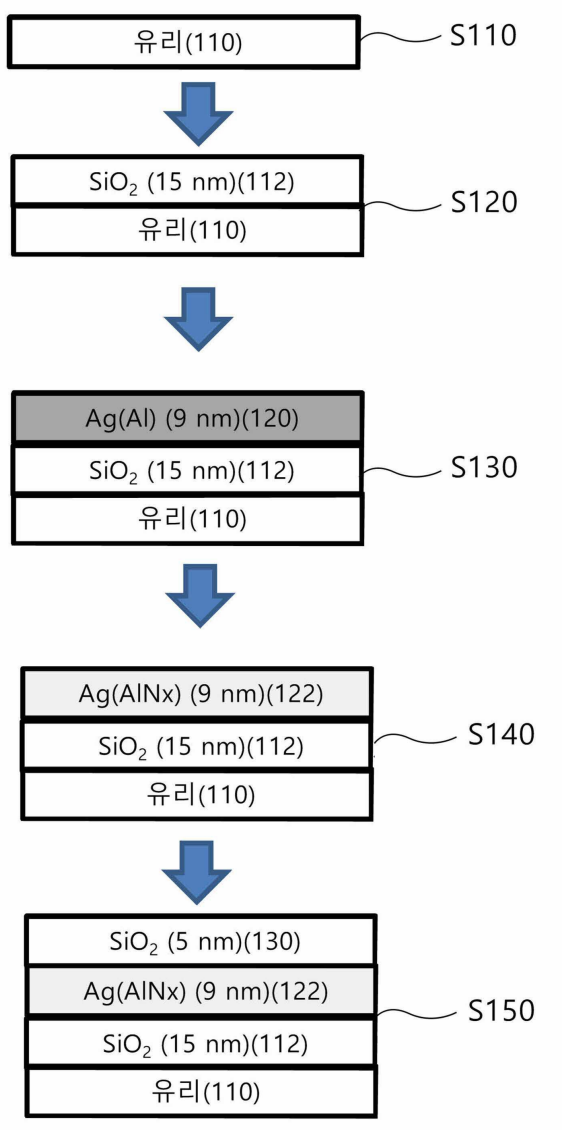
도면3a



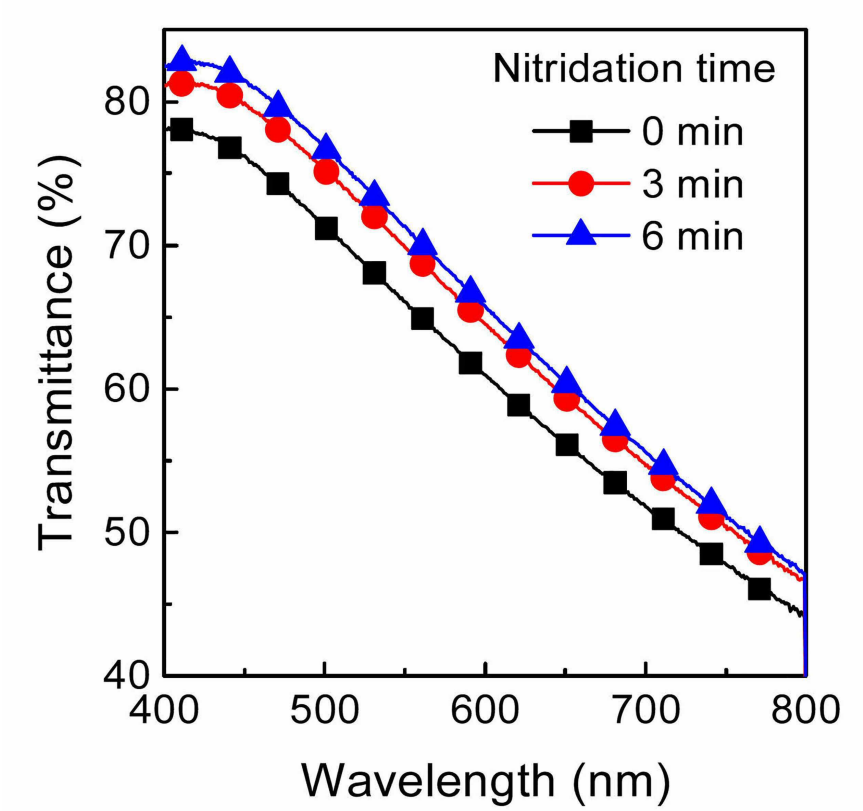
도면3b



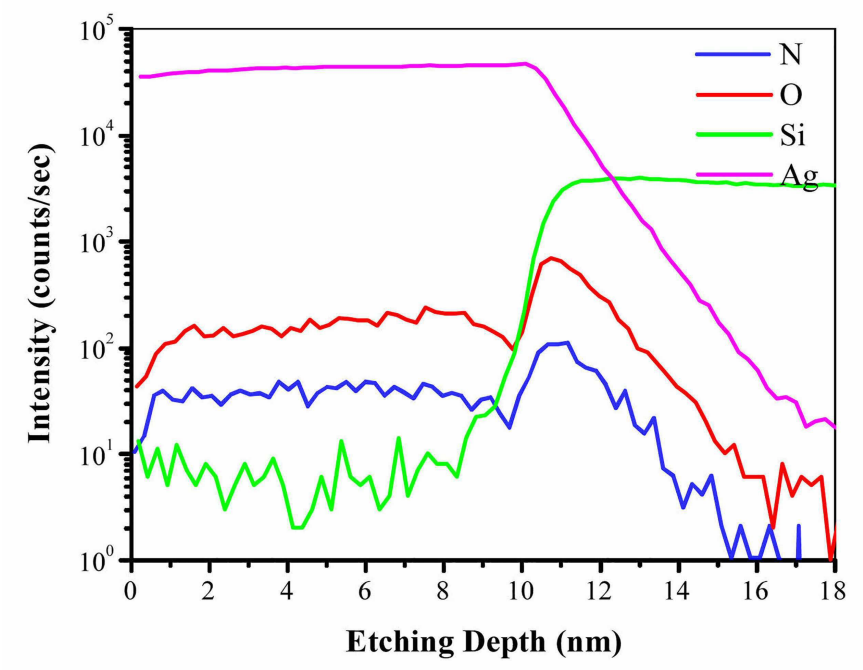
도면4


유리(110)
S110
SiO2 (15 nm)(112)
유리(110)
S120
Ag(Al) (9 nm)(120)
SiO2 (15 nm)(112)
유리(110)
S130
Ag(AlNx) (9 nm)(122)
SiO2 (15 nm)(112)
유리(110)
S140
SiO2 (5 nm)(130)
Ag(AlNx) (9 nm)(122)
SiO2 (15 nm)(112)
유리(110)
S150

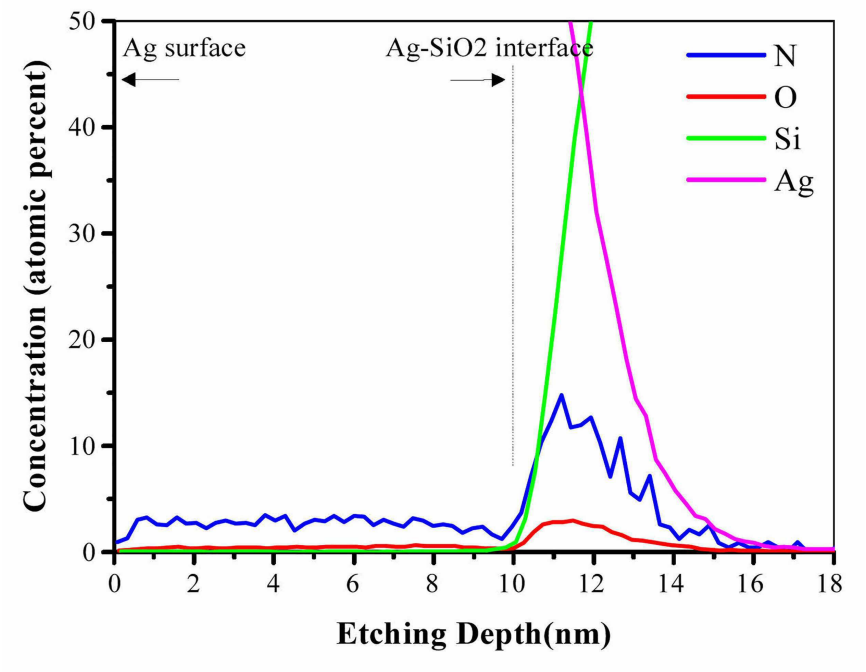
도면5


Nitridation time
0 min
3 min
6 min
Transmittance (%)
80
70
60
50
40
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)

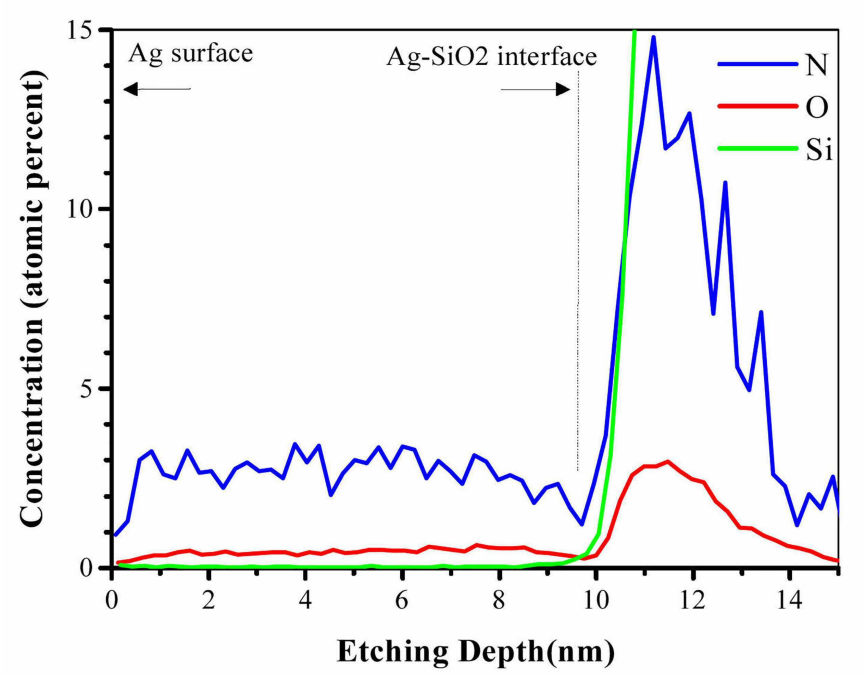
도면6a


N
O
Si
Ag
Intensity (counts/sec)
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
10^0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Etching Depth (nm)

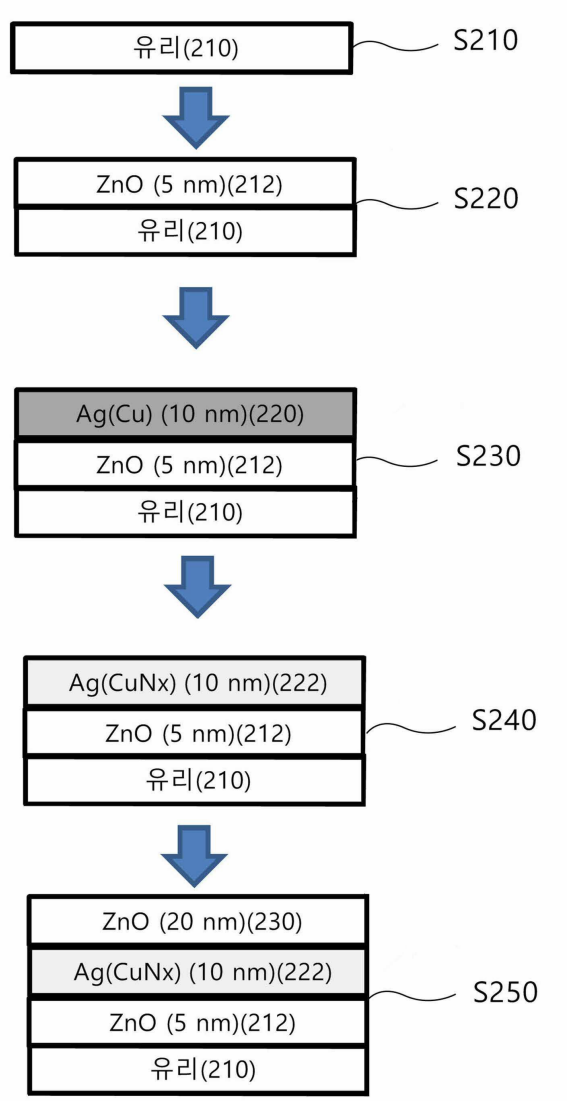
도면6b


Ag surface
Ag-SiO2 interface
N
O
Si
Ag
Concentration (atomic percent)
Etching Depth(nm)
0
10
20
30
40
50
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

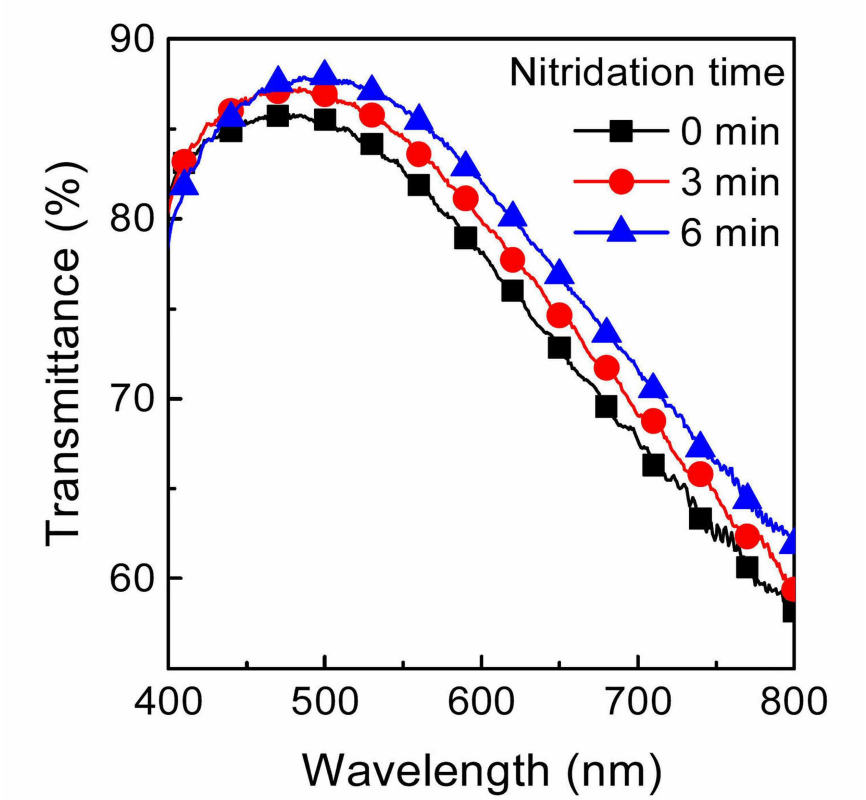
도면6c


Ag surface
Ag-SiO2 interface
N
O
Si
Concentration (atomic percent)
Etching Depth(nm)
0
5
10
15
0
2
4
6
8
10
12
14

도면7


유리(210)
S210
ZnO (5 nm)(212)
유리(210)
S220
Ag(Cu) (10 nm)(220)
ZnO (5 nm)(212)
유리(210)
S230
Ag(CuNx) (10 nm)(222)
ZnO (5 nm)(212)
유리(210)
S240
ZnO (20 nm)(230)
Ag(CuNx) (10 nm)(222)
ZnO (5 nm)(212)
유리(210)
S250

도면8


Nitridation time
0 min
3 min
6 min
Transmittance (%)
90
80
70
60
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)