



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0088295
(43) 공개일자 2019년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/18 (2006.01) C23C 26/00 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/1884 (2013.01)
C23C 26/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0006669
(22) 출원일자 2018년01월18일
심사청구일자 2018년01월18일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이수홍
경기도 화성시 봉담읍 수영로 61-14, 105동 1504호(한울마을 신창비바패밀리아파트)
이두원
경기도 용인시 수지구 현암로125번길 11, 704동 504호(죽전동, 새터마을죽전힐스테이트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

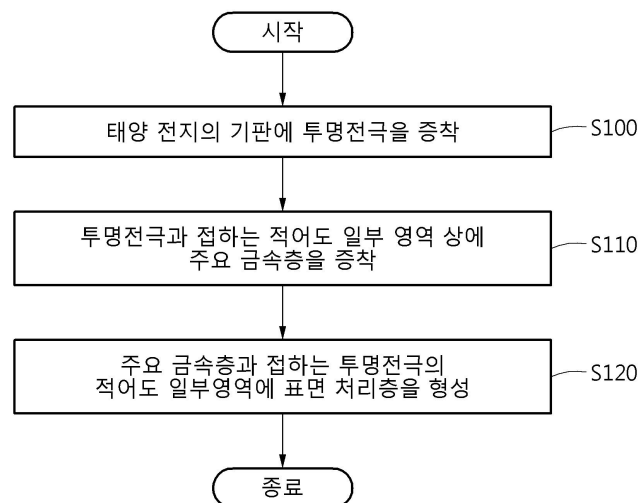
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 접착력 및 투명전극과 금속 간의 접촉저항이 개선된 태양전지 제조 방법

(57) 요약

태양전지의 기판에 투명전극을 증착하는 단계, 상기 투명전극과 접하는 적어도 일부 영역 상에 구리를 포함하는 주요 금속층을 증착하는 단계 및 상기 주요 금속층과 접하는 상기 투명전극의 적어도 일부 영역에 표면 처리층을 형성하는 단계를 포함하는 태양전지 도금 방법이 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/022466 (2013.01)

(72) 발명자

이상희

서울특별시 광진구 동일로32길 13-7, 204호(군자동)

무하마드 파하드 보팔

서울특별시 광진구 군자로 179, 1층(군자동)

이아름

서울특별시 강남구 자곡로 175, 708동 903호(자곡동, LH강남아이파크)

김한준

경기도 화성시 동탄반석로 41, 620동 1601호(반송동, 나루마을신도브래뉴아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415153889

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 소재부품기술개발

연구과제명 셀효율 15% 이상의 실리콘 코팅 Carbon fiber 전자소재 개발

기 여 율 0.5/1

주관기관 (주)뉴파워프라즈마

연구기간 2017.09.01 ~ 2018.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415152002

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지핵심기술개발

연구과제명 고효율 결정질 실리콘 태양전지용 전하선택접촉 기술 개발

기 여 율 0.5/1

주관기관 성균관대학교산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

태양전지의 기판에 투명전극을 증착하는 단계;

상기 투명전극과 접하는 적어도 일부 영역 상에 주요 금속층을 증착하는 단계; 및

상기 주요 금속층과 접하는 상기 투명전극의 적어도 일부 영역에 표면 처리층을 형성하는 단계를 포함하는,

태양전지 도금 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 주요 금속층은 단일 금속을 포함하고, 상기 단일 금속은 구리(Cu)인,

태양전지 도금 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주요 금속층은, 적어도 50%의 주된 성분으로 구리(Cu)를 포함하고,

니켈(Ni), 알루미늄(Al), 주석(Sn) 및 아연(Zn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 더 포함하는,

태양전지 도금 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 표면 처리층은 열처리, 전압 또는 전류의 인가, 빛이나 레이저(Laser)의 조사 중 적어도 하나의 방법을 통해 형성되는,

태양전지 도금 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 표면 처리층이 상기 열처리를 통해 형성되는 경우, 상기 열처리 온도는 50℃ 내지 200℃인,

태양전지 도금 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 주요 금속층의 표면에 캐핑층을 도금하는 단계를

를 더 포함하는,

태양전지 도금 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 캐핑층은, 은(Ag) 또는 주석(Sn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는,
태양전지 도금 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 캐핑층은, 비스무트(Bi)를 더 포함하는,
태양전지 도금 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 투명전극과 금속 간의 접착력을 높이고, 접촉저항을 줄이는 태양전지의 제조 방법이 개시된다.

배경 기술

[0002] 현재 이용되는 태양전지의 제조 방법은 투명전극 위에 금속층을 증착한다. 여기에서, 증착되는 금속층은 태양전지의 직렬저항을 줄이기 위해 통상적으로 저항이 낮은 은(Ag)이 사용된다. 태양전지에 단가가 높은 은(Ag)이 포함될 경우, 태양전지의 제조단가 및 발전단가(W/cost)가 증가할 수 있다. 따라서, 전기전도도가 은(Ag)과 유사하되, 가격이 상대적으로 저렴한 구리(Cu) 전극에 대한 연구가 진행되고 있다. 구리(Cu) 전극의 경우, 은(Ag)에 비해 투명전극과의 접착력이 높지 않아 태양전지 모듈의 안정성에 영향을 줄 수 있다. 또한, PVD(Physical Vapor Deposition)로 증착된 은(Ag)은 접촉 저항이 $0.3 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 으로 태양전지에 이용될 수 있으나, 다른 PVD로 증착된 다른 금속의 경우 접촉 저항이 $1.0 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 으로 타겟 접촉저항인 $0.5 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 에 비해 높다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 태양전지의 투명전극과 금속 간의 접착력을 향상시키는 태양전지 제조방법을 제공한다.

[0004] 태양전지의 투명전극과 금속 간의 저항을 감소시키는 태양전지 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 태양전지 도금 방법은, 태양전지의 기판에 투명전극을 증착하는 단계, 상기 투명전극과 접하는 적어도 일부 영역 상에 주요 금속층을 증착하는 단계 및 상기 주요 금속층과 접하는 상기 투명전극의 적어도 일부 영역에 표면 처리층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0006] 상기 주요 금속층은 단일 금속을 포함하고, 상기 단일 금속은 구리(Cu)일 수 있다.

[0007] 상기 주요 금속층은, 적어도 50%의 주된 성분으로 구리(Cu)를 포함할 수 있고, 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 주석(Sn) 및 아연(Zn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.

[0008] 상기 표면 처리층은 열처리, 전압 또는 전류의 인가, 빛이나 레이저(Laser)의 조사 중 적어도 하나의 방법을 통해 형성될 수 있다.

[0009] 상기 표면 처리층이 상기 열처리를 통해 형성될 수 있다.

[0010] 상기 열처리 온도는 50°C 내지 200°C 일 수 있다.

[0011] 상기 주요 금속층의 표면에 캐핑층을 도금하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 캐핑층은, 은(Ag) 또는 주석(Sn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 캐핑층은, 비스무트(Bi)를 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 일실시예에 따른 태양전지 제조 방법의 흐름도이다.
- 도 2a 내지 도 2d는 일실시예에 따른 태양전지를 제조 방법에 따른 각 단계를 도시한다.
- 도 3은 표면 처리층의 형성 유무에 따른 태양전지의 접촉저항에 대한 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 다른 설명이 없는 한, 각 도면에 제시된 동일한 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0017] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 발명의 범위를 설명된 실시 형태로 한정하려는 것이 아니며, 본 출원을 통해 권리로서 청구하고자 하는 범위는 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0021] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 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 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0025] 실시예들은 퍼스널 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 스마트 폰, 텔레비전, 스마트 가전 기기, 지능형 자동차, 키오스크, 웨어러블 장치 등 다양한 형태의 제품으로 구현될 수 있다.
- [0027] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0029] 도 1은 일실시예에 따른 태양전지(100) 제조 방법의 흐름도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 태양전지 제조장치는 태양전지(100)의 기판(110)에 투명전극(120)을 증착한다(S100).
- [0031] 투명전극(120)(transparent conductive oxide, TCO)은, 광 투과성과 전도성이 있는 전극으로 산화 주석이 도금된 산화 인듐, 알루미늄이 도핑된 산화 아연, 불소가 도핑된 산화 아연 또는 산화 주석 등의 박막을 유리에 피

복한 것일 수 있다. 투명전극(120)을 이용하면 전기화학 반응을 하면서 생성물의 흡수 스펙트럼을 측정할 수 있어 반도체나 태양전지 외에도 반응 중간체의 동정, 속도론적 해석, 반응 메커니즘 해명의 수단으로도 이용될 수 있다.

- [0032] 도 2a는 일실시예에 따른 태양전지(100)의 기판(110)에 투명전극(120)이 증착된 태양전지(100)를 도시한다.
- [0033] 도 1과 함께 도 2a를 참조하면, 태양전지 제조장치는 태양전지(100)의 기판(110)에 투명전극(120)을 증착한다.
- [0034] 도시되지 않았으나, 태양전지 제조장치는 기판(110) 상에 투명전극(120)을 증착하거나 투명전극(120) 상에 주요 금속층(130)을 증착하기 위한 증착처리부, 주요 금속층(130)과 접하는 투명전극(120)의 적어도 일부 영역에 표면 처리층(140)을 형성하기 위한 표면 처리부 및 주요 금속층(130) 상에 캐핑층(150)을 도금하기 위한 도금 처리부를 포함할 수 있다.
- [0036] 다시 도 1을 참조하면, 태양전지 제조장치는 투명전극(120)과 접하는 적어도 일부 영역 상에 주요 금속층(130)을 증착한다(S110).
- [0037] 도 2b는 일실시예에 따른 투명전극(120)과 접하는 적어도 일부 영역 상에 주요 금속층(130)이 증착된 태양전지(100)를 도시한다.
- [0038] 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)은 단일 금속을 포함할 수 있고, 상기 단일 금속은 구리(Cu)일 수 있다.
- [0039] 다른 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)은 적어도 50%의 주된 성분으로 구리(Cu)를 포함하고, 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 주석(Sn) 및 아연(Zn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다. 주요 금속층(130)이 구리(Cu) 이외의 다른 성분을 포함할 경우, 상기 다른 성분은 투명전극(120)에 포함된 성분과 같은 성분을 포함할 수 있다. 이렇게 주요 금속층(130)이 투명전극(120)과 같은 성분을 포함할 경우, 투명전극(120)에 표면 처리층(140)이 용이하게 형성될 수 있다.
- [0040] 일례에 있어서, 투명전극(120)이 ITO(Indium Tin Oxide)인 경우, 주요 금속층(130)은 구리(Cu) 이외의 성분으로 인듐(In) 또는 주석(Sn)을 포함할 수 있다.
- [0041] 다른 일례에 있어서, 투명전극(120)이 알루미늄(Al)이 도핑된 산화아연(ZnO)인 경우, 주요 금속층(130)은 알루미늄(Al) 또는 아연(Zn)을 포함할 수 있다.
- [0042] 주요 금속층(130)에 구리(Cu)와 함께 니켈(Ni)이 포함되거나, 구리(Cu)와 함께 알루미늄(Al)이 포함될 경우, 주요 금속층(130)에 다른 성분이 포함되는 경우에 비해 투명전극(120)과 주요 금속층(130) 간의 접착력이 더 개선되고 투명전극(120)과 주요 금속층(130) 간의 접촉저항은 더 감소될 수 있다.
- [0043] 도 3은 표면 처리층(140)의 형성 유무에 따른 태양전지(100)의 접촉저항에 대한 실시예를 도시한다.
- [0044] 도 2b와 함께 도 3을 참조하면, 주요 금속층(130)은 단일 금속 구리(Cu), 구리-망간(CuMn), 구리-니켈(Cu-Ni) 또는 구리-알루미늄(Cu-Al)을 포함할 수 있다.
- [0045] 도 3에 도시된 그래프에서, 가로축은 주요 금속층(130)에 포함된 금속의 종류를 나타내고, 세로축은 포함하는 성분을 달리하는 각각의 주요 금속층(130)과 투명전극(120)간의 접촉저항을 나타낸다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 단일 금속 구리를 포함하는 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항은 $39.67 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 이고, 구리-망간(CuMn)을 포함하는 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항은 $43.13 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 이며, 구리-니켈(CuNi)를 포함하는 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항은 $7.37 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 이고, 구리-알루미늄(Cu-Al)을 포함하는 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항은 $7.1 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 이다.
- [0047] 즉, 도 3을 참조하면 주요 금속층(130)에 포함된 금속의 종류에 따라 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉 저항이 달라짐을 알 수 있다. 특히, 주요 금속층(130)이 구리(Cu)와 함께 니켈(Ni) 또는 알루미늄(Al)을 포함하는 경우의 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항은 단일 금속 구리(Cu) 또는 구리(Cu)와 함께 다른 금속을 포함하는 주요 금속층(130)과 투명전극(120) 간의 접촉저항에 비해 현저히 낮음을 알 수 있다.
- [0049] 다시 도 1을 참조하면, 태양전지 제조장치는 주요 금속층(130)과 접하는 투명전극(120)의 적어도 일부 영역에

표면 처리층(140)을 형성한다(S120).

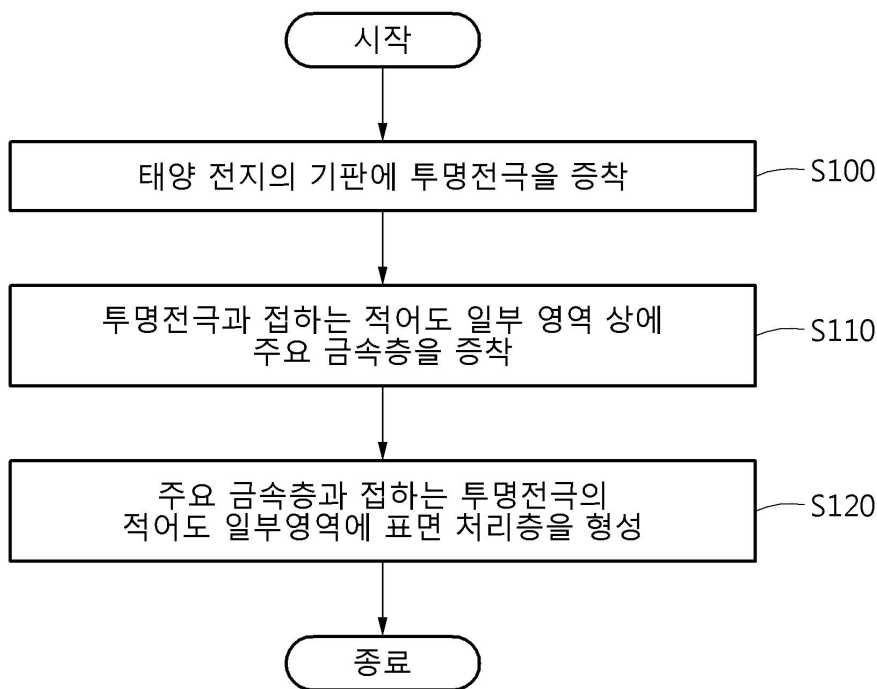
- [0050] 도 2c는 일실시예에 따른 주요 금속층(130)과 접하는 투명전극(120)의 적어도 일부 영역에 표면 처리층(140)이 형성된 태양전지(100)를 도시한다. 도 2c를 참조하면, 표면 처리층(140)은 주요 금속층(130)과 접하는 투명전극(120)상의 일부 영역이 변형된 것임을 알 수 있다. 표면 처리층(140)의 면적은 주요 금속층(130)이 투명전극(120)과 접하는 면적에 따라 결정될 수 있다. 표면 처리층(140)은 투명전극(120)의 일부가 변형된 것이므로 표면 처리층(140)의 최대 두께는 투명전극(120)의 두께보다 작다.
- [0051] 표면 처리층(140)은 열처리, 전압 또는 전류의 인가, 빛이나 레이저의 조사 중 적어도 하나의 방법을 통해 형성될 수 있다. 즉, 열처리와 함께 빛의 조사를 더 처리하여 표면 처리층(140)을 형성하도록 할 수 있다.
- [0052] 표면 처리층(140)을 형성하기 위해 열처리를 할 경우, 상기 열처리는 태양전지(100)의 효율에 영향을 주지 않는 온도(예를 들면, 50℃ 내지 200℃)로 수행될 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 태양전지(100)가 HIT(Heterostructure with Intrinsic Thin layer) 구조인 경우, 50℃ 내지 200℃의 구간에서 열처리를 하여야 태양전지(100)의 다른 구조층(예를 들면, 비결정질(amorphous)-Si:H 등)이 열처리로 인해 변성되지 않을 수 있다.
- [0054] 또한, 태양전지(100)가 PC(Polycarbonate), PES(Polyether Sulfone), PET(Polyethylene Terephthalate), PEN(Polyethylene Naphthalate), PI(Polyimide), PAR(Polyarylate), COC(Cyclo Olefin) 등과 같은 플렉시블 기판(110)을 포함하는 경우, 플렉시블 기판(110)의 변성을 방지하기 위해 50℃ 내지 200℃의 온도에서 열처리를 수행할 수 있다.
- [0055] 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)이 주된 금속 구리(Cu)에 주석(Sn)을 더 포함하고, 투명전극(120)이 74%의 인듐(In), 18%의 산소(O₂) 및 8%의 주석(Sn)으로 구성되는 경우, 표면 처리층(140)은 주석(Sn)이 도핑된 투명전극(120)의 일부 영역일 수 있다.
- [0056] 다른 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)이 주된 금속 구리(Cu)에 아연(Zn)을 더 포함하고, 투명전극(120)이 IZO(Indium Zinc Oxide)인 경우, 표면 처리층(140)은 아연(Zn)이 도핑된 투명전극(120)의 일부 영역일 수 있다.
- [0057] 또 다른 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)이 주된 금속 구리(Cu)에 알루미늄(Al)을 더 포함하고, 투명전극(120)이 알루미늄(Al)이 도핑된 산화아연(ZnO)인 경우, 표면 처리층(140)은 알루미늄(Al)이 도핑된 산화아연(ZnO)인 투명전극(120)의 일부 영역일 수 있다.
- [0058] 또 다른 일실시예에 있어서, 주요 금속층(130)이 주된 금속 구리(Cu)에 플루오린(Fluorine; F)을 더 포함하고, 투명전극(120)이 플루오린이 도핑된 산화 주석(Tin Oxide) 또는 산화 아연(Zinc Oxide)인 경우, 표면 처리층(140)은 산화 주석(Tin Oxide) 또는 산화 아연(Zinc Oxide)일 수 있다.
- [0059] 이와 같이, 선택적으로 고도핑된 투명전극(120)을 형성(즉, 투명전극(120)의 일부를 표면 처리층(140)으로 변형)함으로써 접촉력을 개선시키고 접촉저항을 감소시킬 수 있다.
- [0061] 도시되지 않았으나, 표면 처리층(140)은 열처리, 전압 또는 전류의 인가, 빛이나 레이저의 조사 없이 주요 금속층(130) 형성과 함께 형성될 수 있다. 예를 들어, 레이저 조사 도금 방법의 경우, 투명전극(120)의 표면온도가 국부적으로 높아지므로 구리를 주된 금속으로 포함하는 주요 금속층(130)이 도금되면서 선택적으로 표면 처리층(140)이 주요 금속층(130)과 대응되는 영역에 형성될 수 있다.
- [0063] 도 1의 흐름도에는 도시되지 않았으나, 태양전지(100) 제조방법은 주요 금속층(130)의 표면에 캐핑층(150)을 도금하는 단계를 더 포함할 수 있다. 캐핑층(150)을 도금하기 전의 단계는 도 1의 단계(S100) 내지 단계(S120)과 동일하므로 자세한 설명은 생략한다.
- [0064] 도 2d는 일실시예에 따른 주요 금속층(130) 상에 캐핑층(150)이 형성된 태양전지(100)를 도시한다.
- [0065] 캐핑층(150)은 주요 금속층(130)의 산화를 방지하기 위한 기능을 한다. 캐핑층(150)은 은(Ag) 또는 주석(Sn)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 캐핑층(150)은 미량의 비스무트(Bi)를 더 포함할 수 있다.

[0067] 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.

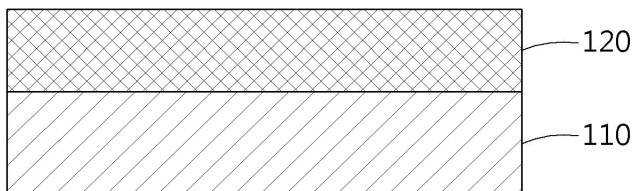
[0069] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

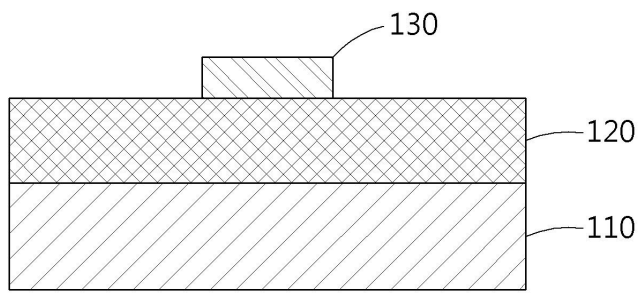
도면1



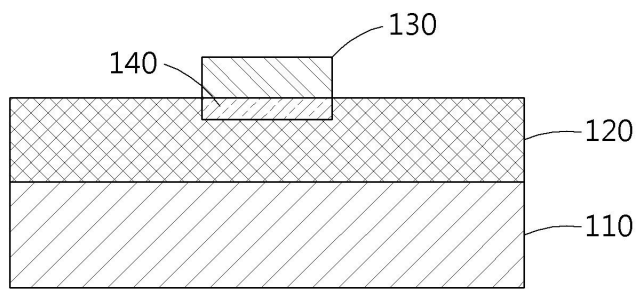
도면2a



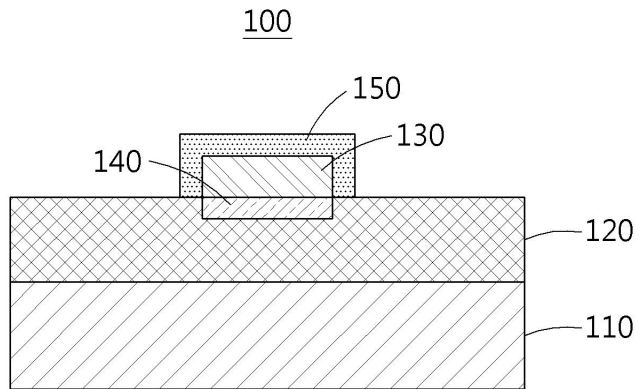
도면2b



도면2c



도면2d



도면3

