



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월07일
(11) 등록번호 10-1091361
(24) 등록일자 2011년12월01일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0074412

(22) 출원일자 2010년07월30일

심사청구일자 2010년07월30일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100096642 A

KR1020110043358 A

(73) 특허권자

엘지이노텍 주식회사

서울특별시 중구 남대문로5가 541 서울스퀘어

(72) 발명자

최철환

서울특별시 중구 남대문로5가 541번지 서울스퀘어

(74) 대리인

서교준

전체 청구항 수 : 총 11 항

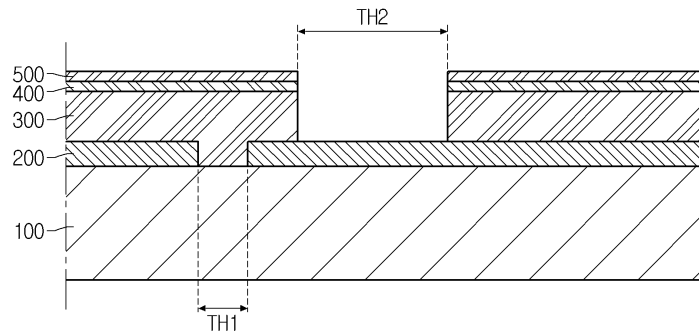
심사관 : 김민수

(54) 태양광 발전장치 및 이의 제조방법

(57) 요약

태양광 발전장치 및 이의 제조방법이 개시된다. 태양광 발전장치는 기판; 상기 기판 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 상기 광 흡수층 상에 배치되고 제 1 산화물을 포함하는 제 1 윈도우층; 및 상기 제 1 윈도우층 상에 배치되고 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 윈도우층을 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 배치되는 이면전극층;

상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층;

상기 광 흡수층 상에 배치되고 제 1 산화물을 포함하는 제 1 윈도우층; 및

상기 제 1 윈도우층 상에 배치되고 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 윈도우층을 포함하는 태양광 발전장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 윈도우층은 아래의 화학식 1의 물질을 포함하고,

상기 제 2 윈도우층은 아래의 화학식 2의 물질을 포함하는 태양광 발전장치.

화학식1

$(\text{Zn}, \text{Al})\text{O}_x$, 여기서, $0.90 < x < 0.95$ 이다.

화학식2

$(\text{Zn}, \text{Al})\text{O}_y$, 여기서, $0.96 < y < 1$ 이다.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 제 1 윈도우층의 두께는 40nm 내지 120nm인 태양광 발전장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 산화물 및 상기 제 2 산화물은 징크 옥사이드, 인듐 틴 옥사이드 및 인듐 징크 옥사이드로 구성되는 그룹으로부터 선택되고, 상기 제 1 산화물 및 상기 제 2 산화물은 도전형 불순물이 도핑되는 태양광 발전장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 윈도우층으로부터 연장되고 상기 이면전극층에 접속되는 접속부를 포함하고,

상기 광 흡수층에는 상기 이면전극층을 노출하는 제 1 관통홀들이 형성되고,

상기 접속부는 상기 제 1 관통홀들에 배치되는 태양광 발전장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 접속부는

상기 제 1 윈도우층과 일체로 형성되며 상기 이면전극층에 직접 접속되는 제 1 도전층; 및

상기 제 2 윈도우층과 일체로 형성되며 상기 제 1 도전층 상에 배치되는 제 2 도전층을 포함하는 태양광 발전장치.

청구항 7

기관;

상기 기관 상에 배치되는 이면전극층;

상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층;

상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층; 및

상기 윈도우층으로부터 연장되고 상기 광 흡수층을 관통하여 상기 이면전극층에 접속되는 접속부를 포함하고,
상기 접속부는

상기 이면전극층에 직접 접속되고 제 1 산화물을 포함하는 제 1 도전층; 및

상기 제 1 도전층 상에 배치되고 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 도전층을 포함하는 태양광 발전장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 윈도우층은

상기 제 1 산화물을 포함하고 상기 제 1 도전층과 일체로 형성되는 제 1 윈도우층; 및

상기 제 2 산화물을 포함하고, 상기 제 2 도전층과 일체로 형성되는 제 2 윈도우층을 포함하는 태양광 발전장치.

청구항 9

기판 상에 이면전극층을 형성하는 단계;

상기 이면전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계;

상기 광 흡수층 상에 제 1 산화물을 포함하는 제 1 윈도우층을 형성하는 단계; 및

상기 제 1 윈도우층 상에 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 윈도우층을 형성하는 단계를 포함하는 태양광 발전장치의 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제 1 윈도우층을 형성하는 단계 및 상기 제 2 윈도우층을 형성하는 단계에서 동일한 타겟이 사용되고,

상기 제 2 윈도우층을 형성하는 단계는 산소 분위기에서 상기 타겟을 사용하여, 상기 제 2 산화물을 상기 제 1 윈도우층 상에 증착하는 단계를 포함하는 태양광 발전장치의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 제 2 윈도우층을 형성하는 단계에서,

상기 산소의 분압은 내지 인 태양광 발전장치의 제조방법.

명세서

기술 분야

[0001] 실시예는 태양광 발전장치 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 에너지의 수요가 증가함에 따라서, 태양광 에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양광 발전장치에 대한 개발이 진행되고 있다.

[0003] 특히, 유리기판, 금속 후면 전극층, p형 CIGS계 광 흡수층, 고 저항 버퍼층, n형 윈도우층 등을 포함하는 기판 구조의 pn 헤테로 접합 장치인 CIGS계 태양광 발전장치가 널리 사용되고 있다.

[0004] 이러한 태양광 발전장치에 있어서 낮은 저항, 높은 투과율 등의 전기적인 특성을 향상시키기 위한 연구가 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 실시예는 향상된 효율을 가지고, 높은 생산성을 가지는 태양광 발전장치 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에 따른 태양광 발전장치는 기관; 상기 기관 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 상기 광 흡수층 상에 배치되고 제 1 산화물을 포함하는 제 1 윈도우층; 및 상기 제 1 윈도우층 상에 배치되고 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 윈도우층을 포함한다.

[0007] 일 실시예에 따른 태양광 발전장치는 기관; 상기 기관 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층; 및 상기 윈도우층으로부터 연장되고 상기 광 흡수층을 관통하여 상기 이면전극층에 접속되는 접속부를 포함하고, 상기 접속부는 상기 이면전극층에 직접 접속되고 제 1 산화물을 포함하는 제 1 도전층; 및 상기 제 1 도전층 상에 배치되고 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 도전층을 포함한다.

[0008] 일 실시예에 따른 태양광 발전장치의 제조방법은 기관 상에 이면전극층을 형성하는 단계; 상기 이면전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계; 상기 광 흡수층 상에 제 1 산화물을 포함하는 제 1 윈도우층을 형성하는 단계; 및 상기 제 1 윈도우층 상에 상기 제 1 산화물보다 산소 조성비가 더 높은 제 2 산화물을 포함하는 제 2 윈도우층을 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 실시예에 따른 태양광 발전장치는 산소 함량이 높은 제 2 윈도우층을 포함하는 윈도우층을 포함한다. 이에 따라서, 윈도우층의 투과율이 향상되고, 윈도우층의 면저항이 감소된다. 따라서, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 향상된 효율을 가진다.

[0010] 또한, 윈도우층의 일부인 제 2 윈도우층이 산소 분위기에서 형성되므로, 스퍼터링 공정에서 아킹(arching)의 발생이 억제될 수 있다. 이에 따라서, 윈도우층이 용이하게 형성될 수 있고, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 향상된 양산성을 가질 수 있다.

[0011] 또한, 접속부는 산소 함량이 낮은 제 1 도전층을 통하여 후면전극층에 접속한다. 이에 따라서, 접속부와 후면전극층 사이의 접속 특성이 향상되고, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 향상된 특성을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시예에 따른 태양광 발전장치를 도시한 평면도이다.

도 2는 도 1에서 A-A'를 따라서 절단한 단면을 도시한 단면도이다.

도 3 내지 도 7은 실시예에 따른 태양광 발전장치의 제조방법을 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 실시 예의 설명에 있어서, 각 기관, 층, 막 또는 전극 등이 각 기관, 층, 막, 또는 전극 등의 "상(on)"에 또는 "아래(under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, "상(on)"과 "아래(under)"는 "직접(directly)" 또는 "다른 구성요소를 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 각 구성요소의 상 또는 아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다. 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.

[0014] 도 1은 실시예에 따른 태양광 발전장치를 도시한 평면도이다. 도 2는 도 1에서 A-A' 선을 따라서 절단한 단면을 도시한 단면도이다.

[0015] 도 1 내지 도 2를 참조하면, 태양광 발전장치는 지지기관(100), 이면전극층(200), 광 흡수층(300), 버퍼층(400), 고저항 버퍼층(500), 윈도우층(600) 및 다수 개의 접속부들(700)을 포함한다.

- [0016] 상기 지지기판(100)은 플레이트 형상을 가지며, 상기 이면전극층(200), 상기 광 흡수층(300), 상기 버퍼층(400), 상기 고저항 버퍼층(500), 상기 윈도우층(600) 및 상기 접속부(700)를 지지한다.
- [0017] 상기 지지기판(100)은 절연체일 수 있다. 상기 지지기판(100)은 유리기판, 플라스틱기판 또는 금속기판일 수 있다. 더 자세하게, 상기 지지기판(100)은 소다 라임 글래스(soda lime glass) 기판일 수 있다. 상기 지지기판(100)은 투명할 수 있다. 상기 지지기판(100)은 리지드하거나 플렉서블할 수 있다.
- [0018] 상기 이면전극층(200)은 상기 지지기판(100) 상에 배치된다. 상기 이면전극층(200)은 도전층이다. 상기 이면전극층(200)으로 사용되는 물질의 예로서는 몰리브덴 등의 금속을 들 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 이면전극층(200)은 두 개 이상의 층들을 포함할 수 있다. 이때, 각각의 층들은 같은 금속으로 형성되거나, 서로 다른 금속으로 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 이면전극층(200)에는 제 1 관통홀들(TH1)이 형성된다. 상기 제 1 관통홀들(TH1)은 상기 지지기판(100)의 상면을 노출하는 오픈 영역이다. 상기 제 1 관통홀들(TH1)은 평면에서 보았을 때, 일 방향으로 연장되는 형상을 가질 수 있다.
- [0021] 상기 제 1 관통홀들(TH1)의 폭은 약 $80\mu\text{m}$ 내지 $200\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0022] 상기 제 1 관통홀들(TH1)에 의해서, 상기 이면전극층(200)은 다수 개의 이면전극들로 구분된다. 즉, 상기 제 1 관통홀들(TH1)에 의해서, 상기 이면전극들이 정의된다.
- [0023] 상기 이면전극들은 상기 제 1 관통홀들(TH1)에 의해서 서로 이격된다. 상기 이면전극들은 스트라이프 형태로 배치된다.
- [0024] 이와는 다르게, 상기 이면전극들은 매트릭스 형태로 배치될 수 있다. 이때, 상기 제 1 관통홀들(TH1)은 평면에서 보았을 때, 격자 형태로 형성될 수 있다.
- [0025] 상기 광 흡수층(300)은 상기 이면전극층(200) 상에 배치된다. 또한, 상기 광 흡수층(300)에 포함된 물질은 상기 제 1 관통홀들(TH1)에 채워진다.
- [0026] 상기 광 흡수층(300)은 I-III-VI족 계 화합물을 포함한다. 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)은 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ; CIGS계) 결정 구조, 구리-인듐-셀레나이드계 또는 구리-갈륨-셀레나이드계 결정 구조를 가질 수 있다.
- [0027] 상기 광 흡수층(300)의 에너지 밴드갭(band gap)은 약 1eV 내지 1.8eV일 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 광 흡수층(300)은 상기 제 2 관통홀들(TH2)에 의해서, 다수 개의 광 흡수부들을 정의한다. 즉, 상기 광 흡수층(300)은 상기 제 2 관통홀들(TH2)에 의해서, 상기 광 흡수부들로 구분된다.
- [0029] 상기 버퍼층(400)은 상기 광 흡수층(300) 상에 배치된다. 상기 버퍼층(400)은 황화 카드뮴(CdS)을 포함하며, 상기 버퍼층(400)의 에너지 밴드갭은 약 2.2eV 내지 2.4eV이다.
- [0030] 상기 고저항 버퍼층(500)은 상기 버퍼층(400) 상에 배치된다. 상기 고저항 버퍼층(500)은 불순물이 도핑되지 않은 징크 옥사이드(i-ZnO)를 포함한다. 상기 고저항 버퍼층(500)의 에너지 밴드갭은 약 3.1eV 내지 3.3eV이다.
- [0031] 상기 광 흡수층(300), 상기 버퍼층(400) 및 상기 고저항 버퍼층(500)에는 제 2 관통홀들(TH2)이 형성된다. 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 상기 광 흡수층(300)을 관통한다. 또한, 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 상기 이면전극층(200)의 상면을 노출하는 오픈영역이다.
- [0032] 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 상기 제 1 관통홀들(TH1)에 인접하여 형성된다. 즉, 상기 제 2 관통홀들(TH2)의 일부는 평면에서 보았을 때, 상기 제 1 관통홀들(TH1)의 옆에 형성된다.
- [0033] 상기 제 2 관통홀들(TH2)의 폭은 약 $80\mu\text{m}$ 내지 약 $200\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0034] 상기 윈도우층(600)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 배치된다. 상기 윈도우층(600)은 투명하며, 도전층이다.
- [0035] 상기 윈도우층(600)은 산화물을 포함한다. 예를 들어, 상기 윈도우층(600)은 징크 옥사이드(zinc oxide), 인듐틴 옥사이드(indium tin oxide; ITO) 또는 인듐 징크 옥사이드(indium zinc oxide; IZO) 등을 포함할 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 산화물은 알루미늄(Al), 알루미늄(Al_2O_3), 마그네슘(Mg) 또는 갈륨(Ga) 등의 도전성 불순물을 포함할 수 있다. 더 자세하게, 상기 윈도우층(600)은 알루미늄 도핑된 징크 옥사이드($\text{Al doped zinc oxide; AZO}$) 또는

갈륨 도핑된 징크 옥사이드(Ga doped zinc oxide;GZO) 등을 포함할 수 있다.

- [0037] 상기 윈도우층(600)은 제 1 윈도우층(610) 및 제 2 윈도우층(620)을 포함한다. 상기 제 1 윈도우층(610)은 고저항 버퍼층(500) 상에 형성되고 상기 제 2 윈도우층(620)은 상기 제 1 윈도우층(610) 상에 형성된다.
- [0038] 상기 제 1 윈도우층(610)은 상기 제 2 윈도우층(620)보다 더 낮은 산소 조성비를 가진다. 즉, 상기 제 1 윈도우층(610)은 상기 제 2 윈도우층(620)보다 더 낮은 산소 함량을 가진다.
- [0039] 더 자세하게, 상기 제 1 윈도우층(610)은 제 1 산화물을 포함하고, 상기 제 2 윈도우층(620)은 제 2 산화물을 포함한다. 이때, 상기 제 2 산화물의 산소의 조성비는 상기 제 1 산화물의 산소의 조성비보다 더 클 수 있다.
- [0040] 즉, 상기 제 1 윈도우층(610) 및 상기 제 2 윈도우층(620)이 알루미늄이 도핑된 징크 옥사이드로 형성될 수 있다. 이때, 상기 제 1 윈도우층(610)은 산소의 조성비가 상대적으로 낮은 징크 옥사이드를 포함하고, 상기 제 2 윈도우층(620)은 산소의 조성비가 상대적으로 높은 징크 옥사이드를 포함한다.
- [0041] 예를 들어, 상기 제 1 산화물은 아래의 화학식1로 표현될 수 있으며, 상기 제 2 산화물은 아래의 화학식2로 표현될 수 있다.
- [0042] 화학식1
- [0043] $(\text{Zn}, \text{Al})\text{O}_x$, 여기서, $0.90 < x < 0.95$ 이다.
- [0044] 화학식2
- [0045] $(\text{Zn}, \text{Al})\text{O}_y$, 여기서, $0.96 < y < 1$ 이다.
- [0046] 상기 제 1 윈도우층(610)의 두께는 상기 윈도우층(600)의 두께의 약 5% 내지 약 10%일 수 있다. 또한, 상기 제 2 윈도우층(620)의 두께는 상기 윈도우층(600)의 약 90% 내지 약 95%일 수 있다. 예를 들어, 상기 윈도우층(600)의 두께는 약 800nm 내지 약 1200nm일 수 있으며, 상기 제 1 윈도우층(610)의 두께는 약 40nm 내지 약 120nm일 수 있다.
- [0047] 상기 버퍼층(400), 상기 고저항 버퍼층(500) 및 상기 윈도우층(600)에는 제 3 관통홀들(TH3)이 형성된다. 상기 제 3 관통홀들(TH3)은 상기 이면전극층(200)의 상면을 노출하는 오픈 영역이다. 예를 들어, 상기 제 3 관통홀들(TH3)의 폭은 약 80 μm 내지 약 200 μm 일 수 있다.
- [0048] 상기 제 3 관통홀들(TH3)은 상기 제 2 관통홀들(TH2)에 인접하는 위치에 형성된다. 더 자세하게, 상기 제 3 관통홀들(TH3)은 상기 제 2 관통홀들(TH2) 옆에 배치된다. 즉, 평면에서 보았을 때, 상기 제 3 관통홀들(TH3)은 상기 제 2 관통홀들(TH2) 옆에 나란히 배치된다.
- [0049] 상기 버퍼층(400)은 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 다수 개의 버퍼들로 구분된다.
- [0050] 마찬가지로, 상기 고저항 버퍼층(500)은 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 다수 개의 고저항 버퍼들로 구분된다.
- [0051] 또한, 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 상기 윈도우층(600)은 다수 개의 윈도우들로 구분된다. 즉, 상기 윈도우들은 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서 정의된다.
- [0052] 상기 윈도우들은 상기 이면전극들과 대응되는 형상을 가진다. 즉, 상기 윈도우들은 스트라이프 형태로 배치된다. 이와는 다르게, 상기 윈도우들은 매트릭스 형태로 배치될 수 있다.
- [0053] 또한, 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 다수 개의 셀들(C1, C2...)이 정의된다. 더 자세하게, 상기 제 2 관통홀들(TH2) 및 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 상기 셀들(C1, C2...)이 정의된다. 즉, 상기 제 2 관통홀들(TH2) 및 상기 제 3 관통홀들(TH3)에 의해서, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 상기 셀들(C1, C2...)로 구분된다.
- [0054] 상기 접속부들(700)은 상기 제 2 관통홀들(TH2) 내측에 배치된다. 상기 접속부들(700)은 상기 윈도우층(600)으로부터 하방으로 연장되며, 상기 이면전극층(200)에 접속된다. 예를 들어, 상기 접속부들(700)은 상기 제 1 셀의 윈도우로부터 연장되어, 상기 제 2 셀의 이면전극에 접속된다.
- [0055] 따라서, 상기 접속부들(700)은 서로 인접하는 셀들을 연결한다. 더 자세하게, 상기 접속부들(700)은 서로 인접하는 셀들(C1, C2...)에 각각 포함된 윈도우와 이면전극을 연결한다.

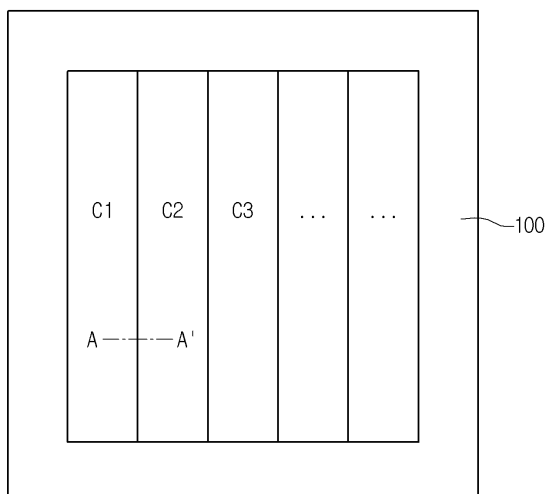
- [0056] 상기 접속부(700)는 상기 윈도우층(600)과 일체로 형성된다. 즉, 상기 접속부(700)로 사용되는 물질은 상기 윈도우층(600)으로 사용되는 물질과 동일하다. 상기 접속부들(700)은 제 1 도전층(710) 및 제 2 도전층(720)을 포함한다.
- [0057] 상기 제 1 도전층(710)은 상기 제 1 윈도우층(610)과 연결된다. 더 자세하게, 상기 제 1 도전층(710)은 상기 제 1 윈도우층(610)과 일체로 형성된다. 상기 제 1 도전층(710)은 상기 제 1 산화물을 포함한다. 즉, 상기 제 1 도전층(710)은 상대적으로 낮은 산소 함량을 가진다.
- [0058] 상기 제 1 도전층(710)은 상기 이면전극층(200)에 직접 접속된다. 즉, 상기 제 1 도전층(710)은 상기 이면전극층(200)에 직접적인 접속에 의해서 접속된다.
- [0059] 상기 제 2 도전층(720)은 상기 제 1 도전층(710) 상에 배치된다. 상기 제 2 도전층(720)은 상기 제 2 관통홀들(TH2) 내측에 배치된다.
- [0060] 상기 제 2 도전층(720)은 상기 제 2 윈도우층(620)과 연결된다. 더 자세하게, 상기 제 2 도전층(720)은 상기 제 2 윈도우층(620)과 일체로 형성된다. 상기 제 2 도전층(720)은 상기 제 2 산화물을 포함한다. 즉, 상기 제 2 도전층(720)은 상대적으로 높은 산소 함량을 가진다.
- [0061] 상기 접속부(700)는 상대적으로 낮은 산소 함량을 가지는 상기 제 1 도전층(710)을 통하여 상기 이면전극층(200)에 접속된다. 따라서, 상기 제 1 도전층(710)과 상기 이면전극층(200) 사이의 접속 특성이 향상될 수 있고, 상기 셀들(C1, C2...)이 상기 접속부들(700)에 의해서 효과적으로 연결된다.
- [0062] 따라서, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 상기 셀들(C1, C2...) 사이의 단선을 방지하고, 향상된 발전 효율을 가진다.
- [0063] 상기 제 2 윈도우층(620)은 상대적으로 높은 산소 함량을 가지기 때문에, 상기 제 2 윈도우층(620)은 낮은 캐리어 농도를 가진다. 예를 들어, 상기 제 1 윈도우층(610)은 약 $3 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 내지 $9 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 의 캐리어 농도를 가질 수 있고, 상기 제 2 윈도우층(620)은 약 $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 내지 $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 의 캐리어 농도를 가질 수 있다. 상기 제 2 윈도우층(620)은 낮은 캐리어 농도를 가지기 때문에, 장파장대의 광은 상기 제 2 윈도우층(620)을 용이하게 투과될 수 있다.
- [0064] 또한, 상기 제 2 윈도우층(620)은 산소 분위기에서 형성되기 때문에, 디펙트의 수가 적다. 즉, 상기 제 2 윈도우층(620)이 형성되는 과정에서 산소 기체에 포함된 산소는 상기 제 2 윈도우층(620)의 디펙트를 감소시킨다. 이에 따라서, 상기 제 2 윈도우층(620)은 단파장대의 광을 용이하게 투과시킬 수 있다.
- [0065] 또한, 상기 산소에 의해서, 상기 제 2 윈도우층(620)의 결정은 균일하게 형성된다. 이에 따라서, 상기 제 2 윈도우층(620) 낮은 면저항을 가진다.
- [0066] 따라서, 실시예에 따른 태양광 발전장치에 포함된 윈도우층(600)은 향상된 투과율 및 향상된 전도도를 가진다. 이에 따라서, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 향상된 성능을 가진다.
- [0067] 또한, 상기 제 2 윈도우층(620)은 산소 분위기에서의 스퍼터링 공정에 의해서 형성된다. 이에 따라서, 스퍼터링 공정 시, 아킹 발생이 억제되고, 실시예에 따른 태양광 발전장치는 효율적으로 생산될 수 있다.
- [0068] 도 3 내지 도 7은 실시예에 따른 태양광 발전장치의 제조방법을 도시한 단면도들이다. 본 제조방법에 관한 설명은 앞서 설명한 태양광 발전장치에 대한 설명을 참고한다.
- [0069] 도 3를 참조하면, 지지기판(100) 상에 이면전극층(200)이 형성되고, 상기 이면전극층(200)은 패터닝되어 제 1 관통홀들(TH1)이 형성된다. 이에 따라서, 상기 지지기판(100) 상에 다수 개의 이면전극층들이 형성된다. 상기 이면전극층(200)은 레이저에 의해서 패터닝된다.
- [0070] 상기 제 1 관통홀들(TH1)은 상기 지지기판(100)의 상면을 노출하며, 약 $80 \mu\text{m}$ 내지 약 $200 \mu\text{m}$ 의 폭을 가질 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 지지기판(100) 및 상기 이면전극층(200) 사이에 확산방지막 등과 같은 추가적인 층이 개재될 수 있고, 이때, 상기 제 1 관통홀들(TH1)은 상기 추가적인 층의 상면을 노출하게 된다.

- [0072] 도 4를 참조하면, 상기 이면전극층(200) 상에 광 흡수층(300), 버퍼층(400) 및 고저항 버퍼층(500)이 형성된다.
- [0073] 상기 광 흡수층(300)은 스퍼터링 공정 또는 증발법 등에 의해서 형성될 수 있다.
- [0074] 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)을 형성하기 위해서 구리, 인듐, 갈륨, 셀레늄을 동시 또는 구분하여 증발시키면서 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ;CIGS계)의 광 흡수층(300)을 형성하는 방법과 금속 프리커서 막을 형성시킨 후 셀레니제이션(Selenization) 공정에 의해 형성시키는 방법이 폭넓게 사용되고 있다.
- [0075] 금속 프리커서 막을 형성시킨 후 셀레니제이션 하는 것을 세분화하면, 구리 타겟, 인듐 타겟, 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정에 의해서, 상기 이면전극(200) 상에 금속 프리커서 막이 형성된다.
- [0076] 이후, 상기 금속 프리커서 막은 셀레니제이션(selenization) 공정에 의해서, 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ;CIGS계)의 광 흡수층(300)이 형성된다.
- [0077] 이와는 다르게, 상기 구리 타겟, 인듐 타겟, 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정 및 상기 셀레니제이션 공정은 동시에 진행될 수 있다.
- [0078] 이와는 다르게, 구리 타겟 및 인듐 타겟 만을 사용하거나, 구리 타겟 및 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정 및 셀레니제이션 공정에 의해서, CIS계 또는 CIG계 광 흡수층(300)이 형성될 수 있다.
- [0079] 이후, 황화 카드뮴이 스퍼터링 공정 또는 용액성장법(chemical bath depositon;CBD) 등에 의해서 증착되고, 상기 버퍼층(400)이 형성된다.
- [0080] 이후, 상기 버퍼층(400) 상에 징크 옥사이드가 스퍼터링 공정 등에 의해서 증착되고, 상기 고저항 버퍼층(500)이 형성된다.
- [0081] 상기 버퍼층(400) 및 상기 고저항 버퍼층(500)은 낮은 두께로 증착된다. 예를 들어, 상기 버퍼층(400) 및 상기 고저항 버퍼층(500)의 두께는 약 1nm 내지 약 80nm이다.
- [0082] 이후, 상기 광 흡수층(300), 상기 버퍼층(400) 및 상기 고저항 버퍼층(500)의 일부가 제거되어 제 2 관통홀들(TH2)이 형성된다.
- [0083] 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 팁 등의 기계적인 장치 또는 레이저 장치 등에 의해서 형성될 수 있다.
- [0084] 예를 들어, 약 $40\mu\text{m}$ 내지 약 $180\mu\text{m}$ 의 폭을 가지는 팁에 의해서, 상기 광 흡수층(300) 및 상기 버퍼층(400)은 패터닝될 수 있다. 또한, 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 약 200 내지 600nm의 파장을 가지는 레이저에 의해서 형성될 수 있다.
- [0085] 이때, 상기 제 2 관통홀들(TH2)의 폭은 약 $100\mu\text{m}$ 내지 약 $200\mu\text{m}$ 일 수 있다. 또한, 상기 제 2 관통홀들(TH2)은 상기 이면전극층(200)의 상면의 일부를 노출하도록 형성된다.
- [0086] 도 5를 참조하면, 상기 광 흡수층(300) 상 및 상기 제 2 관통홀들(TH2) 내측에 제 1 윈도우층(610)이 형성된다. 즉, 상기 제 1 윈도우층(610)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상 및 상기 제 2 관통홀들(TH2) 내측에 투명한 도전물질이 증착되어 형성된다.
- [0087] 이때, 상기 제 2 관통홀들(TH2) 내측에 상기 투명한 도전물질이 채워지고, 상기 제 1 윈도우층(610)은 상기 이면전극층(200)에 직접 접촉하게 된다.
- [0088] 이때, 상기 제 1 윈도우층(610)은 무산소 분위기에서, 상기 투명한 도전물질이 증착되어 형성될 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 1 윈도우층(610)은 산소를 포함하지 않는 불활성 기체 분위기에서 알루미늄이 도핑된 징크 옥사이드가 증착되어 형성될 수 있다.
- [0089] 더 자세하게, 상기 제 1 윈도우층(610)은 Ar 분위기 또는 $\text{Ar} + \text{H}_2$ 의 분위기에서 스퍼터링 공정에 의해서 형성될 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 1 윈도우층(610)을 형성하기 위한 스퍼터링 공정은 $2.6\text{W}/\text{cm}^2$ 내지 $4.5\text{W}/\text{cm}^2$ 전력과, 100sccm 내지 200sccm의 아르곤 가스(Ar gas) 및 3mtorr 내지 10mtorr의 공정압력으로 진행될 수 있다.
- [0090] 도 6을 참조하면, 상기 제 1 윈도우층(610) 상에 제 2 윈도우층(620)이 형성된다. 상기 제 2 윈도우층(620)은 산소 분위기에서 형성된다. 즉, 상기 제 2 윈도우층(620)은 산소 분위기에서 상기 제 1 윈도우층(610) 상에 투명한 도전물질이 증착되어 형성된다.

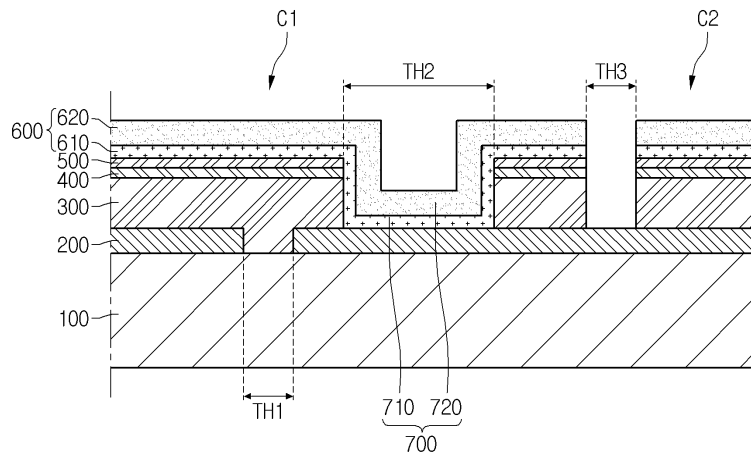
- [0091] 더 자세하게, 산소 및 불활성 기체가 포함된 기체 분위기에서 알루미늄이 도핑된 증크 옥사이드 등의 물질이 상기 제 1 원도우층(610)에 증착되고, 상기 제 2 원도우층(620)이 형성될 수 있다.
- [0092] 더 자세하게, 상기 제 2 원도우층(620)은 $\text{Ar} + \text{O}_2$ 의 분위기에서 스퍼터링 공정에 의해서 형성될 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 2 원도우층(620)을 형성하기 위한 스퍼터링 공정은 $2.6\text{W}/\text{cm}^2$ 내지 $4.5\text{W}/\text{cm}^2$ 전력과, 100sccm 내지 200sccm의 아르곤 기체와, 약 0.05vol% 내지 약 1.5vol%의 산소 혼합 기체와, 약 5mtorr 내지 약 8mtorr의 공정압력으로 진행될 수 있다.
- [0093] 이와 같이, 상기 제 2 원도우층(620)은 산소 분위기에서 형성되기 때문에, 상기 제 2 원도우층(620)은 상기 제 1 원도우층(610)보다 더 많은 산소를 포함하게 된다. 즉, 상기 제 2 산화물의 산소의 조성비가 상기 제 1 산화물보다 더 크게 된다.
- [0094] 도 7을 참조하면, 상기 버퍼층(400), 상기 고저항 버퍼층(500) 및 상기 원도우층(600)의 일부가 제거되어 제 3 관통홀들(TH3)이 형성된다. 이에 따라서, 상기 원도우층(600)은 패터닝되어, 다수 개의 원도우들 및 다수 개의 셀들(C1, C2...)이 정의된다. 상기 제 3 관통홀들(TH3)의 폭은 약 $80\mu\text{m}$ 내지 약 $200\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0095] 이와 같이, 실시예에 따른 태양광 발전장치의 제조방법에 의해서, 향상된 접속 특성을 가지는 접속부(700)를 포함하고, 향상된 특성을 가지는 원도우층(600)을 포함하는 태양광 발전장치가 제공될 수 있다.
- [0096] 또한, 이상에서 실시예들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [0097] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

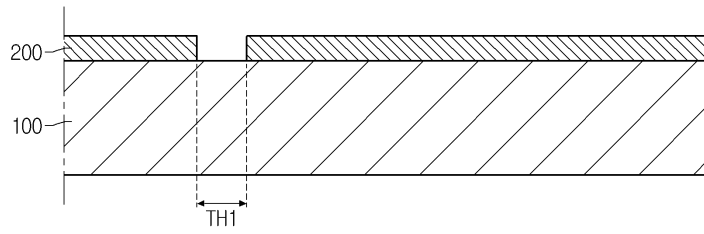
도면1



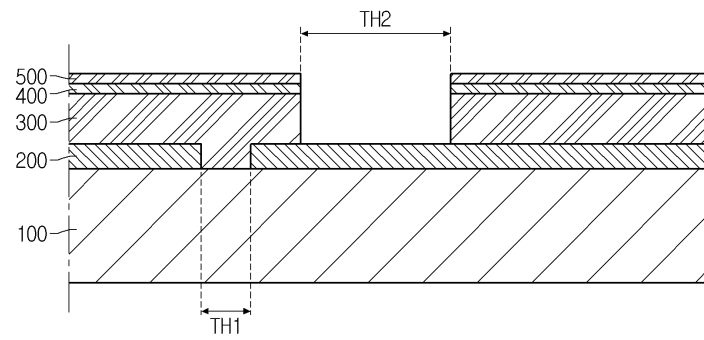
도면2



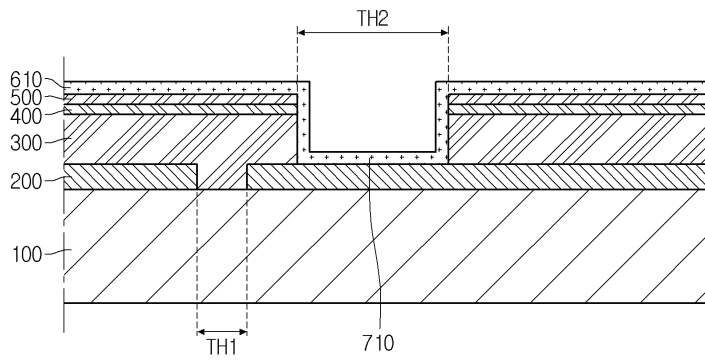
도면3



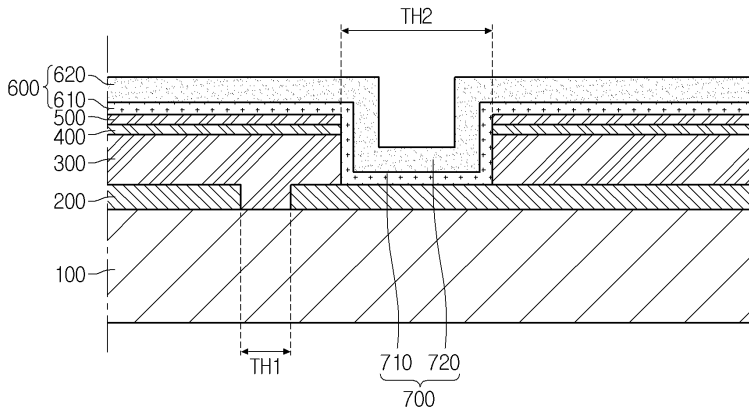
도면4



도면5



도면6



도면7

