



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년12월06일  
 (11) 등록번호 10-1338659  
 (24) 등록일자 2013년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 31/042* (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-0126252  
 (22) 출원일자 2011년11월29일  
 심사청구일자 2011년11월29일  
 (65) 공개번호 10-2013-0059985  
 (43) 공개일자 2013년06월07일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020100122466 A\*  
 KR1020110039726 A\*  
 KR1020110119843 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**엘지이노텍 주식회사**  
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)  
 (72) 발명자  
**신민정**  
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)  
**박덕훈**  
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)  
 (74) 대리인  
**서교준**

전체 청구항 수 : 총 18 항

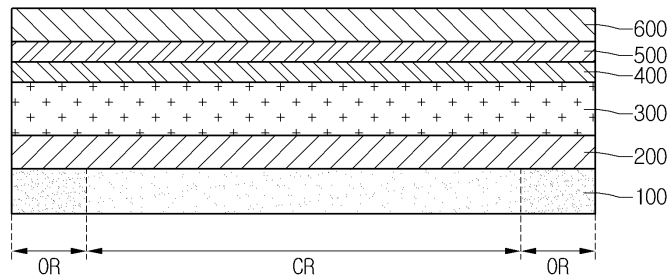
심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 **태양전지 및 이의 제조방법**

**(57) 요약**

실시예는 태양전지 및 이의 제조방법을 제공한다. 실시예에 따른 태양전지는 나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ ) 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 유리 기판; 상기 유리 기판 상에 배치되는 후면 전극층; 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층을 포함한다.

**대표도** - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ ) 및 나트륨 양이온을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 유리 기관;  
 상기 유리 기관 상에 배치되는 후면 전극층;  
 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및  
 상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층을 포함하고,  
 상기 나트륨 양이온의 농도는 상기 유리 기관의 중심에서 멀어질수록 감소하는 태양전지.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
 상기 유리 기관은 내부 영역 및 상기 내부 영역을 둘러싸는 외곽 영역을 포함하는 태양전지.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,  
 상기 외곽 영역의 나트륨 양이온의 농도는 상기 내부 영역의 나트륨 양이온의 농도보다 작은 태양전지.

**청구항 4**

제 2 항에 있어서,  
 상기 외곽 영역의 1가 금속 양이온의 농도는 상기 내부 영역의 1가 금속 양이온의 농도보다 큰 태양전지.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,  
 상기 1가 금속 양이온은 칼륨(K), 리튬(Li), 세슘(Cs), 루비듐(Rb) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 태양전지.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,  
 상기 유리 기관은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{FeO}$  및 상기 1가 금속의 산화물을 포함하는 태양전지.

**청구항 7**

나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ ) 및 나트륨 양이온을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 유리 기관;  
 상기 유리 기관 상에 배치되는 후면 전극층;  
 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및

상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층을 포함하고,  
 상기 유리 기판 내의 1가 금속 양이온의 농도는 상기 유리 기판과 상기 후면 전극층의 계면에서 가장 높은 태양 전지.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
 상기 나트륨 양이온의 농도는 상기 유리 기판과 상기 후면 전극층의 계면에서 멀어질수록 증가하고,  
 상기 1가 금속 양이온의 농도는 상기 유리 기판과 상기 후면 전극층의 계면에서 멀어질수록 감소하는 태양전지.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,  
 상기 유리 기판은 나트륨 양이온을 함유하는 제 1 유리 기판 및 상기 제 1 유리 기판 상에 배치되고, 1가 금속 양이온을 함유하는 제 2 유리 기판을 포함하는 태양전지.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,  
 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수는 상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수보다 작은 태양전지.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수는  $7.0 \times 10^{-6}/K$  내지  $11.0 \times 10^{-6}/K$  이고,  
 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수는  $3.0 \times 10^{-6}/K$  내지  $5.0 \times 10^{-6}/K$  인 태양전지.

**청구항 12**

나트륨 양이온( $Na^+$ )을 포함하는 유리 기판을 화학 강화 처리하는 단계;  
 상기 화학 강화 처리 된 유리 기판 상에 후면 전극층을 형성하는 단계;  
 상기 후면 전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계; 및  
 상기 광 흡수층 상에 전면 전극층을 형성하는 단계를 포함하고,  
 상기 화학 강화 처리하는 단계에서는,  
 상기 나트륨 양이온의 농도가 상기 유리 기판의 위치에 따라 다르게 분포하도록 처리되는 태양전지의 제조방법.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,  
 상기 화학 강화 처리 단계는,

상기 나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ )을 포함하는 유리 기판을 준비하는 단계;

나트륨을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 용액에 상기 유리 기판을 침지시켜, 상기 유리 기판의 나트륨 이온과 상기 1가 금속 양이온이 서로 치환시키는 이온 교환 단계;

상기 이온 교환된 유리 기판을 열처리하는 단계; 및

상기 열처리된 유리 기판을 냉각하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 유리 기판을 준비하는 단계는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ , 및  $\text{FeO}$  원료를 용융시키는 공정을 포함하는 태양전지의 제조방법.

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 이온 교환 단계는,

상기 유리 기판을  $400^\circ\text{C}$  내지  $500^\circ\text{C}$  의 질산칼륨( $\text{KNO}_3$ ) 용액에 침지시키고,

상기 유리 기판의 나트륨 이온과 상기 질산칼륨 용액의 칼륨 이온( $\text{K}^+$ )을 서로 치환시키는 것을 포함하는 태양전지의 제조방법.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 이온 교환 단계는 상기 유리 기판의 표면 또는 상기 유리 기판의 외곽 영역에 선택적으로 수행되는 태양전지의 제조방법.

#### 청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 열처리 단계는 상기 유리 기판의 유리 전이 온도 보다 높은 온도로 가열하는 것을 포함하는 태양전지의 제조방법.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 유리 전이 온도는  $550^\circ\text{C}$  내지  $600^\circ\text{C}$  인 태양전지의 제조방법.

### 명세서

#### 기술분야

실시예는 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0001]

[0002] 태양전지는 p-n 접합 다이오드에 빛을 쬐이면 전자가 생성 되는 광기전력 효과(photovoltaic effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 소자로 정의할 수 있다. 태양전지는 접합 다이오드로 사용되는 물질에 따라, 실리콘 태양전지, I-III-VI족 또는 III-V족 화합물로 대표되는 화합물 반도체 태양전지, 염료감응 태양전지, 유기물 태양전지로 나눌 수 있다.

[0003] I-III-VI족 Chalcopyrite계 화합물 반도체 중 하나인 CIGS(CuInGaSe) 태양전지는 광 흡수가 뛰어나고, 얇은 두께로도 높은 광전 변환효율을 얻을 수 있으며, 전기 광학적 안정성이 매우 우수하여 기존 실리콘 태양전지를 대체할 수 있는 태양전지로 부각되고 있다.

[0004] CIGS 박막 태양전지는 나트륨을 포함하는 기판, 후면 전극층, 광 흡수층, 전면 전극층을 순차적으로 형성시켜 제조된다. CIGS 박막 태양전지 제조를 위한 기판은 일반적으로 열강화 처리한 커버 유리 기판을 사용한다. 이때, 열강화 처리는 가열 과정에서 유리 기판에 변형이 가해질 위험이 있다. 따라서, 열강화 처리가 가능한 유리 두께는 최소 3.2 mm 이상 유리에서만 가능하였다.

[0005] CIGS 박막 태양전지는 유리 기판의 성분과 두께에 따라 그 효율이 직접적으로 변화하게 된다. 또한, 유리 기판의 두께가 두꺼워 질수록 유리 기판의 무게가 증가하게 되므로, 이를 지탱하기 위해서는 프레임의 충격강도를 증가시켜야 하는 등 설치비용이 증가하게 되고, 태양광 발전 모듈을 제조하는 원가도 상승하게 되는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 실시예는 화학 강화 처리 된 유리 기판을 포함하는 태양전지 및 이의 제조 방법을 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 제 1 실시예에 따른 태양전지는 나트륨 양이온( $Na^+$ ) 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 유리 기판; 상기 유리 기판 상에 배치되는 후면 전극층; 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층을 포함한다.

[0008] 제 2 실시예에 따른 태양전지는 나트륨 양이온( $Na^+$ ) 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온을 포함하는 유리 기판; 상기 유리 기판 상에 배치되는 후면 전극층; 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층을 포함하고, 상기 유리 기판 내의 1가 금속 양이온의 농도는 상기 유리 기판과 상기 후면 전극층의 계면에서 가장 높다.

[0009] 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은 나트륨 양이온 ( $Na^+$ )을 포함하는 유리 기판을 화학 강화 처리하는 단계; 상기 화학 강화 처리 된 유리 기판 상에 후면 전극층을 형성하는 단계; 상기 후면 전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계; 및 상기 광 흡수층 상에 전면 전극층을 형성하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

[0010] 실시예에 따른 태양전지는 이온 교환 공정 및 유리 전이 온도( $T_g$ ) 이상의 열처리 공정을 통해 제조된 화학 강화 처리된 유리 기판을 제공한다. 이에 따라, 유리 기판은 충격강도, 내열성 및 투과율이 향상됨으로써, 태양전지의 내구성을 향상시키고, 발전 효율을 높일 수 있다. 또한, 유리 기판의 두께 및 무게를 감소시킴으로써, 생산 제조 원가 감소 및 태양광 전지를 설치하는 비용을 감소시킬 수 있는 효과가 있다. 또한, 유리 기판은 후면 전극층과의 열팽창 계수의 차이를 줄여 유리 기판과 후면 전극층과의 접착력을 증가시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 도 1은 제 1 실시예에 따른 태양전지의 단면도이다.

도 2는 제 1 실시예에 따른 유리 기판의 단면도이다.

도 3은 제 1 실시예에 따른 유리 기판 내의 나트륨 양이온 및 1가 금속 양이온의 농도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 4는 제 2 실시예에 따른 태양전지의 단면도이다.

도 5는 제 2 실시예에 따른 유리 기관의 단면도이다.

도 6은 제 2 실시예에 따른 유리 기관 내의 나트륨 양이온 및 1가 금속 양이온의 농도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 6은 제 2 실시예에 따른 유리 기관 내의 나트륨 양이온 및 1가 금속 양이온의 농도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 7 내지 도 13은 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시하는 단면도들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0012] 실시예의 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.
- [0013] 도 1은 제 1 실시예에 따른 태양전지의 단면도이다. 또한, 도 2는 제 1 실시예에 따른 유리 기관의 단면도이다.
- [0014] 도 1 및 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 태양전지는 나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ , 101) 및 나트륨 양이온(101)을 제외한 1가 금속 양이온(102)을 포함하는 유리 기관(100); 상기 유리 기관(100) 상에 배치되는 후면 전극층(200); 상기 후면 전극층(200) 상에 배치되는 광 흡수층(300); 상기 광 흡수층 상에 순차적으로 배치되는 버퍼층(400); 상기 버퍼층 상에 배치되는 고저항 버퍼층(500); 및 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 배치되는 전면 전극층(600)을 포함한다.
- [0015] 상기 유리 기관(100)은 플레이트 형상을 가지며, 상기 후면 전극층(200), 상기 광 흡수층(300), 상기 버퍼층(400), 상기 고저항 버퍼층(500) 및 상기 전면 전극층(600)을 지지한다.
- [0016] 상기 유리 기관(100)의 조성은 나트륨 양이온(101) 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온(102)을 포함한다면 특별히 제한되지 않는다. 상기 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온(102)은 칼륨(K), 리튬(Li), 세슘(Cs), 루비듐(Rb) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0017] 예를 들어, 상기 유리 기관(100)은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{FeO}$  및 1가 금속 양이온(102)의 산화물을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 유리 기관(100) 조성물에 포함되는  $\text{SiO}_2$  는 유리의 주 성분으로 규사 또는 규석을 통하여 얻을 수 있다. 또한,  $\text{SiO}_2$  가 약 60 중량% 미만으로 첨가되면 유리의 기본 구조가 이루어지지 않을 수 있고, 약 70 중량%를 초과하게 되면 유리 용융이 어려워지고 유리의 기본적 특성이 열화될 수 있다.
- [0018] 상기 구성성분 중  $\text{B}_2\text{O}_3$ 는 유리의 저팽창성, 화학적 내구성, 내열성을 안정화시키는 역할을 하며, 붕산( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )을 통하여 얻을 수 있다. 따라서,  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 첨가량이 약 15 중량% 내지 약 25 중량%를 벗어나는 경우 유리의 안정성, 내구성 및 내열성이 열화될 수 있다.
- [0019] 상기 구성성분 중  $\text{Na}_2\text{O}$ 는 소다회를 통하여 얻을 수 있으며, 유리의 용융을 쉽게 하고 용융유리의 기포를 제거하거나 균질화를 돕기 위해 사용된다. 상기 유리 기관(100) 내의 나트륨 양이온(101)은 태양전지의 제조 과정에서 광 흡수층(300)의 디펙트(defect) 상으로 확산될 수 있다. 이에 따라, 태양전지의 개방전압과 충실도는 향상될 수 있으며, 결과적으로 태양전지의 광-전 변환 효율은 향상될 수 있다.
- [0020] 또한, 유리 기관의 표면에 나트륨 양이온(101) 형태로 존재하여 유리가 알칼리성을 띠게 하고, 후속의 화학강화 공정에서 이온 교환 작용을 일으키는 주요 원소로서 작용한다. 따라서,  $\text{Na}_2\text{O}$ 가 약 0.1 중량% 미만으로 첨가될 경우, 후속 공정에서 본 발명에 따른 화학강화 공정이 정상적으로 수행되지 않을 수 있고, 약 5 중량%를 초과하

게 될 경우 유리의 용융이 너무 쉽게 되어 충격강도 저하의 원인이 될 수 있다.

- [0021] 상기 구성성분 중 CaO는 석회석을 통하여 얻을 수 있으며, 용융유리 내의 화학적 성질을 안정화시키는 역할을 한다. CaO가 약 0.1중량% 미만으로 첨가될 경우 화학적 안정화가 충분히 이루어지지 않아 유리의 특성이 저하될 수 있고, 약 1.0 중량%를 초과할 경우 안정화에 사용되고 잔류하는 석회석에 의하여 유리의 충격강도가 저하되는 문제를 야기할 수 있다.
- [0022] 상기 구성성분 중 1가 금속의 산화물은 Li<sub>2</sub>O 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 1가 금속의 산화물은 상기 유리 기관(100)의 외곽 영역(OR)에서 1가 금속의 양이온 형태로 존재할 수 있다. 상기 유리 기관(100) 내의 1가 금속의 양이온은 이온교환 공정을 포함하는 화학 강화 처리 공정에 의해서 형성될 수 있다. 이와 관련하여 하기에서 상세히 서술하도록 한다.
- [0023] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 상기 유리 기관(100)은 내부 영역(CR) 및 상기 내부 영역(CR)을 둘러싸는 외곽 영역(OR)으로 구분될 수 있다. 본원 명세서에서 사용되는 용어 “외곽 영역(OR)”은 특정 층(layer)의 최외곽에서부터 특정 층(layer) 넓이의 약 5% 내지 약 15%에 해당하는 넓이만큼 내측으로 위치한 영역까지를 의미할 수 있다. 또한, 본원 명세서에서 사용되는 용어 “내부 영역(CR)”은 특정 층에서 상기 외곽 영역(OR)을 제외한 영역을 의미할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0024] 제 1 실시예에 따른 유리 기관(100)의 외곽 영역(OR)은 선택적으로 화학 강화 처리 될 수 있다. 더 자세하게, 상기 유리 기관(100)의 외곽 영역(OR)은 상기 유리 기관(100) 내의 나트륨 양이온(101)과 나트륨 양이온(101)을 제외한 1가 금속 양이온(102)의 이온 교환 공정 및 유리 전이 온도(T<sub>g</sub>) 이상의 열처리 공정을 통해 화학 강화 처리될 수 있다. 이에 따라, 상기 유리 기관(100)은 충격강도, 내열성 및 투과율이 향상됨으로써, 태양전지의 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 상기 화학 강화 처리 된 유리 기관(100)의 외곽 영역(OR)과 상기 유리 기관(100)의 내부 영역(OR)의 조성은 상이하다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 외곽 영역(OR)의 나트륨 양이온(101)의 농도는 상기 내부 영역(CR)의 나트륨 양이온(101)의 농도보다 작을 수 있다. 즉, 상기 외곽 영역(OR)에는 극소량만의 나트륨 양이온(101)이 존재하거나, 이와 달리 나트륨 양이온(101)이 존재하지 않고 1가 금속 양이온(102)만을 포함할 수 있으나, 실시예는 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0026] 또한, 상기 외곽 영역(OR)의 1가 금속 양이온(102)의 농도는 상기 내부 영역(CR)의 1가 금속 양이온(102)의 농도보다 작을 수 있다. 즉, 상기 내부 영역(CR)에는 극소량만의 1가 금속 양이온(102)이 존재하거나, 이와 달리 1가 금속 양이온(102)은 존재하지 않고 나트륨 양이온(101)만을 포함할 수 있으나, 실시예는 이에 제한되는 것은 아니다. 따라서, 상기 유리 기관(100)의 내부 영역(CR)에 존재하는 나트륨 양이온(101)들은 광 흡수층(300)을 제조하기 위한 고온의 열처리 공정에서, 상기 광 흡수층(300)의 디펙(defect) 상으로 도핑될 수 있다. 이에 따라, 태양전지 모듈의 개방전압과 충실도는 향상될 수 있으며, 결과적으로 태양전지 모듈의 광-전 변환 효율은 향상될 수 있다.
- [0027] 상기 후면 전극층(200)은 상기 유리 기관(100) 상에 배치된다. 상기 후면 전극층(200)은 도전층이다. 상기 후면 전극층(200)은 몰리브덴(Mo), 금(Au), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 텅스텐(W) 및 구리(Cu) 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 이 가운데, 특히 몰리브덴(Mo)은 다른 원소에 비해 상기 유리 기관(100)과 열팽창 계수의 차이가 적기 때문에, 접착성이 우수하여 박리현상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0028] 상기 광 흡수층(300)은 상기 후면 전극층(200) 상에 배치된다. 상기 광 흡수층(300)은 I-III-VI 화합물을 포함한다. 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)은 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)(Se,S)<sub>2</sub>; CIGSS계) 결정 구조, 구리-인듐-셀레나이드계 또는 구리-갈륨-셀레나이드계 결정 구조를 가질 수 있다.
- [0029] 상기 전면 전극층(600)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 배치될 수 있다. 상기 전면 전극층(800)은 n 형 반도체의 특성을 가질 수 있다. 이 때, 상기 전면 전극층(800)은 상기 버퍼층(600)과 함께 n 형 반도체층을 형성하여 p 형 반도체층인 상기 광 흡수층(500)과 pn 접합을 형성할 수 있다. 상기 전면 전극층(800)은, 예를 들어, 알루미늄 도핑된 징크 옥사이드(AZO)로 형성될 수 있다.
- [0030] 도 4는 제 2 실시예에 따른 태양전지의 단면도이다. 또한, 도 5는 제 2 실시예에 따른 유리 기관의 단면도이다. 또한, 도 6은 제 2 실시예에 따른 유리 기관 내의 나트륨 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온



(102)의 농도를 나타내는 그래프이다.

- [0031] 도 4를 참조하면, 제 2 실시예에 따른 태양전지는 나트륨 양이온( $\text{Na}^+$ , 101) 및 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온(102)을 포함하는 유리 기판(100); 상기 유리 기판 상에 배치되는 후면 전극층(200); 상기 후면 전극층 상에 배치되는 광 흡수층(300); 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 전면 전극층(600)을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 유리 기판(100) 내의 1가 금속 양이온(102)의 농도는 상기 유리 기판(100)과 상기 후면 전극층(200)의 계면에서 가장 높을 수 있다. 더 자세하게, 상기 나트륨 양이온(101)의 농도는 상기 유리 기판(100)과 상기 후면 전극층(200)의 계면에서 멀어질수록 증가할 수 있다. 즉, 상기 표면 영역 영역에는 극소량만의 나트륨 양이온(101)이 존재하거나, 이와 달리 나트륨 양이온(101)이 존재하지 않고 1가 금속 양이온(102)만을 포함할 수 있으나, 실시예는 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 1가 금속 양이온(102)의 농도는 상기 유리 기판(100)과 상기 후면 전극층(200)의 계면에서 멀어질수록 감소할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0033] 즉, 제 2 실시예에 따른 태양전지의 유리 기판(100)의 표면은 선택적으로 화학 강화 처리 될 수 있다. 더 자세하게, 상기 유리 기판(100)의 표면은 상기 유리 기판(100) 내의 나트륨 양이온(101)과 나트륨 양이온(101)을 제외한 1가 금속 양이온(102)의 이온 교환 공정 및 유리 전이 온도( $T_g$ ) 이상의 열처리 공정을 통해 화학 강화 처리될 수 있다.
- [0034] 일 구현예로, 도 4 및 도 5를 참조하면, 상기 유리 기판(100)은 나트륨 양이온(101)을 함유하는 제 1 유리 기판(100), 상기 제 1 유리 기판(100)에 배치되고 1가 금속 양이온(102)을 함유하는 제 2 유리 기판(200)으로 구분될 수 있다. 상기 제 1 유리 기판(100) 및 상기 제 2 유리 기판(200)은 설명의 편의를 위해 구분한 것일 뿐, 실시예는 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 제 1 유리 기판(100) 및 상기 제 2 유리 기판(200)은 일체로 형성될 수 있다.
- [0035] 상기 언급한 바와 같이, 제 2 실시예에 따른 유리 기판(100)은 표면을 화학 강화 처리함으로써, 태양전지의 내구성이 향상될 수 있다. 또한, 상기 유리 기판(100)의 두께 및 무게를 감소시킴으로써, 생산 제조 원가 감소하고 설치 비용을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0036] 또한, 제 2 실시예에 따른 유리 기판(100)에 있어서, 상기 제 1 유리 기판(110)과 상기 제 2 유리 기판(120)의 열팽창 계수는 서로 다르다. 더 자세하게, 상기 제 2 유리 기판(120)의 열팽창 계수는 상기 제 1 유리 기판(110)의 열팽창 계수보다 작을 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 유리 기판(110)의 열팽창 계수는  $7.0 \times 10^{-6}/\text{K}$  내지  $11.0 \times 10^{-6}/\text{K}$  이고, 상기 제 2 유리 기판(120)의 열팽창 계수는  $3.0 \times 10^{-6}/\text{K}$  내지  $5.0 \times 10^{-6}/\text{K}$  일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이에 따라, 상기 후면 전극층(200)과 상기 후면 전극층(200)의 인접한 영역에 형성되는 제 2 유리 기판(120)은 열팽창 계수의 차이가 작을 수 있다. 이에 따라, 상기 후면 전극층(200)과 상기 유리 기판(100) 간의 결합력이 증가 되어, 후면 전극층의 박리 등을 방지할 수 있다.
- [0037] 도 7 내지 도 11은 실시예에 따른 태양전지를 제조하는 방법을 설명하는 단면도들이다. 본 제조방법에서는 앞서 설명한 태양전지를 참고하여 설명한다.
- [0038] 도 7 및 도 8을 참조하면, 나트륨 양이온(101)을 포함하는 유리 기판(110)을 준비하고, 상기 나트륨 양이온(101)을 포함하는 유리 기판(110)의 표면을 화학 강화 처리 시킴으로써, 제 1 유리 기판(110) 및 제 2 유리 기판(120)으로 분리시킨다.
- [0039] 상기 나트륨 양이온(101)을 포함하는 유리 기판은 유리 기판의 조성물인  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ , 및  $\text{FeO}$  원료를 용융시켜 제조될 수 있다. 이때, 상기 조성물의 용융은 당업계에서 공지된 통상적인 유리 용융 방법으로 수행할 수 있으며, 바람직하게는 약  $1200^\circ\text{C}$  내지 약  $1300^\circ\text{C}$  온도에서 용융시킬 수 있다.
- [0040] 이어서, 상기 나트륨 양이온(101)을 포함하는 유리 기판(110)은 화학 강화 처리된다. 더 자세하게, 상기 화학 강화 처리 단계는 나트륨을 제외한 1가 금속 양이온(102)을 포함하는 용액에 상기 유리 기판을 침지시켜, 상기 유리 기판의 나트륨 이온과 상기 1가 금속 양이온(102)이 서로 치환시키는 이온 교환 단계; 상기 이온 교환된 유리 기판을 열처리하는 단계; 및 상기 열처리된 유리 기판을 냉각하는 단계를 포함한다.
- [0041] 상기 이온 교환 단계에서는 유리 기판(100)의 나트륨 양이온(101)과 1가 금속 양이온(102)이 이온 교환된다. 일 구현예로, 상기 이온 교환 단계는 상기 유리 기판(100)을 약  $400^\circ\text{C}$  내지 약  $500^\circ\text{C}$  의 질산칼륨( $\text{KNO}_3$ ) 용액에



약 3 시간 내지 약 5 시간 동안 침지시키는 공정을 포함한다. 이 때, 약 400℃ 미만에서는 이온 교환 공정이 활성화 되지 않을 수 있으며, 약 500℃ 이상인 경우 이온 교환 속도가 둔화될 수 있다. 또한, 이와 마찬가지로 침지 시간이 약 3 시간 미만일 경우 이온 교환 과정이 충분히 수행되지 않고, 약 5 시간을 초과하는 경우 이온 교환이 과도하게 수행되어 오히려 충격강도가 낮아질 수 있다. 이와 같은 과정을 통해서 성형되는 유리 기판(100)은 표면의 압축응력층이 향상되고, 이러한 압축응력층에 의해 유리 기판(100)의 충격강도가 향상되게 된다.

- [0042] 이어서, 열처리 공정이 수행된다. 상기 열처리 공정은 상기 유리 기판(100)의 유리 전이 온도( $T_g$ ) 보다 높은 온도, 예를 들어, 약 550℃ 내지 약 600℃ 로 가열하는 것을 포함한다. 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은 이와 같이 유리 기판의 제조 공정에서 유리 전이 온도( $T_g$ ) 보다 높은 온도로 열처리하는 공정을 수행함으로써, 이후 진행되는 열처리 과정에서 발생할 수 있는 유리 기판(100)의 변성을 최소화 할 수 있다.
- [0043] 마지막으로, 상기 열처리된 유리 기판을 냉각시킴으로써 화학 강화 처리 공정은 종료 된다. 상기 냉각 공정은 약 2℃/분 내지 7℃/분의 속도로 약 200℃ 내지 약 260℃까지 냉각될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이 밖에, 당업계에서 통상적으로 사용되는 고압 세척 공정 또는 건조 공정이 추가로 수행될 수 있다.
- [0044] 도 11를 참조하면, 상기 유리 기판(100) 상에 후면 전극층(200) 및 광 흡수층(300)이 순차적으로 형성된다. 상기 후면 전극층(200)은 PVD(Physical Vapor Deposition) 또는 도금의 방법으로 형성될 수 있다.
- [0045] 상기 광 흡수층(300)은 예를 들어, 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.
- [0046] 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.
- [0047] 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.
- [0048] 이와는 다르게, 상기 구리 타겟, 인듐 타겟, 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정 및 상기 셀레니제이션 공정은 동시에 진행될 수 있다.
- [0049] 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.
- [0050] 도 12를 참조하면, 상기 광 흡수층(300) 상에 버퍼층(400) 및 고저항 버퍼층(500)이 순차적으로 형성된다. 상기 버퍼층(400)은 황화 카드뮴, ZnS, InXS 및  $InXSeYZn(O,OH)$  등을 포함한다. 상기 버퍼층(400)의 에너지 밴드 갭은 약 2.2 eV 내지 2.4 eV 일 수 있다. 상기 버퍼층(400)은 상기 광 흡수층(300) 상에 황화 카드뮴이 화학 용액 증착법(chemical bath deposition; CBD)에 의해서 증착 되어 형성될 수 있다.
- [0051] 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 3.1 eV 내지 3.3 eV 일 수 있다. 또한, 상기 고저항 버퍼층(500)은 생략될 수 있다. 상기 고저항 버퍼층(500)은 상기 버퍼층(400) 상에 징크 옥사이드가 스퍼터링 공정 등에 의해 증착되어 형성될 수 있다.
- [0052] 도 13을 참조하면, 상기 전면 전극층(600)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 형성된다. 상기 전면 전극층(600)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 투명한 도전물질이 적층됨으로써 제조될 수 있다. 상기 투명한 도전물질의 예로서는 알루미늄 또는 보론 등이 도핑된 징크 옥사이드 등을 들 수 있다. 상기 전면 전극층(600)을 형성하기 위한 공정은 상온 내지 약 300℃의 온도에서 진행될 수 있다. 예를 들어, 상기 전면 전극층(600)은 스퍼터링 또는 화학기상증착법(chemical vapor deposition)에 의하여 제조될 수 있다. 더 자세하게, 상기 스퍼터링에 의하여 전면 전극층(600)을 형성하기 위하여, RF 스퍼터링방법으로 ZnO 타겟을 사용하여 증착하는 방법과 Zn 타겟을 이용한 반응성 스퍼터링 등이 사용될 수 있다.
- [0053] 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

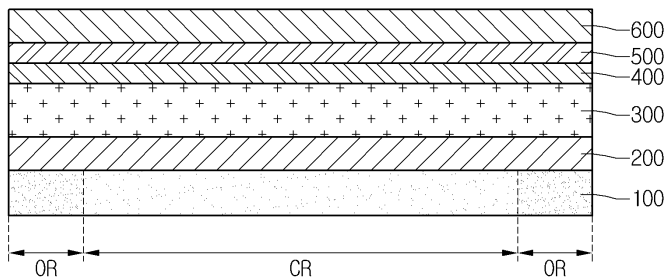
분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0054]

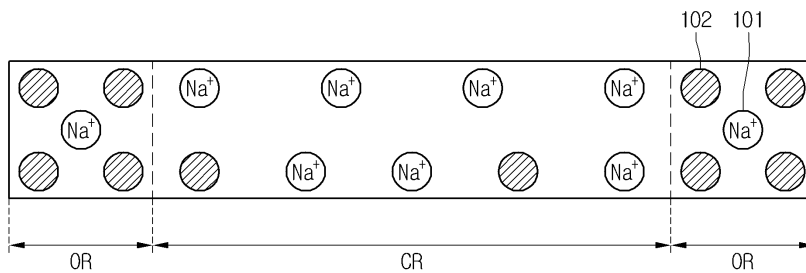
또한, 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

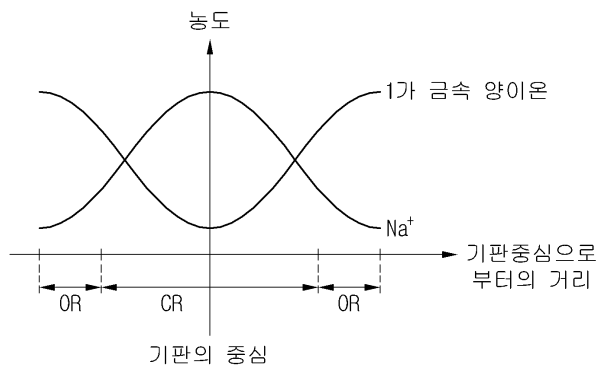
도면1



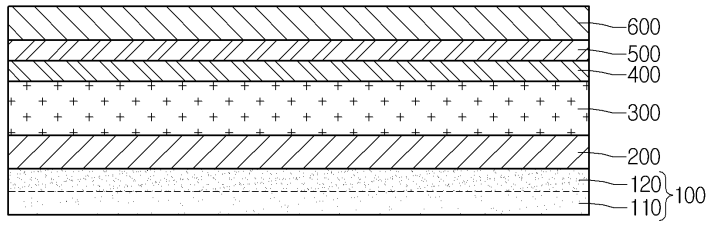
도면2



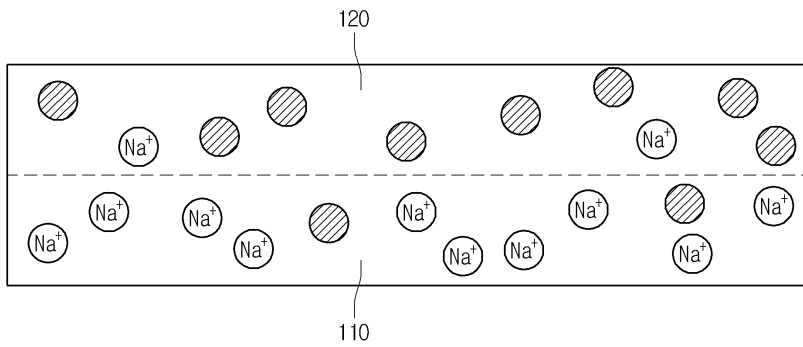
도면3



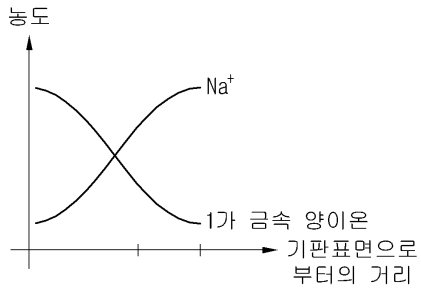
도면4



도면5



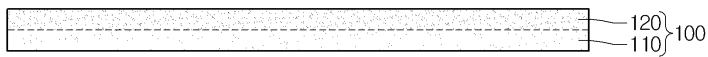
도면6



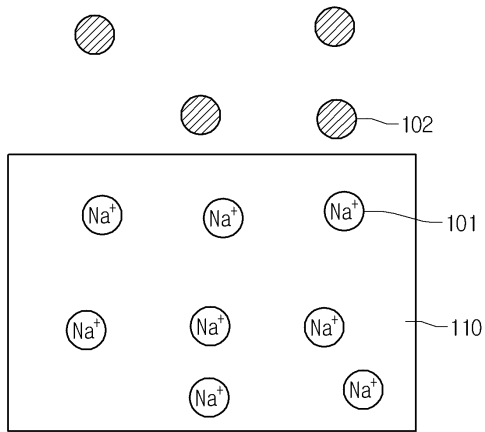
도면7



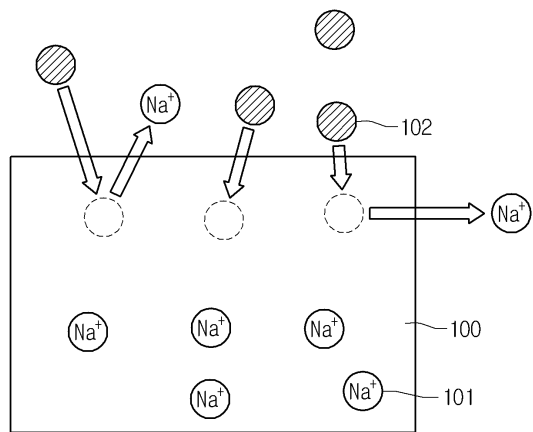
도면8



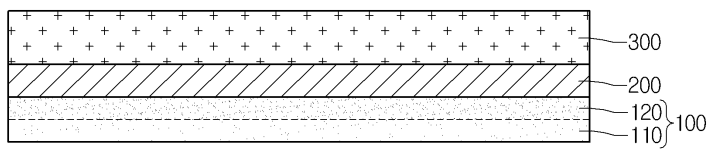
도면9



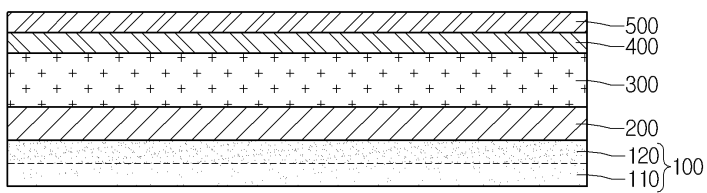
도면10



도면11



도면12



도면13

