



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0078173  
(43) 공개일자 2020년07월01일

- |                                                                                                                     |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/02 (2006.01)<br>H01L 31/0216 (2014.01) H01L 31/18 (2006.01) | (71) 출원인<br>삼성에스디아이 주식회사<br>경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동) |
| (52) CPC특허분류<br>H01L 31/022425 (2013.01)<br>C03C 8/10 (2013.01)                                                     | (72) 발명자<br>허륜민<br>경기도 수원시 영통구 삼성로 130 (매탄동)             |
| (21) 출원번호 10-2018-0167821                                                                                           | (74) 대리인<br>특허법인아주                                       |
| (22) 출원일자 2018년12월21일<br>심사청구일자 2020년01월06일                                                                         |                                                          |

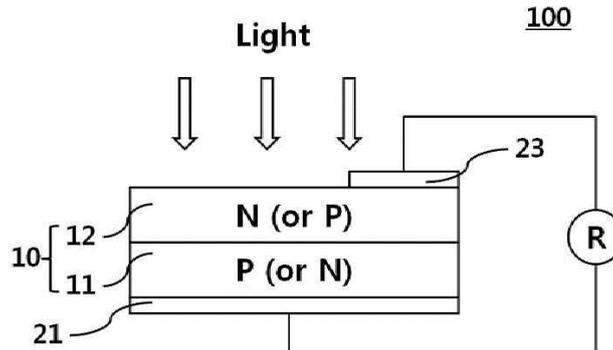
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지

(57) 요약

도전성 분말, 제1 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함한 제1 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제1 전극층을 형성하고, 도전성 분말, 상기 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함하는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제2 전극층을 형성하고, 소성하는 단계를 포함하는 태양전지 전극 형성 방법이 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C03C 8/22* (2013.01)

*H01B 1/22* (2013.01)

*H01L 31/02002* (2013.01)

*H01L 31/02167* (2013.01)

*H01L 31/18* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

도전성 분말, 제1 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함한 제1 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제1 전극층을 형성하고,

도전성 분말, 상기 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함하는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제2 전극층을 형성하고,

소성하는 단계를 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 납(Pb) 산화물 및 텔루륨(Te) 산화물을 더 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 리튬(Li) 산화물을 10 내지 15몰% 더 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 텅스텐(W) 산화물을 5 내지 10몰% 더 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 태양전지 전극 형성용 조성물은,

상기 도전성 분말 60 내지 95중량%;

상기 제1 유리 프리트 0.1 내지 20중량%; 및

상기 유기 비히클 1 내지 30중량%을 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 태양전지 전극 형성용 조성물은,

상기 도전성 분말 60 내지 95중량%;

상기 제2 유리 프리트 0.1 내지 20중량%; 및

상기 유기 비히클 1 내지 30중량%을 포함하는 태양전지 전극 형성 방법.

**청구항 7**

기관;

상기 기관 전면에 형성된 제1 전극층과 상기 제1 전극층 상에 형성된 제2 전극층을 포함한 전면 전극; 및  
상기 기관 후면에 형성된 후면 전극;을 포함하고,

상기 제1 전극층은 제1 유리 프리트를 포함하고,

상기 제2 전극층은 상기 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트를 포함하고,

상기 제1 전극층이 접촉되는 기관의 면저항이 상기 제1 전극층이 비접촉되는 기관의 면저항보다 더 낮은 태양전지.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 제1 전극층이 접촉되는 기관의 면저항은 60 내지 80Ω/□이고,

상기 제1 전극층이 비접촉되는 기관의 면저항은 85 내지 130Ω/□인 태양전지.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 납(Pb) 산화물 및 텔루륨(Te) 산화물을 더 포함하는 태양전지.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 리튬(Li) 산화물을 10 내지 15몰% 더 포함하는 태양전지.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 제2 유리 프리트는 텅스텐(W) 산화물을 5 내지 10몰% 더 포함하는 태양전지.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 태양 전지는 태양광의 광자(photon)를 전기로 변환시키는 p-n 접합의 광전 효과를 이용하여 전기 에너지를 발생시킨다. 태양 전지는 p-n 접합이 구성되는 반도체 웨이퍼 또는 기관 상하면에 각각 전면 전극과 후면 전극이 형성되어 있다. 태양 전지는 반도체 웨이퍼에 입사되는 태양광에 의해 p-n 접합의 광전 효과가 유도되고, 이로

부터 발생된 전자들이 전극을 통해 외부로 흐르는 전류를 제공한다.

[0003] 이러한 태양 전지의 전극은 전극 형성용 조성물의 도포, 패터닝 및 소성에 의해, 기판 표면에 일정 패턴으로 형성될 수 있다. 고효율 태양 전지를 만들기 위해서는 태양 전지의 효율을 저하시키는 요인을 줄여야 한다. 태양 전지의 효율 손실은 크게 광학적 손실, 전자 정공의 재결합 손실, 저항 성분에 의한 손실로 나눌 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 전극 소성 과정 중 발생하는 과에칭 현상으로 인한 재결합 손실 감소를 통하여 개방전압 특성이 개선된 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 우수한 변환효율을 갖는 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 버스바 또는 리본과의 부착력을 향상시켜 신뢰성이 향상된 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지를 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0007] 1. 일 측면에 따르면, 도전성 분말, 제1 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함한 제1 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제1 전극층을 형성하고,

[0008] 도전성 분말, 상기 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트 및 유기 비히클을 포함하는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포하여 제2 전극층을 형성하고,

[0009] 소성하는 단계를 포함하는 태양전지 전극 형성 방법이 제공된다.

[0010] 2. 상기 1에서, 상기 제2 유리 프리트는 납(Pb) 산화물 및 텔루륨(Te) 산화물을 더 포함할 수 있다.

[0011] 3. 상기 1 또는 2에서, 상기 제2 유리 프리트는 리튬(Li) 산화물을 10 내지 15몰% 더 포함할 수 있다.

[0012] 4. 상기 1 내지 3 중 어느 하나에서, 상기 제2 유리 프리트는 텅스텐(W) 산화물을 5 내지 10몰% 더 포함할 수 있다.

[0013] 5. 상기 1 내지 4 중 어느 하나에서, 상기 제1 태양전지 전극 형성용 조성물은,

[0014] 상기 도전성 분말 60 내지 95중량%;

[0015] 상기 제1 유리 프리트 0.1 내지 20중량%; 및

[0016] 상기 유기 비히클 1 내지 30중량%을 포함할 수 있다.

[0017] 6. 상기 1 내지 5 중 어느 하나에서, 상기 제2 태양전지 전극 형성용 조성물은,

[0018] 상기 도전성 분말 60 내지 95중량%;

[0019] 상기 제2 유리 프리트 0.1 내지 20중량%; 및

[0020] 상기 유기 비히클 1 내지 30중량%을 포함할 수 있다.

[0021] 7. 다른 측면에 따르면, 기판;

[0022] 상기 기판 전면에 형성된 제1 전극층과 상기 제1 전극층 상에 형성된 제2 전극층을 포함한 전면 전극; 및

[0023] 상기 기판 후면에 형성된 후면 전극;을 포함하고,

[0024] 상기 제1 전극층은 제1 유리 프리트를 포함하고,

[0025] 상기 제2 전극층은 상기 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트를 포함하고,

[0026] 상기 제1 전극층이 접촉되는 기판의 면저항이 상기 제1 전극층이 비접촉되는 기판의 면저항보다 더 낮은 태양전지가 제공된다.

[0027] 8. 상기 7에서, 상기 제1 전극층이 접촉되는 기판의 면저항은 60 내지 80Ω/□이고,

- [0028] 상기 제1 전극층이 비접촉되는 기관의 면저항은 85 내지 130Ω/□일 수 있다.
- [0029] 9. 상기 7 또는 8에서, 상기 제2 유리 프린트는 납(Pb) 산화물 및 텔루륨(Te) 산화물을 더 포함할 수 있다.
- [0030] 10. 상기 7 내지 9 중 어느 하나에서, 상기 제2 유리 프린트는 리튬(Li) 산화물을 10 내지 15몰% 더 포함할 수 있다.
- [0031] 11. 상기 7 내지 10 중 어느 하나에서, 상기 제2 유리 프린트는 텅스텐(W) 산화물을 5 내지 10몰% 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0032] 본 발명은 전극 소성 과정 중 발생하는 계면 반응 제어를 통하여 개방전압 특성이 개선되어 우수한 변환효율을 가지면서, 부착력이 향상된 태양전지 전극 형성 방법 및 태양전지를 제공하는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0033] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0034] 본 명세서 중 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0035] 본 명세서 중 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0036] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0037] 본 명세서에서 수치범위를 나타내는 "a 내지 b" 에서 "내지"는  $\geq a$  이고  $\leq b$ 으로 정의한다.
- [0038] 이하, 태양전지 전극 형성 방법을 보다 상세히 설명한다.

**제1 전극 및 제2 태양전지 전극 형성용 조성물의 제조**

- [0040] 제1 태양전지 전극 형성용 조성물은 도전성 분말, 제1 유리 프린트 및 유기 비히클을 혼합하여 제조할 수 있고, 제2 태양전지 전극 형성용 조성물은 도전성 분말, 제2 유리 프린트 및 유기 비히클을 혼합하여 제조할 수 있다.

**도전성 분말**

- [0042] 도전성 분말은, 예를 들어 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 알루미늄(Al) 및 니켈(Ni) 중 하나 이상의 금속 분말을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 구현예에 따르면, 도전성 분말은 은 분말을 포함할 수 있다.
- [0043] 도전성 분말의 입자 형상은 특별히 한정되지 않으며, 다양한 형상의 입자들, 예를 들면 구형, 판상 또는 무정형 형상의 입자들이 사용될 수 있다.
- [0044] 도전성 분말은 나노 크기 또는 마이크로 크기의 입경을 갖는 분말일 수 있으며, 예를 들어 수십 내지 수백 나노미터 크기의 도전성 분말, 또는 수 내지 수십 마이크로미터 크기의 도전성 분말일 수 있다. 또한, 도전성 분말로 2 이상의 서로 다른 크기를 갖는 도전성 분말을 혼합하여 사용할 수도 있다.
- [0045] 도전성 분말의 평균 입경(D<sub>50</sub>)은 0.1 내지 10μm일 수 있고, 예를 들어 0.5 내지 5μm일 수 있다. 상기 범위에서, 접촉저항과 직렬저항이 낮아질 수 있다. 상기 평균 입경(D<sub>50</sub>)은 도전성 분말을 이소프로필알코올(IPA) 중에서 25℃에서 3분 동안 초음파 분산시킨 후 CILAS社에서 제작한 1064LD 모델을 사용하여 측정될 수 있다.
- [0046] 도전성 분말의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 도전성 분말은 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 또는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물 총 중량 중 60 내지 95중량%, 예를 들어 70 내지 90중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위에서, 태양전지의 변환효율이 우수하며, 페이스트화가 원활히 이루어질 수 있다.

**제1 유리 프린트 및 제2 유리 프린트**

- [0048] 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트는 전극 형성용 조성물의 소성 공정 중 반사 방지막을 에칭(etching)하고, 도전성 분말을 용융시켜 에미터 영역에 도전성 분말의 결정 입자를 생성시키기 위한 것이다. 또한, 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트는 도전성 분말과 웨이퍼 사이의 접착력을 향상시키고 소결 시에 연화하여 소성 온도를 보다 낮추는 효과를 유도한다.
- [0049] 제1 태양전지 전극 형성용 조성물은 제1 유리 프리트를 포함할 수 있다.
- [0050] 제1 유리 프리트는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물 중에 포함되는 제2 유리 프리트와 상이할 수 있다. 예를 들어, 제1 유리 프리트와 제2 유리 프리트는 포함되는 금속 원소의 종류가 상이하거나, 함량이 상이할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 제1 유리 프리트는 규소(Si) 산화물을 비포함하거나, 규소(Si) 산화물을 15몰% 미만의 함량으로 포함하거나, 또는 30몰% 초과 함량으로 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 제1 유리 프리트는 납(Pb), 텔루륨(Te), 비스무스(Bi), 리튬(Li), 인(P), 게르마늄(Ge), 갈륨(Ga), 세륨(Ce), 철(Fe), 규소(Si), 아연(Zn), 텅스텐(W), 마그네슘(Mg), 세슘(Cs), 스트론튬(Sr), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 주석(Sn), 인듐(In), 바나듐(V), 바륨(Ba), 니켈(Ni), 구리(Cu), 나트륨(Na), 칼륨(K), 비소(As), 코발트(Co), 지르코늄(Zr), 망간(Mn) 및 알루미늄(Al)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 포함할 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 제1 유리 프리트는 납(Pb) 및 텔루륨(Te) 원소를 포함하는 납-텔루륨-산화물(Pb-Te-O)계 유리 프리트일 수 있으며, 선택적으로 리튬(Li), 규소(Si), 아연(Zn), 텅스텐(W) 및 마그네슘(Mg)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 더 포함할 수 있다. 납(Pb) 및 텔루륨(Te) 원소의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 제1 유리 프리트는 제1 유리 프리트 총 몰 중 납(Pb) 산화물을 20 내지 50몰%, 텔루륨(Te) 산화물을 30 내지 60몰%로 포함할 수 있다. 제1 유리 프리트는 규소(Si) 산화물을 비포함하거나, 규소(Si) 산화물을 15몰% 미만의 함량으로 포함할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0053] 다른 예를 들면, 제1 유리 프리트는 납(Pb), 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Te) 원소를 포함하는 납-비스무스-텔루륨-산화물(Pb-Bi-Te-O)계 유리 프리트일 수 있으며, 선택적으로 리튬(Li), 규소(Si), 아연(Zn), 텅스텐(W) 및 마그네슘(Mg)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 더 포함할 수 있다. 납(Pb), 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Te) 원소의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 제1 유리 프리트는 제1 유리 프리트 총 몰 중 납(Pb) 산화물 및 비스무스(Bi) 산화물을 20 내지 50몰%의 합계량으로 포함하고, 텔루륨(Te) 산화물을 30 내지 60몰%로 포함할 수 있다. 제1 유리 프리트는 규소(Si) 산화물을 비포함하거나, 규소(Si) 산화물을 15몰% 미만의 함량으로 포함할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0054] 일 구현예에 따르면, 제1 유리 프리트는 리튬(Li) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 10몰% 이하일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 다른 구현예에 따르면, 제1 유리 프리트는 마그네슘(Mg) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 10몰% 이하일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 또 다른 구현예에 따르면, 제1 유리 프리트는 아연(Zn) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 10몰% 이하일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 또 다른 구현예에 따르면, 제1 유리 프리트는 텅스텐(W) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 10몰% 이하일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 제1 유리 프리트의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 제1 유리 프리트는 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 총 중량 중 0.1 내지 20중량%, 예를 들어 0.5 내지 10중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위에서 다양한 면저항 하에서 p-n 접합 안정성을 확보할 수 있고, 저항을 최소화시킬 수 있으며, 종국적으로 태양전지의 변환효율을 개선할 수 있다.
- [0059] 제2 태양전지 전극 형성용 조성물은 제1 유리 프리트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프리트를 포함할 수 있다. 제2 유리 프리트가 규소(Si) 산화물을 상기 범위에서 포함하는 경우, 전극 소성 공정 중 발생하는 과에칭 현상으로 인한 재결합 손실 감소를 통하여 개방전압 특성을 개선하여 태양전지 효율을 향상시키고, 버스바 또는 리본에 대한 부착력도 우수할 수 있다.
- [0060] 제2 유리 프리트는 규소(Si) 원소 외에, 납(Pb), 텔루륨(Te), 비스무스(Bi), 리튬(Li), 인(P), 게르마늄(Ge), 갈륨(Ga), 세륨(Ce), 철(Fe), 아연(Zn), 텅스텐(W), 마그네슘(Mg), 세슘(Cs), 스트론튬(Sr), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 주석(Sn), 인듐(In), 바나듐(V), 바륨(Ba), 니켈(Ni), 구리(Cu), 나트륨(Na), 칼륨(K), 비소(As), 코

발트(Co), 지르코늄(Zr), 망간(Mn) 및 알루미늄(Al)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 더 포함할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 제2 유리 프리트는 납(Pb) 및 텔루륨(Te) 원소를 더 포함하는 납-텔루륨-규소-산화물(Pb-Te-Si-O)계 유리 프리트일 수 있으며, 선택적으로 리튬(Li), 아연(Zn), 텅스텐(W) 및 마그네슘(Mg)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 더 포함할 수 있다. 납(Pb) 및 텔루륨(Te) 원소의 사용량은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 제2 유리 프리트는 제2 유리 프리트 총 몰 중 납(Pb) 산화물을 5 내지 25몰%(예를 들면, 10 내지 20몰%)로 포함하고, 텔루륨(Te) 산화물을 10 내지 35몰%(예를 들면, 15 내지 30몰%)로 포함할 수 있다.

[0062] 다른 예를 들면, 제2 유리 프리트는 납(Pb), 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Te) 원소를 포함하는 납-비스무스-텔루륨-규소-산화물(Pb-Bi-Te-Si-O)계 유리 프리트일 수 있으며, 선택적으로 리튬(Li), 아연(Zn), 텅스텐(W) 및 마그네슘(Mg)에서 선택되는 1종 이상의 금속 원소를 더 포함할 수 있다. 납(Pb), 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Te) 원소의 사용량은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 제2 유리 프리트는 제2 유리 프리트 총 몰 중 납(Pb) 산화물 및 비스무스(Bi) 산화물을 5 내지 25몰%(예를 들면, 10 내지 20몰%)의 합계량으로 포함하고, 텔루륨(Te) 산화물을 10 내지 35몰%(예를 들면, 15 내지 30몰%)로 포함할 수 있다.

[0063] 일 구현예에 따르면, 제2 유리 프리트는 리튬(Li) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 20몰% 이하(예를 들면, 10 내지 15몰%)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0064] 다른 구현예에 따르면, 제2 유리 프리트는 마그네슘(Mg) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 20몰% 이하(예를 들면, 10 내지 15몰%)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0065] 또 다른 구현예에 따르면, 제2 유리 프리트는 아연(Zn) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 20몰% 이하(예를 들면, 10 내지 15몰%)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0066] 또 다른 구현예에 따르면, 제2 유리 프리트는 텅스텐(W) 산화물을 포함할 수 있으며, 그 사용량은, 예를 들어 0 초과 내지 20몰% 이하(예를 들면, 5 내지 10몰%)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0067] 제2 유리 프리트의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 제2 유리 프리트는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물 총 중량 중 0.1 내지 20중량%, 예를 들어 0.5 내지 10중량% 포함될 수 있다. 상기 범위에서 우수한 개방전압 구현으로 태양전지 효율을 향상시키고, 부착력 향상 효과가 있을 수 있다.

[0068] 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트의 형상 및 크기 등은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트의 형상은 각각 구형 또는 부정형일 수 있고, 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트의 평균 입경(D<sub>50</sub>)은 각각 0.1 내지 10 $\mu$ m일 수 있다. 상기 평균 입경(D<sub>50</sub>)은 제1 유리 프리트 또는 제2 유리 프리트를 이소프로필알코올 중에서 25 $^{\circ}$ C에서 3분 동안 초음파 분산시킨 후 CILAS社에서 제작한 1064LD 모델을 사용하여 측정될 수 있다.

[0069] 제1 유리 프리트 및 제2 유리 프리트는 통상의 방법을 사용하여 상술한 금속 및/또는 금속 산화물로부터 제조될 수 있다. 예를 들어, 상술한 금속 및/또는 금속 산화물을 볼 밀(ball mill) 또는 플라네터리 밀(planetary mill) 등을 사용하여 혼합한 후, 혼합된 조성물을 800 내지 1,300 $^{\circ}$ C에서 용융시키고, 25 $^{\circ}$ C에서 퀘칭(quenching)한 다음, 얻은 결과물을 디스크 밀(disk mill), 플라네터리 밀 등에 의해 분쇄하여 얻을 수 있다.

[0070] **유기 비히클**

[0071] 유기 비히클은 태양전지 전극 형성용 조성물의 무기성분과 기계적 혼합을 통하여 조성물에 인쇄에 적합한 점도 및 유연학적 특성을 부여한다.

[0072] 유기 비히클은 통상적으로 태양전지 전극 형성용 조성물에 사용되는 유기 비히클이 사용될 수 있으며, 바인더 수지와 용매 등을 포함할 수 있다.

[0073] 바인더 수지로는 아크릴레이트계 또는 셀룰로오스계 수지 등이 사용될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 바인더 수지로 에틸 셀룰로오스가 사용될 수 있다. 다른 구현예에 따르면, 바인더 수지로 에틸 하이드록시에틸 셀룰로오스, 니트로 셀룰로오스, 에틸 셀룰로오스와 페놀 수지의 혼합물, 알키드 수지, 페놀계 수지, 아크릴산 에스테르계 수지, 크실렌계 수지, 폴리부텐계 수지, 폴리에스테르계 수지, 요소계 수지, 멜라민계 수지, 초산비닐계 수지, 목재 로진(rosin) 또는 알콜의 폴리메타크릴레이트 등이 사용될 수 있다.

[0074] 용매로는, 예를 들어 헥산, 톨루엔, 에틸셀로솔브, 시클로헥사논, 부틸셀로솔브, 부틸 카비톨(디에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르), 디부틸 카비톨(디에틸렌 글리콜 디부틸 에테르), 부틸 카비톨 아세테이트(디에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르 아세테이트), 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 헥실렌 글리콜, 터핀올(terpineol), 메틸에틸

케톤, 벤질알콜, 감마부티로락톤, 에틸라테이트 또는 2,2,4-트리메틸-1,3-펜탄디올 모노이소부티레이트(예를 들면, 텍사놀) 등을 단독으로 또는 혼합하여 사용될 수 있다.

[0075] 유기 비히클의 사용량은 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 유기 비히클은 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 또는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물 총 중량 중 1 내지 30중량%, 예를 들어 3 내지 25중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위에서, 충분한 접착강도와 우수한 인쇄성을 확보할 수 있다.

[0076] **첨가제**

[0077] 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 또는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물은 각각 상술한 성분 외에도 유동 특성, 공정 특성 및 안정성을 향상시키기 위하여 필요에 따라 분산제, 요변제, 가소제, 점도 안정화제, 소포제, 안료, 자외선 안정제, 산화방지제, 커플링제 등을 단독 또는 2종 이상 더 포함할 수 있다. 이들은 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 또는 제2 태양전지 전극 형성용 조성물 총 중량 중 0.1 내지 5중량%로 포함될 수 있으나, 필요에 따라 그 함량을 변경할 수 있다.

[0078] **태양전지 전극의 제조**

[0079] 먼저, 제1 태양전지 전극 형성용 조성물을 기판 표면에 일정 패턴으로 도포한 후 건조하여 제1 전극층을 형성한다.

[0080] 이후, 상기 제1 전극층이 형성된 기판 위에 제2 태양전지 전극 형성용 조성물을 도포한 후 건조하여 제2 전극층을 형성한다.

[0081] 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 및 제2 전극 형성용 조성물의 도포는, 예를 들어 스크린 인쇄, 그라비아 오프셋 공법, 로터리 스크린 인쇄 공법, 리프트 오프법 등의 방법이 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0082] 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 및 제2 태양전지 전극 형성용 조성물의 건조는, 예를 들어 약 200 내지 약 400°C에서 약 10 내지 약 60초 동안 수행될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0083] 이후, 제1 태양전지 전극 형성용 조성물 및 제2 태양전지 전극 형성용 조성물로부터 형성된 전극 패턴을 소성하여 태양전지 전극을 형성한다. 상기 소성 공정은, 예를 들어 약 400 내지 약 980°C(예를 들면, 약 600 내지 약 900°C)에서 약 60 내지 약 210초 동안 수행될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0084] **태양전지**

[0085] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 태양전지(100)의 구조를 개략적으로 도시한 것이다. 태양전지(100)는 p층(또는 n층)(11) 및 에미터로서의 n층(또는 p층)(12)을 포함하는 기판(10), 후면 전극(21) 및 전면 전극(23)을 포함할 수 있다.

[0086] 전면 전극(23)은 기판(10) 상에 형성된 제1 전극층과 그 위에 형성된 제2 전극층을 포함할 수 있으며, 제1 전극층은 제1 유리 프린트를 포함할 수 있고, 제2 전극층은 상기 제1 유리 프린트와 상이하면서 규소(Si) 산화물을 15 내지 30몰% 함유한 제2 유리 프린트를 포함할 수 있다. 제1 유리 프린트 및 제2 유리 프린트에 대해서는 상술하였으므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0087] 제1 전극층이 접촉되는 기판의 면저항은 제1 전극층이 비접촉되는 기판의 면저항보다 더 낮을 수 있다. 제1 전극층이 접촉되는 기판은 낮은 면저항을 가짐으로써 직렬저항을 낮출 수 있고, 제1 전극층이 비접촉되는 기판은 높은 면저항을 가짐으로써 개방전압을 높일 수 있어, 그 결과 태양전지는 우수한 변환효율을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극층이 접촉되는 기판의 면저항은 60 내지 80Ω/□(예를 들면, 70 내지 80Ω/□)이고, 제1 전극층이 비접촉되는 기판의 면저항은 85 내지 130Ω/□(예를 들면, 약 120Ω/□)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0088] 태양전지(100)는 기판(10) 전면에서 제1 태양전지 전극 형성용 조성물을 인쇄한 후 건조하여 제1 전극층을 형성한 후, 제2 태양전지 전극 형성용 조성물을 인쇄한 후 건조하여 제2 전극층을 형성하여 전면 전극(23)을 위한 사전 준비단계를 수행하고, 알루미늄 페이스트를 기판(10) 후면에 인쇄한 후 건조하여 후면 전극(21)을 위한 사전 준비 단계를 수행한 후, 소성하여 제조될 수 있다.

[0090] 이하, 실시예를 들어 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며, 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0092] **실시예**

[0093] **제조예 1**

[0094] 바인더 수지로서 에틸셀룰로오스(STD4, Dow chemical社) 2 중량부를 용매인 터핀올(Nippon Terpene社) 6.5 중량부에 60℃에서 충분히 용해한 후, 평균 입경이 2.0 $\mu$ m인 구형의 은 분말(AG-4-8F, Dowa Hightech社) 90 중량부, 평균 입경이 2.0 $\mu$ m인 하기 표 1의 유리 프릿 A 1.5 중량부를 투입하여 골고루 믹싱한 후, 3롤 혼련기로 혼합 분산시켜 태양전지 전극 형성용 조성물을 제조하였다.

[0096] **제조예 2 내지 6**

[0097] 유리 프릿 A 대신 하기 표 1에 기재된 유리 프릿 B 내지 F를 각각 사용한 것을 제외하고는, 제조예 1과 동일하게 하여 태양전지 전극 형성용 조성물을 제조하였다.

**표 1**

[0099]

	유리 프릿	PbO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TeO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O	MgO	ZnO	WO <sub>3</sub>
제조예 1	유리 프릿 A	14.57	-	24.45	16.95	11.39	12.80	12.52	7.32
제조예 2	유리 프릿 B	13.12	1.80	23.82	21.61	10.26	11.53	11.27	6.59
제조예 3	유리 프릿 C	13.36	1.83	22.41	22.01	10.45	11.74	11.48	6.72
제조예 4	유리 프릿 D	14.29	1.96	23.96	16.62	11.17	12.55	12.27	7.18
제조예 5	유리 프릿 E	25.11	5.80	38.81	5.87	6.86	1.87	6.86	8.82
제조예 6	유리 프릿 F	12.10	-	20.02	34.57	7.83	9.69	9.93	5.86

[0100] \*단위: 몰%

[0102] **실시예 1**

[0103] 웨이퍼(보론(Boron)이 도핑(doping)된 p 타입 웨이퍼) 전면에서 텍스처링(texturing)한 후, POCl<sub>3</sub>로 n<sup>+</sup>층을 형성하고 그 위에 질화규소(SiNx:H)를 반사방지막으로 형성시킨 mono crystalline 웨이퍼의 후면에 알루미늄 페이스트를 인쇄한 후 300℃에서 건조하였다. 이후, 웨이퍼 전면에서 제조예 5에 따른 태양전지 전극 형성용 조성물을 스크린 인쇄하고 300℃에서 건조시켜 제1 전극층 형성한 후, 그 위에 제조예 1에 따른 태양전지 전극 형성용 조성물을 스크린 인쇄하고 300℃에서 건조시켜 제2 전극층을 형성하였다. 상기 과정으로 형성된 셀을 벨트형 소성로를 사용하여 940℃에서 70초간 소성을 행하여 태양전지 셀을 제조하였다.

[0105] **실시예 2 내지 4 및 비교예 1 및 2**

[0106] 제2 전극층 형성시 제조예 1에 따른 태양전지 전극 형성용 조성물 대신 하기 표 2에 기재된 조성물을 각각 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 태양전지 셀을 제조하였다.

[0108] **평가예 1: 전기적 특성**

[0109] 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 및 2에서 제조한 태양전지 셀에 대하여 태양전지 효율 측정 장비(Halm, Fortix tech社)를 사용하여 단락전류(Isc, 단위: A), 개방전압(Voc, 단위: mV), 직렬저항(Rs, 단위:  $\Omega$ ), 필팩터(FF, 단위: %) 및 변환효율(Eff., 단위: %)를 측정하고, 그 결과를 하기 표 2에 나타냈다.

[0111] **평가예 2: 부착력**

[0112] 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 및 2에서 제조한 태양전지 셀의 제2 전극층 상에 플럭스(Flux)(952S, Kester社)를 도포하고, 리본(62Sn/36Pb/2Ag, 두께 0.18mm, 폭 1.5mm)을 인두를 사용하여 360℃ 온도에서 접착한 후, 테스터기(Mocel H5K-T, Tinius Olsen社)을 사용하여 리본의 끝을 180도 각도로 고정하고 50mm/min의 속도로 잡아당겨 그 값을 측정하고, 그 결과를 하기 표 2에 나타냈다.

표 2

[0114]	제2 전극층 형성시 사용된 조성물	Isc(A)	Voc(mV)	Rs(Ω)	FF(%)	Eff(%)	부착력(N)
실시예 1	제조예 1의 조성물	9.391	644.9	1.87	80.42	20.39	2.6
실시예 2	제조예 2의 조성물	9.362	645.1	1.80	80.60	20.38	2.7
실시예 3	제조예 3의 조성물	9.393	644.0	1.91	80.35	20.35	2.6
실시예 4	제조예 4의 조성물	9.378	643.3	1.85	80.49	20.33	3.0
비교예 1	제조예 5의 조성물	9.371	641.8	1.75	80.60	20.29	1.1
비교예 2	제조예 6의 조성물	9.463	643.2	2.45	79.69	20.30	2.0

[0116] 상기 표 2를 통해 확인할 수 있는 바와 같이, 실시예 1 내지 4에 따른 태양전지는 비교예 1 및 2의 태양전지에 비하여 개방전압이 높고 직렬저항이 낮아 우수한 변환효율을 보였으며, 부착력 또한 우수한 것을 알 수 있다.

[0118] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

도면

도면1

