



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0048429  
(43) 공개일자 2019년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C03C 8/14 (2006.01) C03C 8/20 (2006.01)  
H01B 1/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C03C 8/14 (2013.01)  
C03C 8/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0143378

(22) 출원일자 2017년10월31일

심사청구일자 2017년10월31일

(71) 출원인

엘에스니꼬동제련 주식회사

울산광역시 울주군 온산읍 산암로 148

(72) 발명자

김충호

경기도 남양주시 경춘로885번길 12(금곡동) 401호

장문석

서울특별시 송파구 백제고분로 31길 303호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 태웅

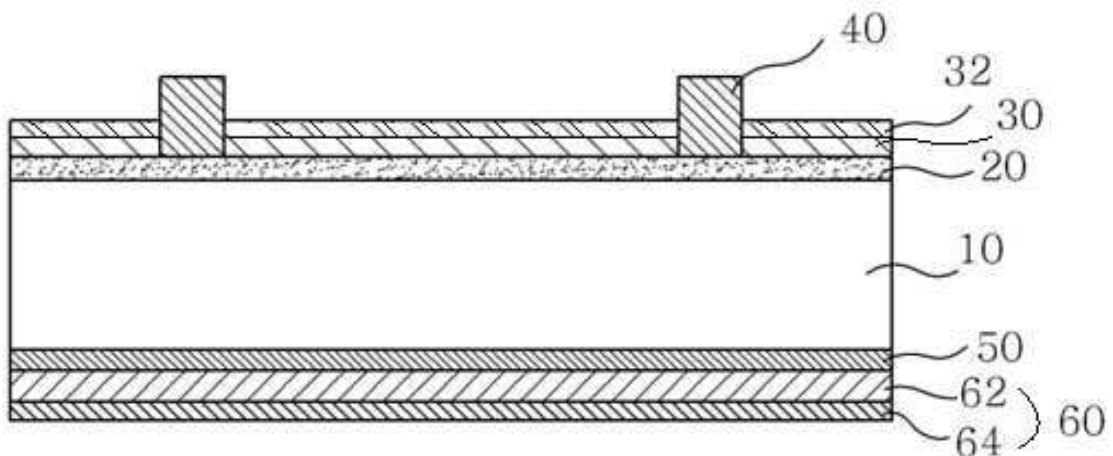
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 전극용 도전성 페이스트 및 이에 포함되는 유리 프리트, 그리고 태양 전지

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 유리 프리트는, 태양전지 전극용 도전성 페이스트에 포함되는 유리 프리트로서, 알칼리 금속 산화물을 포함하며, 상기 유리 프리트 전체에 대한 상기 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.1 내지 0.2인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01B 1/22* (2013.01)

*H01L 31/02167* (2013.01)

*H01L 31/022425* (2013.01)

(72) 발명자

**노화영**

경기도 화성시 향남읍 행정중앙2로 83(향남시범살  
구꽃마을대방노블랜드아파트) 1003-403

**김인철**

경기도 용인시 수지구 대지로 82 (죽전동, 도담마  
을 아이파크) 103동 807호

**고민수**

서울특별시 강남구 광평로47길 17(수서동, 신동아  
아파트)706동 1105호

**전대현**

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 54, 205동 201호

**박강주**

경기도 성남시 분당구 별말로 43(야탑동) 대경오피  
스텔 412호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

태양전지 전극용 도전성 페이스트에 포함되는 유리 프릿으로서,  
알칼리 금속 산화물을 포함하며,  
상기 유리 프릿 전체에 대한 상기 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.1 내지 0.2인 것을 특징으로 하는 유리 프릿.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 알칼리 금속 산화물은 리튬 산화물(Li<sub>2</sub>O), 소듐 산화물(Na<sub>2</sub>O) 및 포타슘 산화물(K<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 프릿.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
상기 알칼리 금속 산화물은 상기 리튬 산화물, 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물 중 적어도 둘 이상을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 유리 프릿.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,  
상기 유리 프릿이 상기 리튬 산화물을 포함하는 경우에, 상기 유리 프릿 전체에 대한 상기 리튬 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.13이고,  
상기 유리 프릿이 상기 소듐 산화물을 포함하는 경우에, 상기 유리 프릿 전체에 대한 상기 소듐 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.1이고,  
상기 유리 프릿은 상기 포타슘 산화물을 포함하는 경우에, 상기 유리 프릿 전체에 대한 상기 포타슘 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.1인 것을 특징으로 하는 유리 프릿.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,  
상기 알칼리 금속 산화물은 상기 리튬 산화물, 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물을 각기 포함하고,  
상기 리튬 산화물 또는 상기 소듐 산화물이 상기 포타슘 산화물보다 높은 몰비로 포함되는 유리 프릿.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 리튬 산화물이 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물 각각보다 높은 몰비로 포함되는 유리 프리트.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유리 프리트는 납 산화물, 텔루륨 산화물, 비스무스 산화물 및 실리콘 산화물을 포함하고, 붕소 산화물, 아연 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물 및 지르코늄 산화물 중 적어도 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 프리트.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 유리 프리트는 상기 알칼리 금속 산화물을 알칼리 토금속 산화물보다 높은 몰비로 포함하는 유리 프리트.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 유리 프리트가 알칼리 토금속 산화물을 포함하지 않는 유리 프리트.

#### 청구항 10

금속 분말, 유리 프리트, 유기 바인더 및 유리 프리트를 포함하는 태양전지 전극용 도전성 페이스트에 있어서,

상기 유리 프리트는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 유리 프리트인 것을 특징으로 하는 태양전지 전극용 도전성 페이스트.

#### 청구항 11

반도체 기판;

상기 반도체 기판의 전면에 형성되는 제1 도전형 영역;

상기 제1 도전형 영역 위에 형성되며 알루미늄 산화막을 포함하는 패시베이션막;

상기 패시베이션막을 관통하여 상기 제1 도전형 영역에 연결되는 전면 전극; 및

상기 반도체 기판의 후면에 형성되는 배면 전극

을 포함하며,

상기 전면 전극은, 제10항의 태양전지 전극용 도전성 페이스트를 도포한 후 소성시켜 제조된 것을 특징으로 하는 태양전지.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 전면 전극의 컨택 저항이  $40\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$  이하인 것을 특징으로 하는 태양 전지.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 태양전지 전극용 도전성 페이스트 및 이에 포함되는 유리 프리트, 그리고 태양 전지에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는, 개선된 조성을 가지는 태양전지 전극용 도전성 페이스트 및 이에 포함되는 유리 프리트, 그리고 태양 전지에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예상되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양 전지는 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 차세대 전지로서 각광받고 있다.

[0003] 이러한 태양 전지에서는 다양한 층 및 전극을 설계에 따라 형성하는 것에 의하여 제조될 수 있다. 그런데 이러한 다양한 층 및 전극의 설계에 따라 태양 전지 효율이 결정될 수 있다. 태양 전지의 상용화를 위해서는 낮은 효율 및 낮은 생산성을 극복하여야 하는바, 태양 전지의 효율 및 생산성을 최대화할 수 있는 구조를 가지는 태양 전지가 요구된다.

[0004] 이를 위한 일 예로, 특허문헌 1(한국등록특허 제10-1575966호)에서와 같이, 페시베이션 특성을 향상하기 위하여 절연막이 알루미늄 산화막을 포함하는 것을 들 수 있다. 여기서, 태양 전지의 제조 시에 절연막 위에 도전성 페이스트를 형성하고 소성할 때 도전성 페이스트가 절연막을 관통하여 도전형 영역에 연결되어야 하는데, 이러한 구조의 태양 전지에서는 기존의 도전성 페이스트가 알루미늄 절연막을 충분히 식각하지 못하여 전극이 도전형 영역에 안정적으로 연결되지 못할 수 있다. 이에 의하여 태양 전지가 작동하지 않거나 태양 전지의 효율이 크게 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-1575966호 (2015.12.02.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 태양전지의 효율 및 특성을 향상할 수 있는 태양전지 전극용 도전성 페이스트 및 이에 포함되는 유리 프리트를 제공하고자 한다.

[0007] 그러나 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 유리 프리트는, 태양전지 전극용 도전성 페이스트에 포함되는 유리 프리트으로서, 알칼리 금속 산화물을 포함하며, 상기 유리 프리트 전체에 대한 상기 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.1 내지 0.2이다.

[0009] 상기 알칼리 금속 산화물은 리튬 산화물(Li<sub>2</sub>O), 소듐 산화물(Na<sub>2</sub>O) 및 포타슘 산화물(K<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 알칼리 금속 산화물은 상기 리튬 산화물, 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물 중 적어도 둘 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.

[0011] 상기 유리 프리트가 상기 리튬 산화물을 포함하는 경우에, 상기 유리 프리트 전체에 대한 상기 리튬 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.13일 수 있다. 상기 유리 프리트가 상기 소듐 산화물을 포함하는 경우에, 상기 유리 프리트 전체에 대한 상기 소듐 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.1일 수 있다. 상기 유리 프리트는 상기 포타슘 산화물을 포함하는

경우에, 상기 유리 프릿 전체에 대한 상기 포타슘 산화물의 몰비가 0.01 내지 0.1일 수 있다.

- [0012] 상기 알칼리 금속 산화물은 상기 리튬 산화물, 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물을 각기 포함하고, 상기 리튬 산화물 또는 상기 소듐 산화물이 상기 포타슘 산화물보다 높은 몰비로 포함될 수 있다.
- [0013] 이때, 상기 리튬 산화물이 상기 소듐 산화물 및 상기 포타슘 산화물 각각보다 높은 몰비로 포함될 수 있다.
- [0014] 상기 유리 프릿은 납 산화물, 텔루륨 산화물, 비스무스 산화물 및 실리콘 산화물을 포함하고, 붕소 산화물, 아연 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물 및 지르코늄 산화물 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 유리 프릿은 상기 알칼리 금속 산화물을 알칼리 토금속 산화물보다 높은 몰비로 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 유리 프릿이 알칼리 토금속 산화물을 포함하지 않을 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트는, 금속 분말, 유리 프릿, 유기 바인더 및 유리 프릿을 포함하는 태양전지 전극용 도전성 페이스트로서, 상술한 유리 프릿을 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지는, 반도체 기관; 상기 반도체 기관의 전면에 형성되는 제1 도전형 영역; 상기 제1 도전형 영역 위에 형성되며 알루미늄 산화막을 포함하는 패시베이션막; 상기 패시베이션막을 관통하여 상기 제1 도전형 영역에 연결되는 전면 전극; 및 상기 반도체 기관의 후면에 형성되는 배면 전극을 포함할 수 있다. 상기 전면 전극은 상술한 태양전지 전극용 도전성 페이스트를 도포한 후 소성시켜 제조될 수 있다.
- [0019] 상기 전면 전극의 컨택 저항이  $40\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$  이하일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0020] 본 발명에 따르면, 유리 프릿이 알칼리 금속 산화물을 특정한 몰비로 포함하여 알루미늄 산화막을 효과적으로 식각할 수 있으며 컨택 특성을 개선할 수 있다. 이에 따라 태양 전지의 충밀도 및 효율을 향상할 수 있다. 알루미늄 산화막의 두께에 따라 유리 프릿 내의 조성(특히, 알칼리 금속 산화물)의 함량을 조절하여 효과적으로 컨택 특성을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트가 적용되는 태양전지의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 이하에 본 발명을 상세하게 설명하기에 앞서, 본 명세서에 사용된 용어는 특정의 실시예를 기술하기 위한 것일 뿐 첨부하는 특허청구의 범위에 의해서만 한정되는 본 발명의 범위를 한정하려는 것은 아님을 이해하여야 한다. 본 명세서에 사용되는 모든 기술용어 및 과학용어는 다른 언급이 없는 한은 기술적으로 통상의 기술을 가진 자에게 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다.
- [0023] 본 명세서 및 청구범위의 전반에 걸쳐, 다른 언급이 없는 한 포함(comprise, comprises, comprising)이라는 용어는 언급된 물건, 단계 또는 일군의 물건, 및 단계를 포함하는 것을 의미하고, 임의의 어떤 다른 물건, 단계 또는 일군의 물건 또는 일군의 단계를 배제하는 의미로 사용된 것은 아니다.
- [0024] 한편, 본 발명의 여러 가지 실시예들은 명확한 반대의 지적이 없는 한 그 외의 어떤 다른 실시예들과 결합될 수 있다. 특히 바람직하거나 유리하다고 지시하는 어떤 특징도 바람직하거나 유리하다고 지시한 그 외의 어떤 특징 및 특징들과 결합될 수 있다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예 및 이에 따른 효과를 설명하기로 한다.
- [0025] 먼저 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트가 적용되는 태양전지의 일 예를 설명한다. 다음, 본 발명에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트 및 이에 포함되는 유리 프릿을 상세하게 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트가 적용되는 태양전지의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 예에 다른 태양전지는, 반도체 기관(10)과, 반도체 기관(10)의 전면 측에 형성

되는 제1 도전형 영역(20)과, 제1 도전형 영역(20) 위에 형성되는 반사 방지막(30) 및 패시베이션막(32)과, 반사 방지막(30) 및 패시베이션막(32)을 관통하여 제1 도전형 영역(20)에 전기적으로 연결되는 전면 전극(40)을 포함한다. 그리고 반도체 기관(10)의 후면 측에 형성되는 제2 도전형 영역(50)과 제2 도전형 영역(50)에 전기적으로 연결되는 후면 전극(60)을 포함할 수 있다.

- [0028] 반도체 기관(10)은 실리콘 기관(일 예로, 실리콘 웨이퍼)일 수 있으며, 제2 도전형(일 예로, p형)을 가질 수 있으며, 180 내지 250 $\mu\text{m}$ 의 두께를 가질 수 있다.
- [0029] 제1 도전형 영역(20)은 반도체 기관(10)의 전면측 일부에 제1 도전형 도펀트를 도핑하여 형성되어 제1 도전형(일 예로, n형)을 가지는 영역일 수 있고, 0.3~0.6 $\mu\text{m}$ 의 두께를 가질 수 있다.
- [0030] 제1 도전형 영역(20) 위에 위치한 반사 방지막(30)은 전면으로 입사되는 광이 반사되는 방지하는 역할을 할 수 있다. 반사 방지막(30)으로는 알려진 다양한 물질이 사용될 수 있는데, 일 예로, 실리콘 질화막 등으로 구성될 수 있다.
- [0031] 반사 방지막(30) 위에 위치한 패시베이션막(32)은 알루미늄 산화막으로 구성될 수 있으며, 2 내지 20nm의 두께를 가질 수 있다. 이러한 패시베이션막(32)은 고정 전하 및 수소 패시베이션에 의하여 패시베이션 특성을 향상하여 개방 전압(Voc) 및 단락 전류(Isc)을 향상할 수 있다. 일 예로 반사 방지막(30) 위에 알루미늄 산화막으로 구성된 패시베이션막(32)이 위치한 것을 예시하였으나, 제1 도전형 영역(20) 위에 알루미늄 산화막으로 구성된 패시베이션막(32)이 형성되고 그 위에 반사 방지막(30)이 위치할 수도 있다.
- [0032] 전면 전극(40)은 금속 분말, 유리 프린트, 용매와 바인더를 포함하는 유기 비히클(organic vehicle) 등을 혼합한 도전성 페이스트를 반사 방지막(30) 및 패시베이션막(32) 위에 도포한 후 소성하여 형성될 수 있다. 소성 시에 도전성 페이스트가 반사 방지막(30) 및 패시베이션막(32)을 식각 및 관통하여 제1 도전형 영역(20)에 연결되어야 하므로, 본 발명에서는 알루미늄 산화막으로 구성된 패시베이션막(32)을 효과적으로 식각할 수 있는 도전성 페이스트를 사용한다. 이러한 도전성 페이스트는 특정 조성의 유리 프린트를 포함할 수 있는데, 이에 대해서는 추후에 좀더 상세하게 설명한다.
- [0033] 제2 도전형 영역(50)은 반도체 기관(10)의 후면측 일부에 제2 도전형 도펀트가 도핑되어 형성되어 제2 도전형(일 예로, p형)을 가지는 후면 전계(back surface field, BSF) 영역일 수 있다. 후면 전계 영역에 의하여 전자의 재결합을 방지하고 생성된 캐리어의 수집 효율을 향상할 수 있다. 제2 도전형 영역(50)은 다양한 공정에 의하여 형성될 수 있는데, 일 예로, 후면 전극(60)의 적어도 일부(즉, 제1 전극부(62))를 형성할 때 후면 전극(60)의 물질이 확산하는 것에 의하여 형성될 수 있다.
- [0034] 후면 전극(60)은 알루미늄을 포함하며 제2 도전형 영역(50)에 인접하는 제1 전극부(62)를 포함할 수 있다. 일 예로, 제1 전극부(62)는 알루미늄 분말, 유리 프린트, 유기 비히클(organic vehicle) 및 첨가제로 이루어지는 알루미늄 페이스트 조성물을 스크린 인쇄 등에 의해 도포하고 건조한 후 660 $^{\circ}\text{C}$ (알루미늄의 용점) 이상의 온도에서 소성함으로써 형성될 수 있다. 알루미늄 페이스트 조성물의 소성 시에 알루미늄이 반도체 기관의 내부로 확산되어 제2 도전형 영역(50)을 형성할 수 있다. 후면 전극(60)은 제1 전극부(62) 위에 은(Ag)을 포함하는 제2 전극부(64)를 더 포함할 수 있다. 후면 전극(60)은 반도체 기관(10)의 후면 쪽에 전체적으로 형성될 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0035] 이하, 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트는 태양전지의 전극의 형성 시에 적용될 수 있는 도전성 페이스트로서, 알루미늄 산화막을 효과적으로 식각할 수 있는 태양전지 전극용 도전성 페이스트를 제공한다. 일 예로, 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트는 전면 전극(40)을 형성하는데 적용될 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 후면 전극(60)의 적어도 일부를 형성하는데 적용될 수도 있다.
- [0036] 본 발명에 따른 태양전지 전극용 도전성 페이스트는 금속 분말, 유리 프린트, 바인더, 용매를 포함하여 이루어질 수 있는데, 이를 구체적으로 설명한다.
- [0037] 금속 분말로는 은(Ag) 분말, 금(Au) 분말, 백금(Pt) 분말, 니켈(Ni) 분말, 구리(Cu) 분말 등이 사용될 수 있는데, 금속 분말은 상술한 분말 중 하나가 단독으로 사용되거나, 상술한 금속의 합금이 사용되거나, 상술한 분말 중 적어도 두 개가 혼합된 혼합 분말로 사용될 수 있다. 또한 상기 금속 분말의 표면을 친수성 처리 등 표면처리한 금속 분말을 사용할 수 있다.
- [0038] 이 중에서도 우수한 전기전도도를 가져 전면 전극(40)용으로 주로 사용되는 은(Ag) 분말을 사용하는 것이 좋다.

은 분말은 순은 분말이 바람직하며, 이외에, 적어도 표면이 은층으로 이루어지는 은 피복 복합 분말이나, 은을 주성분으로 하는 합금 등을 사용할 수 있다. 또한, 다른 금속 분말을 혼합하여 사용할 수도 있다. 예를 들면 알루미늄, 금, 팔라듐, 동, 니켈 등을 들 수 있다.

- [0039] 은 분말의 평균입경은 0.1 내지 10 $\mu$ m 일 수 있으며, 페이스트화 용이성 및 소성시 치밀도를 고려할 때 0.5 내지 5 $\mu$ m가 바람직하며, 그 형상이 구상, 침상, 판상 그리고 무정상 중 적어도 1종 이상일 수 있다. 은 분말은 평균 입자지름이나 입도 분포, 형상 등이 다른 2종 이상의 분말을 혼합하여 이용해도 좋다.
- [0040] 본 발명에 따른 유리 프린트는 알칼리 금속 산화물을 포함하며, 유리 프린트 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 물비가 0.1 내지 0.2일 수 있다. 알칼리 금속 산화물을 포함하는 유리 프린트는 알루미늄 산화막을 식각하는 특성을 향상할 수 있다. 이때, 상술한 물비가 0.1 미만이면 알루미늄 산화막을 식각하는 특성이 충분하지 않을 수 있고, 상술한 물비가 0.2를 초과하면 알루미늄 산화물을 효과적으로 식각할 수 있으나 제1 도전형 영역(20)과의 컨택 특성이 우수하지 않을 수 있다.
- [0041] 일 예로, 알칼리 금속 산화물은 리튬 산화물(일 예로, Li<sub>2</sub>O), 소듐 산화물(일 예로, Na<sub>2</sub>O) 및 포타슘 산화물(일 예로, K<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 특히, 리튬 산화물, 소듐 산화물 및 포타슘 산화물 중 적어도 둘 이상을 혼합하여 사용하면 알루미늄 산화막의 식각 특성을 좀더 향상할 수 있다.
- [0042] 유리 프린트가 리튬 산화물을 포함하는 경우에, 유리 프린트 전체에 대한 리튬 산화물의 물비가 0.01 내지 0.13일 수 있다. 유리 프린트가 소듐 산화물을 포함하는 경우에, 유리 프린트 전체에 대한 소듐 산화물의 물비가 0.01 내지 0.1일 수 있다. 유리 프린트가 포타슘 산화물을 포함하는 경우에, 유리 프린트 전체에 대한 포타슘 산화물의 물비가 0.01 내지 0.1일 수 있다. 이러한 범위 내에서 알루미늄 산화막의 식각 특성 및 제1 도전형 영역과의 컨택 특성을 효과적으로 향상할 수 있다.
- [0043] 이때, 유리 프린트는 리튬 산화물, 소듐 산화물 및 포타슘 산화물을 모두 포함하되, 리튬 산화물 또는 소듐 산화물이 포타슘 산화물보다 높은 물비로 포함(특히, 리튬 산화물이 소듐 산화물 및 포타슘 산화물 각각보다 높은 물비로 포함)되면 제1 도전형 영역(20)과의 컨택 저항을 좀더 낮출 수 있다.
- [0044] 유리 프린트는 주요 물질(유리 프린트 전체에 대한 물비가 0.5 이상인 물질)로서 납 산화물(일 예로, PbO), 텔루륨 산화물(일 예로, TeO<sub>2</sub>), 비스무스 산화물(일 예로, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 실리콘 산화물(일 예로, SiO<sub>2</sub>)을 포함할 수 있다. 그리고 유리 프린트는 붕소 산화물, 아연 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 지르코늄 산화물 중 적어도 하나를 추가 물질로 더 포함할 수 있다. 일 예로, 유리 프린트 전체에 대한 납 산화물의 물비가 0.1 내지 0.29, 텔루륨 산화물의 물비가 0.2 내지 0.38, 비스무스 산화물의 물비가 0.03 내지 0.2, 실리콘 산화물의 물비가 0.2 이하일 수 있다. 그리고 유리 프린트 전체에 대한 상기 각 추가 물질의 물비가 0.2 이하(일 예로, 0.06 이하)일 수 있다.
- [0045] 상기 각 성분의 유기적 함량 조합에 의해 전면 전극의 선폭 증가를 막고, 컨택 저항을 우수하게 할 수 있으며, 단락전류 특성을 우수하게 할 수 있다. 특히, 납 산화물의 함량이 너무 높으면 친환경적이지 않고, 용융 시 점도가 너무 낮아져서 소성 시 전면 전극의 선폭이 커지는 문제점이 존재할 수 있다. 따라서 납 산화물은 유리 프린트 내에서 상기 범위 내로 포함되는 것이 좋다. 그리고 일 예로 유리 프린트 내에 알칼리 금속 산화물을 상술한 범위로 포함할 경우에 알칼리 토금속 산화물(즉, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물 등)을 많은 양으로 포함하면 컨택 저항이 높아질 수 있다. 이에 따라 유리 프린트가 알칼리 금속 산화물을 알칼리 토금속 산화물보다 높은 물비로 포함할 수 있고, 일 예로, 유리 프린트가 알칼리 토금속 산화물을 포함하지 않을 수 있다.
- [0046] 상술한 설명에서는 유리 프린트가 유연 프린트로 구성되어 전도성 페이스트의 소성 시 반사 방지막(30) 및 패시베이션막(32)을 안정적으로 식각할 수 있는 것을 예시하였다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 유리 프린트가 납 산화물을 포함하지 않는 무연 프린트로 구성될 수도 있다.
- [0047] 유리 프린트의 평균 입경은 제한되지 않으나 0.5 내지 10 $\mu$ m 범위 내의 입경을 가질 수 있으며, 평균 입경이 다른 다종이 입자를 혼합하여 사용할 수도 있다. 바람직하기로는 적어도 1종의 유리 프린트는 평균 입경(D50)이 3 $\mu$ m 이상 5 $\mu$ m 이하인 것을 사용하는 것이 좋다. 이를 통해 소성 시 반응성이 우수해지고, 특히 고온에서 n층의 테미지를 최소화할 수 있으며 부착력이 개선되고 개방전압(Voc)을 우수하게 할 수 있다. 또한, 소성 시 전극의 선폭이 증가하는 것을 감소시킬 수 있다.
- [0048] 또한, 상기 유리 프린트의 유리전이온도(Tg)는 제한되지 않으나 200 ~ 600 $^{\circ}$ C 일 수 있으며, 바람직하기로는 유리전이온도는 200 $^{\circ}$ C 이상 300 $^{\circ}$ C 미만의 범위 내가 좋다. 300 $^{\circ}$ C 미만의 낮은 유리전이온도의 유리 프린트를 사용함으



로써 용융 균일도를 높일 수 있으며, 태양전지의 특성을 균일하게 할 수 있다. 또한, 저온/급속 소성시에도 우수한 접촉 특성을 확보할 수 있으며, 고면저항(90~120Ω/sq) 태양전지에 최적화될 수 있다.

- [0049] 유리 프릿의 결정화 특성은 중요한 인자로 다루어질 수 있다. 기존의 유리 프릿은 시차 주사 열량측정법(differential scanning calorimetry, DSC) 측정시 최초의 결정화 온도는 대체로 550℃ 이상에서 일어나는데, 본 발명에서는 유리 프릿의 DSC 측정 데이터 상 최초 결정화 피크가 400℃ 미만에서 이루어지도록 함으로써 소성시 보다 빨리 결정화가 일어나 소성 과정 중에 전극의 선풍이 커지는 것을 현저히 감소시킴으로써 전기적 특성을 우수하게 할 수 있다. 바람직하기로는 DSC 데이터 상에서 결정화 피크가 400℃ 미만에서 최초 발생하고, 2차 결정화 피크가 400℃ 이상 500℃ 미만에서 발생하는 것이 좋다. 더 좋기로는 DSC 데이터 상에서 400℃ 미만에서 결정화 피크가 모두 발생하는 것이 좋다.
- [0050] 상기 유기 바인더와 용매를 포함하는 유기 비히클은 금속 분말과 유리 프릿 등이 균일하게 혼합된 상태를 유지하는 특성이 요구되며, 예를 들면 스크린 인쇄에 의해 도전성 페이스트가 기재에 도포될 때에, 도전성 페이스트를 균질하게 하여, 인쇄 패턴의 흐려짐 및 흐름을 억제하고, 또한 스크린판으로부터의 도전성 페이스트의 토출성 및 관분리성을 향상시키는 특성이 요구된다.
- [0051] 유기 바인더는 셀룰로오스 에스테르계 화합물로 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 아세테이트 부틸레이트 등을 예로 들 수 있으며, 셀룰로오스 에테르 화합물로는 에틸 셀룰로오스, 메틸 셀룰로오스, 하이드록시 프로필 셀룰로오스, 하이드록시 에틸 셀룰로오스, 하이드록시 프로필 메틸 셀룰로오스, 하이드록시 에틸 메틸 셀룰로오스 등을 예로 들 수 있으며, 아크릴계 화합물로는 폴리 아크릴아미드, 폴리 메타 아크릴레이트, 폴리 메틸 메타 아크릴레이트, 폴리 에틸 메타 아크릴레이트 등을 예로 들 수 있으며, 비닐계로는 폴리비닐 부티랄, 폴리비닐 아세테이트 그리고 폴리비닐 알코올 등을 예로 들 수 있다. 상기 바인더들은 적어도 1종 이상 선택되어 사용될 수 있다.
- [0052] 상기 용매는 디메틸 아디페이트(Dimethyl adipate), 디에틸렌 글리콜 부틸에테르 아세테이트(diethylene glycol butyl ether acetate), 텍사놀(texanol), 디옥틸 프탈레이트(Dioctyl phthalate), 디부틸 프탈레이트(Dibutyl phthalate), 디에틸렌글리콜(diethyleneglycol), 에틸렌 글리콜 부틸 에테르(ethylene glycol buthyl ether), 에틸렌 글리콜 부틸 에테르 아세테이트(ethylene glycol butyl ether acetate), 디에틸렌 글리콜 부틸 에테르(diethylene glycol butyl ether) 등으로 이루어진 화합물 중에서 적어도 1종 이상 선택되어 사용된다. 바람직하게는 디메틸 아디페이트(Dimethyl adipate), 디에틸렌 글리콜 부틸에테르 아세테이트(diethylene glycol butyl ether acetate)를 사용하는 것이 좋다.
- [0053] 본 발명에 따른 도전성 페이스트 조성물은 필요에 따라 통상적으로 알려져 있는 기타 첨가제, 예를 들면, 분산제, 레벨링제, 가스제, 점도 조정제, 계면활성제, 산화제, 금속 산화물, 금속 유기 화합물, 왁스 등을 더 포함할 수 있다.
- [0054] 금속 분말의 함량은 인쇄 시 형성되는 전극 두께 및 전극의 선저항을 고려할 때 도전성 페이스트 전체 100 중량부에 대하여 40 내지 98 중량부(일 예로, 60 내지 95 중량부)로 포함될 수 있다. 40 중량부(일 예로, 60 중량부) 미만인 경우 형성된 전극의 비저항이 높을 수 있으며, 98 중량부(일 예로, 95 중량부)를 초과하는 경우 다른 성분의 함량이 충분하지 않아 금속 분말이 균일하게 분산되지 않는 문제점이 있다.
- [0055] 유리 프릿의 함량은 도전성 페이스트 전체 100 중량부에 대하여 1 내지 15 중량부로 포함될 수 있다. 1 중량부 미만이면 불완전 소성이 이루어져 전기 비저항이 높아질 우려가 있고, 15 중량부를 초과하면 은 분말의 소성체 내에 유리 성분이 너무 많아져 전기 비저항이 역시 높아질 우려가 있다. 유기 바인더는 제한되지 않으나 도전성 페이스트 전체 100 중량부에 대하여 1 내지 15 중량부로 포함될 수 있다. 유기 바인더가 1 중량부 미만이면 조성물의 점도, 형성된 전극 패턴의 접착력이 떨어질 수 있으며, 15 중량부를 초과하면 금속 분말, 용매, 분산제 등의 양이 충분하지 않을 수 있다.
- [0056] 상기 용매는 도전성 페이스트 전체 100 중량부에 대하여 5 내지 25 중량부로 포함될 수 있다. 용매가 5 중량부 미만이면 금속 분말, 유리 프릿, 유기 바인더 등이 균일하게 혼합되지 않을 수 있고, 25 중량부를 초과하면 금속 분말의 양이 적어져서 제조된 전면 전극(40)의 전기 전도성이 저하될 수 있다. 상기 기타 첨가제는 도전성 페이스트 전체 100 중량부에 대하여 0.1 내지 5 중량부로 포함된다.
- [0057] 상술한 태양전지 전극용 도전성 페이스트는 금속 분말, 유리 프릿, 유기 바인더, 용매 및 첨가제 등을 혼합 및 분산한 다음 여과 및 탈포하여 제조될 수 있다.
- [0058] 본 발명은 또한 상기 도전성 페이스트를 기재 위에 도포하고, 건조 및 소성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의

전극 형성 방법 및 상기 방법에 의하여 제조된 태양전지 전극을 제공한다. 본 발명의 태양전지 전극 형성방법에서 상기 특성의 유리 프릿을 포함하는 도전성 페이스트를 사용하는 것을 제외하고, 기재, 인쇄, 건조 및 소성은 통상적으로 태양전지의 제조에 사용되는 방법들이 사용될 수 있음은 물론이다.

[0059] 일례로 상기 기재는 실리콘 웨이퍼일 수 있으며, 본 발명의 페이스트로 제조되는 전극은 전면 전극(40)의 핑거 전극, 버스바 전극일 수 있으며, 알루미늄 산화막을 포함하는 패시베이션막(32) 위에 인쇄된 후에 소성에 의한 파이어스루(fire-through)에 의하여 알루미늄 산화막을 포함하는 패시베이션막(32)(좀더 구체적으로는, 알루미늄 산화막을 포함하는 패시베이션막(32) 및 반사 방지막(30))을 관통하여 제1 도전형 영역(20)에 연결(일 예로, 전기적 연결)될 수 있다. 상기 인쇄는 스크린 인쇄, 오프셋 인쇄일 수 있으며, 상기 건조는 90 내지 250 °C에서 이루어 질 수 있으며, 상기 소성은 600 내지 950 °C에서 이루어질 수 있다. 바람직하기로는 상기 소성이 800 내지 950 °C, 더욱 바람직하게는 850 내지 900 °C에서 5초 내지 1분간 이루어지는 고온/고속 소성을 하는 것이 좋으며, 상기 인쇄는 20 내지 60 μm의 두께로 인쇄를 할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 인쇄 방법, 건조, 소성 공정의 조건 등은 다양하게 변형될 수 있다.

[0060] 본 발명에 따르면, 유리 프릿이 알칼리 금속 산화물을 특정한 몰비로 포함하여 알루미늄 산화막을 효과적으로 식각할 수 있으며 컨택 특성을 개선할 수 있다. 이에 따라 태양 전지의 충밀도 및 효율을 향상할 수 있다. 알루미늄 산화막의 두께에 따라 유리 프릿 내의 조성(특히, 알칼리 금속 산화물)의 함량을 조절하여 효과적으로 컨택 특성을 개선할 수 있다.

[0061] **실시에 및 비교예**

[0062] 은 분말, 유리 프릿, 유기 바인더, 용매, 첨가제 등을 넣고 넣고 삼분밀을 사용하여 분산한 후 은 분말을 혼합하여 삼분밀을 사용하여 분산하였다. 이때, 유기 바인더로 에틸셀룰로오스 수지(ethyl cellulose resin)를 사용하였고 용매로 디에틸렌 글리콜 부틸에테르 아세테이트(diethylene glycol butyl ether acetate)를 사용하였으며, 은 분말은 구상 형상을 가지며 평균 입경이 1μm였다. 도전성 페이스트의 혼합 시의 조성은 하기 표 1에 나타낸 바와 같고, 실시예 1 내지 8에 따른 유리 프릿의 조성은 표 2에 나타낸 바와 같고, 비교예 1 내지 5에 따른 유리 프릿의 조성은 표 3에 나타낸 바와 같다. 그 뒤 감압 탈포하고 도전성 페이스트를 제조하였다.

**표 1**

구분 [중량%]	실시에 및 비교예
에틸셀룰로오스 수지	0.45
디에틸렌 글리콜 부틸에테르 아세테이트	6.3
왁스	0.28
은 분말	88.5
유리 프릿	3.1
분산제 (ED121)	0.45
첨가제 (폴리디메틸실록산 오일)	0.92

**표 2**

구분[mol%]	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7	실시예 8
PbO	25	29	25	25	25	17	25	25
TeO <sub>2</sub>	34	34	34	34	34	37	34	34
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	0	12	15	5	8	15	15
SiO <sub>2</sub>	5	10	5	5	7	15	5	5
Li <sub>2</sub> O	7	5	5	10	8	9	6	13
Na <sub>2</sub> O	5	5	5		1	2	10	2
K <sub>2</sub> O	5	5	10	7	6	-	1	2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	2	-	-
ZnO	2	1	2	2	6	4	2	2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	-	2	2	5	1	2	2
TiO <sub>2</sub>	-	1	-	-	3	2	-	-

CaO	-	-	-	-	-	3	-	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	1	-	-	-	-	-
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
유리 프릿 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 몰비	0.17	0.15	0.20	0.17	0.15	0.11	0.17	0.17

표 3

[0065]

구분[mol%]	비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5
PbO	30	27	27	25	20
TeO <sub>2</sub>	34	39	39	34	30
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	15	15	15	5
SiO <sub>2</sub>	9	7	7	8	5
Li <sub>2</sub> O	-	5	3	-	10
Na <sub>2</sub> O	-	-	1	4	10
K <sub>2</sub> O	-	-	1	2	10
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
ZnO	10	2	2	7	10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	2	2	2	-
TiO <sub>2</sub>	-	2	3	-	3
CaO	-	1	-	-	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	3	-
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
유리 프릿 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 몰비	0.0	0.05	0.05	0.06	0.30

[0066]

**실험예**

[0067]

실리콘 웨이퍼의 전면에 n형 도펀트를 확산시켜 제1 도전형 영역을 형성하고, 제1 도전형 영역 위에 실리콘 질화막으로 구성된 반사 방지막 및 알루미늄 산화막으로 구성된 패시베이션막을 형성하였다. 상기 실시예 및 비교예에 따라 제조된 도전성 페이스트를 실리콘 질화막 및 알루미늄 산화막 위에 35 $\mu$ m 메쉬의 스크린 인쇄로 패턴 인쇄하고, 벨트형 건조로를 사용하여 200~350 °C에서 20초에서 30초 동안 건조시켰다. 이후 실리콘 웨이퍼의 후면에 알루미늄 페이스트를 인쇄한 후 동일한 방법으로 건조하였다. 그 후 벨트형 소성로를 사용하여 500 내지 900°C의 온도에서 20초 내지 30초간 소성하여 태양전지를 제조하였다.

[0068]

제조된 태양전지는 전기 루미네선스 이미지(electro luminescence image)로부터 알루미늄 산화막의 식각 특성을 판정하였으며, 접촉식 저항측정기를 이용하여 컨택 저항을 측정하였다. 이때, 전도성 페이스트가 소성되어 형성된 전면 전극이 알루미늄 산화막을 관통하여 제1 도전형 영역에 연결된 경우에 알루미늄 산화막의 식각 특성을 양호로 판정하였으며, 알루미늄 산화막을 관통하지 못하여 제1 도전형 영역에 연결되지 못한 경우에 알루미늄 산화막의 식각 특성을 불량으로 판정하였다. 그리고 컨택 저항은 반도체 기판의 면저항이 100 $\Omega$ 이고 전류 밀도(Jsc)가 30mA/cm<sup>2</sup>인 경우의 접촉식 저항측정기를 이용한 컨택 저항이다. 그 결과를 표 4에 나타내었다.

표 4

[0069]

	식각 특성	컨택 저항[ohm · cm <sup>2</sup> ]
실시예 1	양호	21.4
실시예 2	양호	24.7

실시예 3	양호	34.1
실시예 4	양호	23.5
실시예 5	양호	22.1
실시예 6	양호	37.3
실시예 7	양호	22.4
실시예 8	양호	20.9
비교예 1	불량	-
비교예 2	불량	-
비교예 3	불량	-
비교예 4	불량	-
비교예 5	양호	67.3

[0070] 표 4를 참조하면, 실시예 1 내지 8에 따른 태양전지는 알루미늄 산화막의 식각 특성이 모두 양호하며 컨택 저항이  $40\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$  이하(일 예로,  $25\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$  이하, 특히,  $20.9\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$ ) 정도로 매우 낮은 수준으로 알루미늄 산화막을 효과적 및 안정적으로 식각할 수 있음을 알 수 있다. 반면, 비교예 1 내지 4에 따른 태양전지는 알루미늄 산화막의 식각 특성이 불량하여 컨택 저항을 측정할 수 없는바 전면 전극이 알루미늄 산화막을 관통하지 못하였음을 알 수 있고, 비교예 5에 따른 태양전지는 전면 전극이 알루미늄 산화막을 관통하였으나 컨택 저항이  $67.3\text{ohm} \cdot \text{cm}^2$ 으로 매우 높은 것을 알 수 있다. 이에 따라 비교예 1 내지 5에 따른 태양전지에서는 전면 전극이 알루미늄 산화막을 효과적 및 안정적으로 식각하기 어려움을 알 수 있다.

[0071] 이와 같이 실시예 1 내지 8와 같이 유리 프리트 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.1 내지 0.2일 때 알루미늄 산화막을 잘 식각할 수 있으며 낮은 컨택 저항을 가지는 것을 알 수 있다. 반면, 비교예 1 내지 4에와 같이 유리 프리트가 알칼리 금속 산화물을 포함하지 않거나 유리 프리트 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.1 미만일 경우에는 알루미늄 산화막의 식각이 잘 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 그리고 비교예 5에서와 같이 유리 프리트 전체에 대한 알칼리 금속 산화물의 총 몰비가 0.2를 초과하면 알루미늄 산화막의 식각은 이루어지나 컨택 저항이 높아 태양전지의 충밀도 및 효율을 향상하는데 적합하지 않을 수 있음을 알 수 있다.

[0072] 이때, 실시예 1, 4, 5, 7 및 8과 같이, 유리 프리트는 리튬 산화물, 소듐 산화물 및 포타슘 산화물을 모두 포함하되, 리튬 산화물 또는 소듐 산화물이 포타슘 산화물보다 높은 몰비로 포함되면 컨택 특성을 좀더 향상할 수 있다. 특히, 실시예 1, 5 및 8과 같이 리튬 산화물이 소듐 산화물 및 포타슘 산화물 각각보다 높은 몰비로 포함되면 알루미늄 산화막의 식각 특성을 효과적으로 향상할 수 있다. 이에 따라 유리 프리트가 알칼리 금속 산화물을 알칼리 토금속 산화물보다 높은 mol%로 포함할 수 있고, 일 예로, 유리 프리트가 알칼리 토금속 산화물을 포함하지 않을 수 있다.

[0073] 전술한 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

- [0074] 10: 반도체 기판
- 20: 제1 도전형 영역
- 30: 반사 방지막
- 32: 패시베이션막
- 40: 전면 전극
- 50: 제2 도전형 영역
- 60: 제2 전극
- 62: 제1 전극부
- 64: 제2 전극부

도면

도면1

