



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월07일
(11) 등록번호 10-1315105
(24) 등록일자 2013년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01B 1/22 (2006.01) H01B 1/16 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0029808

(22) 출원일자 2012년03월23일

심사청구일자 2012년03월23일

(65) 공개번호 10-2013-0107766

(43) 공개일자 2013년10월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090048313 A

KR100895414 B1

JP평성06240464 A

JP2008111175 A

전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자

(주)창성

충청북도 청원군 내수읍 청암로 302

(72) 발명자

박성용

인천광역시 연수구 송도동 3-38번지 금호어울림아파트 106동 301호

정인범

경기도 부천시 원미구 중동 중흥마을 두산아파트 602동 1401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

임평섭

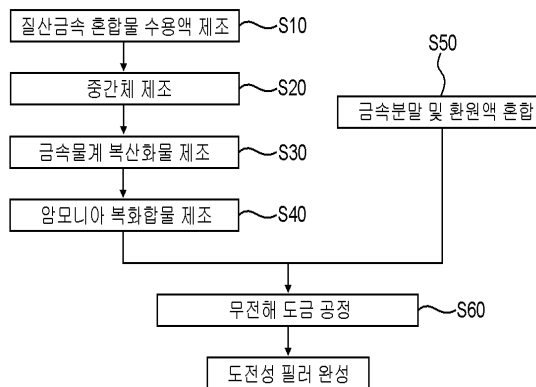
심사관 : 조홍규

(54) 발명의 명칭 태양전지용 전극 페이스트 조성물

(57) 요약

본 발명은 필러를 금속분말의 외면에 코팅분말을 피복시켜 필러를 형성함으로써 비용이 절감될 뿐만 아니라 낮은 비중을 갖기 때문에 도막밀도가 높아져 광변환효율이 증가되고, 무기바인더의 연화점 및 전이점을 변형시킴으로써 실리콘 기판과의 부착강도를 높임으로써 간단한 방법으로 고부가 가치를 창출할 수 있는 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

양승진

인천광역시 부평구 갈산동 대동2차아파트 201동
605호

이정웅

경기도 안양시 동안구 비산2동 한화꿈에그린아파트
109동 1701호

박기범

경기도 부천시 원미구 상1동 한아름마을 동성아파
트 1528동 1401호

이병윤

인천광역시 연수구 연수2동 우성아파트 103동 130
5호

이재욱

인천광역시 부평구 부평동 10-533

유재립

경기도 오산시 원동 대우푸르지오아파트 103동
1303호

특허청구의 범위

청구항 1

50.0 ~ 90.0 중량%의 도전성 필러와, 5.0 ~ 20.0 중량%의 무기바인더, 0.5 ~ 20.0 중량%의 유기바인더, 4.4 ~ 20.0 중량%의 유기용매를 포함하고,

상기 도전성 필러는

10.0 ~ 70.0 중량%의 금속분말;

상기 금속분말의 외면에 30.0 ~ 90.0 중량%로 피복되는 코팅분말을 포함하고,

상기 금속분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 2

청구항 1에서, 상기 코팅분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 3

청구항 1 또는 2에서, 상기 무기바인더는 전이점이 300 ~ 600℃, 연화점이 330 ~ 650℃이며, 비스무스(Bi), 규소(Si), 알루미늄(Al), 나트륨(Na), 아연(Zn), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 납(Pb), 탈륨(Tl), 구리(Cu), 크롬(Cr), 코발트(Co), 붕소(B), 세륨(Ce), 칼슘(Ca) 산화물들 중 적어도 2종 이상이 혼합되는 유리 원료(Glass frit)인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 4

청구항 3에서, 상기 용매는 방향족 탄화수소류, 에테르류, 케톤류, 락톤류, 에테르 알콜류, 에스테르류 및 디에스테르류들 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 3에서, 상기 도전성 필러의 평균직경은 0.1 ~ 30 μ m인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 7

50.0 ~ 90.0 중량%의 도전성 필러와, 5.0 ~ 20.0 중량%의 무기바인더, 0.5 ~ 20.0 중량%의 유기바인더, 4.4 ~ 20.0 중량%의 유기용매를 포함하고,

상기 도전성 필러는

10.0 ~ 70.0 중량%의 금속분말과, 상기 금속분말의 외면에 30.0 ~ 90.0 중량%로 피복되는 코팅분말로 이루어지는 62.5 ~ 87.5 중량%의 코팅 금속분말;

상기 코팅 금속분말에 혼합되는 12.5 ~ 37.5 중량%의 은(Ag) 분말을 포함하고,

상기 금속분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물

청구항 8

청구항 7에서, 상기 코팅분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 9

청구항 7 또는 8에서, 상기 무기바인더는 전이점이 300 ~ 600℃, 연화점이 330 ~ 650℃이며, 비스무스(Bi), 규소(Si), 알루미늄(Al), 나트륨(Na), 아연(Zn), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 납(Pb), 탈륨(Tl), 구리(Cu), 크롬(Cr), 코발트(Co), 붕소(B), 세륨(Ce), 칼슘(Ca) 산화물들 중 적어도 2종 이상이 혼합되는 유리 원료(Glass frit)인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 10

청구항 9에서, 상기 용매는 방향족 탄화수소류, 에테르류, 케톤류, 락톤류, 에테르 알콜류, 에스테르류 및 디에스테르류들 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 7에서, 상기 도전성 필러의 평균직경은 0.1 ~ 30 μ m인 것을 특징으로 하는 전극 페이스트 조성물.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양전지의 전극을 형성하는 전극 페이스트 조성물에 관한 것으로서, 상세하게로는 금속분말의 외면에 코팅분말을 피복시켜 도전성 필러(Conductive filler)를 구성함으로써 비용이 절감될 뿐만 아니라 도막밀도가 높아져 광변환효율이 증가되고, 무기바인더의 전이점 및 연화점을 조절하여 적용함으로써 실리콘 기체와의 부착강도가 증가되는 전극 페이스트 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지(Solar cell)는 일반적으로 태양광 에너지를 전기에너지로 변환시키는 반도체 소자로서, 자원의 무한성, 설비의 간편성, 우수한 내구성 및 환경 친화성 등의 장점으로 인해 차세대 에너지원으로 각광받고 있다.

[0003] 도 1은 태양전지를 나타내는 단면도이다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이 태양전지는 220 ~ 330 μ m 두께를 갖는 p형 반도체기판(102)과, n형 실리콘 반도체로 형성되어 p형 반도체기판(101)의 일측면에 설치되는 에미터층(103)과, 입사되는 태양광의 반사손실을 방지하기 위한 에미터층(103)의 외측면에 도포되는 반사방지막(105)과, 반사방지막(105)의 외측면에 형성되는 전면전극(107)과, p형 반도체기판(101)의 타측면에 형성되는 후면전극(109)으로 이루어진다. 이때 상기 p형 반도체기판(102)과 상기 에미터층(103)은 반도체기판(101)이라고 하기로 한다.

[0005] 또한 태양전지(100)는 태양광이 입사되면 광기전력효과에 의해 불순물이 도핑된 반도체기판(101)에서 전자와 정공이 발생하고, 상세하게로는 에미터층(103)에서 복수개의 캐리어인 전자들이 발생되고, p형 반도체기판(102)에서 복수개의 캐리어인 정공들이 발생된다.

[0006] 이때 발생된 전자는 광기전력효과에 의해 에미터층(103)을 통해 전면전극(107)으로, 정공은 광기전력효과에 의해 p형 반도체기판(102)을 통해 후면전극(109)으로 이동된다. 즉 태양전지(100)는 전자가 수집된 전면전극(107)과 정공이 수집된 후면전극(109)을 전선으로 연결함으로써 전류가 이동되어 전기에너지가 발생하게 된다.

[0007] 또한 전면전극(107)은 은(Ag) 분말을 재료로 하는 전극 페이스트를 반사방지막(105)에 패터닝(Patterning)한 후 소성 공정(Firing)을 수행함으로써 형성된다. 이때 패터닝 공정은 스크린 인쇄(Screen process printing), 오프셋 인쇄(Offset printing) 및 포토리소그래피(Photolithography) 등과 같은 방법으로 수행된다.

- [0008] 또한 상기 전극 페이스트 조성물(이하, 종래의 전극 페이스트 조성물이라고 하기로 함)은 통상적으로 금속분말로 형성되는 도전성 필러(Conductive filler)와, 전극 페이스트 조성물의 변형성 및 유동성을 부여하는 유기바인더(Organic Binder)와, 유기바인더를 녹이는 용매인 유기용매와, 반사방지막(105)의 표면에 용이하게 결합되도록 하는 무기바인더(Inorganic Binder)와, 소결을 억제시키는 첨가제로 이루어진다.
- [0009] 이와 같이 구성되는 종래의 전극 페이스트 조성물은 반사방지막(105)의 표면에 인쇄되는 인쇄단계와, 인쇄된 조성물을 건조시키는 건조단계와, 건조된 조성물을 소성시키는 소성단계를 통해 태양전지의 전극을 형성하게 된다.
- [0010] 이때 도전성 필러를 형성하는 금속분말에는 일반적으로 전도율이 우수한 은(Ag), 금(Au) 및 팔라듐(Pd) 등의 귀금속 분말들을 사용하고 있으나, 이러한 귀금속 분말은 원자재 가격이 비싸기 때문에 태양전지의 비용이 증가하는 문제점을 발생시킨다.
- [0011] 또한 무기바인더는 일반적으로 글라스 프리트(Glass frit, 유리분말), 금속산화물 및 유리분말과 금속산화물의 혼합물들 중의 하나로 구성되고, 유리분말은 인쇄 후 소성 시 반사방지막(105)을 웨팅(Wetting)시켜 기계적인 결합력을 갖도록 하고, 금속산화물은 인쇄 후 소성 시 화학적 반응을 발생시켜 반사방지막(105)에 화학적 결합을 하게 된다.
- [0012] 이와 같이 구성되는 태양전지(100)의 전면전극(107)은 종래의 전극 페이스트와 반사방지막(105)과의 계면반응을 통해서 형성되며, 이때 종래의 전극 페이스트에 포함된 은(Ag)은 고온에서 액상이 되었다가 다시 고상으로 재결정될 때 유리 프리트를 매개로 하여 반사방지막(105)을 관통하여 에미터층(103)에 접촉하게 되고, 이에 따라 전류가 이동하게 된다.
- [0013] 이때 전극의 전도성을 부여하는 필러는 일반적으로 은(Ag), 금(Au) 및 팔라듐(Pd) 등으로 형성되기 때문에 전도율이 우수한 장점을 가지나 전술하였던 바와 같이 원자재 가격이 증가하여 태양전지의 가격이 증가하는 문제점을 발생시킨다.
- [0014] 이러한 문제점을 극복하기 위하여 상기 귀금속 분말들에 비해 비용이 저렴한 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 구리(Cu) 등과 같은 금속분말로 필러를 형성하는 방법이 연구되었으나 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 구리(Cu) 등의 금속분말은 소성 시 분말의 산화로 인하여 태양전지의 전기적 특성을 감소시킬 뿐만 아니라 은(Ag) 분말에 비해 전도율이 떨어지기 때문에 전극효율이 감소하는 문제점을 발생시킨다.
- [0015] 또한 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 구리(Cu) 등과 같은 금속분말은 반복소성 작업이 수행되는 경우 한 번의 소성 공정 수행 시 금속의 산화도가 증폭하기 때문에 전극의 전도율이 급격하게 낮아지게 된다.
- [0016] 또한 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 구리(Cu) 등과 같은 금속분말은 반복소성 작업이 수행되는 경우 소성 공정의 횟수에 비례하여 전극의 저항값을 증가시킴으로써 태양전지의 전극효율이 낮아지는 문제점이 발생된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위한 것으로, 도전성 필러(Filler)를 코팅분말이 피복된 금속분말로 구성함으로써 제조비용이 현저하게 절감되는 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.
- [0018] 또한 본 발명의 다른 해결과제는 필러를 순수 은(Ag) 분말이 아닌 코팅분말로 피복된 금속분말로 형성함으로써 인쇄 시 도막밀도가 증가되어 광변환효율을 높인 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.
- [0019] 또한 본 발명의 또 다른 해결과제는 반복소성 시 금속분말의 외면에 피복된 코팅분말이 금속분말의 산화를 방지하여 저항값이 크게 증가하지 않기 때문에 종래에 코팅분말 없이 금속분말로 형성되는 필러를 구성할 때 전극의 저항값이 급격하게 증가하는 문제점을 극복할 수 있는 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.
- [0020] 또한 본 발명의 또 다른 해결과제는 무기바인더가 300 ~ 600℃의 전이점과 330 ~ 650℃의 연화점을 갖도록 제조함으로써 인쇄 시 실리콘 기관과의 부착강도를 높인 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.
- [0021] 또한 본 발명의 또 다른 해결과제는 필러가 코팅분말이 피복된 금속분말 80 ~ 90 중량%와, 이에 혼합되는 은(Ag) 분말 10 ~ 30 중량%로 구성됨으로써 광변환효율이 더욱 증가되는 전극 페이스트 조성물을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 해결수단은 50.0 ~ 90.0 중량%의 도전성 필러와, 5.0 ~ 20.0 중량%의 무기바인더, 0.5 ~ 20.0 중량%의 유기바인더, 4.4 ~ 20.0 중량%의 유기용매를 포함하고, 상기 도전성 필러는 10.0 ~ 70.0 중량%의 금속분말; 상기 금속분말의 외면에 30.0 ~ 90.0 중량%로 피복되는 코팅분말을 포함하고, 상기 금속분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것이다.
- [0023] 또한 본 발명에서 상기 코팅분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0024] 또한 본 발명에서 상기 무기바인더는 전이점이 300 ~ 600℃, 연화점이 330 ~ 650℃이며, 비스무스(Bi), 규소(Si), 알루미늄(Al), 나트륨(Na), 아연(Zn), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 납(Pb), 탈륨(Tl), 구리(Cu), 크롬(Cr), 코발트(Co), 붕소(B), 세륨(Ce), 칼슘(Ca) 산화물들 중 적어도 2종 이상이 혼합되는 유리 원료(Glass frit)인 것이 바람직하다.
- [0025] 또한 본 발명에서 상기 용매는 방향족 탄화수소류, 에테르류, 케톤류, 락톤류, 에테르 알콜류, 에스테르류 및 디에스테르류들 중 선택된 1종 이상인 것이 바람직하다.
- [0026] 삭제
- [0027] 또한 본 발명에서 상기 도전성 필러의 평균직경은 0.1 ~ 30 μ m인 것이 바람직하다.
- [0028] 또한 본 발명의 다른 해결수단은 50.0 ~ 90.0 중량%의 도전성 필러와, 5.0 ~ 20.0 중량%의 무기바인더, 0.5 ~ 20.0 중량%의 유기바인더, 4.4 ~ 20.0 중량%의 유기용매를 포함하고, 상기 도전성 필러는 10.0 ~ 70.0 중량%의 금속분말과, 상기 금속분말의 외면에 30.0 ~ 90.0 중량%로 피복되는 코팅분말로 이루어지는 62.5 ~ 87.5 중량%의 코팅 금속분말; 상기 코팅 금속분말에 혼합되는 12.5 ~ 37.5 중량%의 은(Ag) 분말을 포함하고, 상기 금속분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것이다.
- [0029] 또한 본 발명에서 상기 코팅분말은 은(Ag) 분말, 니켈(Ni) 분말, 주석(Sn) 분말, 구리(Cu) 분말, 철(Fe) 분말, 팔라듐(Pd) 분말, 알루미늄(Al) 분말, 금(Au) 분말, 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0030] 또한 본 발명에서 상기 무기바인더는 전이점이 300 ~ 600℃, 연화점이 330 ~ 650℃이며, 비스무스(Bi), 규소(Si), 알루미늄(Al), 나트륨(Na), 아연(Zn), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 납(Pb), 탈륨(Tl), 구리(Cu), 크롬(Cr), 코발트(Co), 붕소(B), 세륨(Ce), 칼슘(Ca) 산화물들 중 적어도 2종 이상이 혼합되는 유리 원료(Glass frit)인 것이 바람직하다.
- [0031] 또한 본 발명에서 상기 용매는 방향족 탄화수소류, 에테르류, 케톤류, 락톤류, 에테르 알콜류, 에스테르류 및 디에스테르류들 중 선택된 1종 이상인 것이 바람직하다.
- [0032] 또한 본 발명에서 상기 도전성 필러의 평균직경은 0.1 ~ 30 μ m인 것이 바람직하다.
- [0033] 삭제

발명의 효과

- [0034] 상기 과제와 해결수단을 갖는 본 발명에 따르면 필러(Filler)를 니켈, 주석, 구리, 철, 팔라듐, 알루미늄, 금, 백금 및 아연 분말들 중 하나인 금속분말과, 은 분말, 니켈 분말, 주석 분말, 구리 분말, 철 분말, 팔라듐 분말, 알루미늄 분말, 금 분말 및 백금 분말들 중 하나로 형성되어 금속분말에 피복되는 코팅분말로 구성함으로써 종래의 우수한 전도율을 갖는 귀금속 분말로 형성된 필러가 적용되는 종래의 전극 페이스트 조성물에 비해 제조비용이 현저하게 절감된다.
- [0035] 또한 본 발명에 의하면 소성 시 코팅분말이 금속분말의 산화를 억제시킴으로써 저항값이 증가하지 않게 되고,

이에 따라 전극효율이 떨어지지 않게 된다.

[0036] 또한 본 발명에 의하면 저온에서 소성이 가능하며, 300 ~ 600℃의 전이점을 갖으며, 330 ~ 650℃의 연화점을 갖는 무기바인더를 적용함으로써 인쇄 시 조성물의 도막밀도가 증가되어 광변환효율이 증가되고, 리본제와의 부착강도가 증가된다.

[0037] 또한 본 발명에 의하면 코팅분말이 피복된 금속분말 70 ~ 90 중량%에 은(Ag) 분말 10 ~ 30 중량%를 혼합시켜 필러를 구성함으로써 도막밀도 및 광변환효율이 더욱 증가하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 태양전지를 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 필러의 제조방법을 나타내는 플로차트이다.

도 3은 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 유리프릿이 제조되는 과정을 나타내는 플로차트이다.

도 4는 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 도전성 필러의 제조방법을 나타내는 플로차트이다.

도 5의 (a)는 종래의 전극 페이스트 조성물의 글라스 번짐을 나타내는 실사진이고, (b)는 본 발명의 글라스 번짐을 나타내는 실사진이다.

도 6의 (a)는 종래의 전극 페이스트 조성물의 글라스 용출을 나타내는 실사진이고, (b)는 본 발명의 글라스 용출을 나타내는 실사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예를 설명한다.

[0040] 본 발명의 일실시예인 태양전지용 전극 페이스트 조성물은 금속분말과 상기 금속분말의 외면에 기 설정된 두께로 피복되는 코팅분말로 이루어지는 도전성 필러(Conductive filler)와, 실리콘 웨이퍼 기재와의 접촉강도를 증가시키기 위한 무기바인더(Inorganic Binder)와, 조성물의 점성을 증가시키는 유기바인더(Organic Binder)와, 유기바인더를 용해시키는 유기용매로 구성된다. 이때 전극 페이스트 조성물은 필러(Filler) 50.0 ~ 90.0 중량%, 무기바인더 5.0 ~ 20.0 중량%, 유기용매 4.4 ~ 20.0 중량% 및 유기바인더 0.5 ~ 10.0 중량%로 구성된다.

[0041] 또한 전극 페이스트 조성물은 조성물의 소결을 억제시키기 위해 0.01 ~ 0.10 중량%의 첨가제를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0042] 필러(Filler)는 전도성 재질의 금속분말과, 금속분말 각각의 외면에 기 설정된 두께로 피복되는 코팅분말로 이루어진다. 이때 코팅분말은 공지된 무전해 도금(Electroless plating) 공정을 통해 금속분말의 외면에 피복되고, 이와 같이 금속분말 외면에 코팅분말을 피복시키는 방법은 후술되는 도 2에서 상세하게 설명하기로 한다.

[0043] 또한 금속분말 및 코팅분말들 각각은 은(Ag), 니켈(Ni), 주석(Sn), 구리(Cu), 철(Fe), 팔라듐(Pd), 알루미늄(Al), 금(Au), 아연(Zn) 및 백금(Pt) 분말들 중 하나로 형성된다. 이때 코팅분말은 금속분말에 비해 원가가 저렴한 분말로 형성되도록 함으로써 종래에 은(Ag) 분말로 형성되는 필러에 비교하여 전극효율은 유사하나 비용이 적은 필러를 제조할 수 있게 된다.

[0044] 또한 필러는 금속분말이 10.0 ~ 70.0 중량%로, 코팅분말이 30.0 ~ 90.0 중량%로 구성된다.

[0045] 또한 필러는 무정형, 구형, 판상형, 각형 등과 같이 다양한 형상의 입자로 형성될 수 있다.

[0046] 또한 필러는 평균직경이 0.1 μ m ~ 30 μ m의 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 만약 필러의 평균직경이 0.1 μ m 미만이면 전극 페이스트의 분산성이 절감되고, 만약 필러의 평균직경이 30 μ m 이상이면 소결도막의 밀도가 낮아져 전극의 저항값이 증폭하게 된다.

[0047] 또한 코팅분말은 피복함량이 30.0 ~ 90.0 중량%로 구성되는 것이 바람직하다. 만약 코팅분말의 피복함량이 30.0 중량% 미만이면 금속분말의 함량이 증가하여 제조비용이 증가하게 되며, 코팅분말 피복함량이 90.0 중량% 이상이면 코팅분말의 함량이 별도로 석출되어 페이스트 제조 시 점도증가로 인해 인쇄특성이 저하된다.

- [0048] 이와 같이 코팅분말이 피복된 금속분말로 형성되는 필러는 은(Ag) 분말 및 금(Au) 분말 등과 같은 귀금속 분말로 형성되는 종래의 필러에 비교하여 높은 비중을 가지기 때문에 인쇄 시 도막밀도를 증가시키고, 도막밀도가 증가됨에 따라 태양전지의 중요한 기능인 광변환효율이 증가하게 된다.
- [0049] 도 2는 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 필러의 제조방법을 나타내는 플로차트이다.
- [0050] 질산금속 혼합물이 용해된 질산금속 혼합물 수용액을 제조한다. 이때 질산금속 혼합물은 질산(HNO_3)과, 필러에 적용되는 코팅분말을 형성하는 금속물을 혼합시킨 혼합물로 정의된다. 예를 들어 필러의 코팅분말이 은(Ag)으로 형성되는 경우 질산금속 혼합물은 질산은($AgNO_3$)이 된다(S10).
- [0051] 단계 10(S10)에서 제조된 질산금속 혼합물 수용액에 구연산, 호박산, 개미산, 살리실산들 중 하나 이상을 첨가함으로써 금속물-X계 복합화합물인 중간체를 형성한다(S20).
- [0052] 단계 20(S20)에 의해 제조된 중간체에 수산화나트륨(NaOH)을 투입하여 금속물계 복합화물을 생성한다(S30).
- [0053] 단계 30(S30)에 의해 제조된 금속물계 복합화물에 암모니아수(NH_4OH)를 투입하여 질산금속 암모니아 복합화물을 제조한다(S40).
- [0054] 또한 필러에 적용되는 금속분말을 히드라진, 포프말린, 글루코오스, 주석산, 롯데염의 환원제가 첨가된 환원액에 투입하여 혼합시킴으로써 분산성이 확보된 금속분말이 포함된 용액을 제조한다. 이때 금속분말과 환원액의 혼합은 공지된 기술인 교반, 초음파, 가스 블로잉(Gas blowing) 등을 통해 이루어진다(S50).
- [0055] 단계 50(S50)에서 제조된 금속분말이 포함된 환원액에 단계 40(S40)을 통해 제조된 질산금속 암모니아 복합화물을 투입하며, 투입 후 공지된 무전해 도금(Electroless plating)방법에 따라 수세, 건조 및 권취 공정을 통해 코팅분말이 피복된 금속분말이 제조된다(S60).
- [0056] 이때 단계 60(S60)의 무전해 도금 법은 도금 공정에 있어서 통상적으로 사용되는 기술이기 때문에 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0057] 무기바인더는 필러의 코팅물의 접착강도를 증가시켜 실리콘 웨이퍼 기체에 용이하게 결합되도록 하며, 코팅물의 소결 특성을 향상시킴으로써 후 가공 공정이 용이하게 수행되도록 한다.
- [0058] 또한 무기바인더는 공지된 글라스 프리트(Glass frits)(이하, 유리프릿이라고 하기로 함)인 것이 바람직하다.
- [0059] 또한 유리프릿은 비스무스(Bi), 규소(Si), 알루미늄(Al), 나트륨(Na), 아연(Zn), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 납(Pb), 탈륨(Tl), 구리(Cu), 크롬(Cr), 코발트(Co), 붕소(B), 세륨(Ce) 및 칼슘(Ca) 산화물들 중 어느 하나의 산화물이거나 또는 적어도 2개 이상의 산화물로 혼합되는 혼합물로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0060] 또한 유리프릿은 전극 페이스트의 5.0 ~ 20.0 중량%로 구성되도록 한다. 만약 유리프릿이 5.0 중량% 미만이면 접착강도가 약해져 실리콘 웨이퍼 기체와의 접착강도가 떨어지는 문제점이 발생되며, 만약 유리프릿이 20 중량% 이상이면 상대적으로 필러의 양이 줄어들게 되어 전도율이 전극 페이스트의 전도율이 떨어질 뿐만 아니라 전극의 선저항 및 접촉저항이 높아져 전극효율이 떨어지게 된다.
- [0061] 또한 유리프릿은 물질의 상태가 다른 상태로 변화되는 온도인 전이온도(전이점)가 300 ~ 600℃ 크기를 갖도록 형성되는 것이 바람직하다. 만약 전이온도가 300℃ 미만이면 전극 소성 시 유리프릿이 전극 주변으로 흘러내리게 되어 전극 형성을 방해하고, 전이점이 600℃ 이상이면 유리프릿의 연화(Softening)가 충분하게 발생하지 않는 문제점이 발생된다.
- [0062] 또한 유리프릿은 고형의 물질이 열에 의하여 녹는 온도인 연화온도(연화점)가 330℃ ~ 650℃ 크기를 갖도록 형성되는 것이 바람직하다. 만약 연화점이 330℃ 미만이면 수축률이 증가하기 때문에 전극의 엣지컬(Edge curl)이 커지는 문제점이 발생하고, 연화점이 650℃ 이상이면 은 코팅 금속분말의 소결이 충분히 일어나지 않아 저항값이 상승하는 문제점이 발생된다.
- [0063] 또한 유리프릿은 입자 형상이 특별히 한정되지 않으나 구형으로 형성되는 것이 바람직하고, 5.0 μm 이하인 것이 바람직하다. 만약 유리프릿의 평균입경이 5.0 μm 를 초과하면, 인쇄 도포작업 시 인쇄도막 패턴 및 소성도막 패턴의 직진성이 떨어지게 된다.
- [0064] 도 3은 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 유리프릿이 제조되는 과정을 나타내는 플로차트이다.

- [0065] 도 3에 도시된 바와 같이 산화물분말을 1200 ~ 1500℃의 온도로 한 시간 동안 용융시킨 후 용융된 유리분말을 급랭시켜 유리시편을 제조한다(S110).
- [0066] 단계 110(S110)을 통해 제조된 유리시편을 디스크 밀(Disk Mill) 장비를 이용하여 7000rpm이상에서 30분 동안 건식분쇄(Dry grinding)함으로써 평균입경 200 μ m인 유리분말을 제조한다(S120).
- [0067] 단계 120(S120)에서 제조된 평균입경 200 μ m인 유리분말 100g과, 직경 2mm인 지르코니아볼 600g과, 순수물 100g을 혼합한 후 혼합물을 모노 밀(Mono Mill) 장비를 이용하여 300rpm에서 30분간 습식분쇄(Wet grinding)함으로써 유리분말 슬러리를 제조한다(S130).
- [0068] 단계 130(S130)을 통해 제조된 유리분말 슬러리를 100℃에서 12시간 건조하여 10 μ m 이하의 직경인 을 갖는 유리 분말을 제조한다(S140).
- [0069] 단계 140(S140)에서 제조된 10 μ m 이하의 직경을 갖는 유리분말 100g과, 직경 0.5mm의 지르코니아볼 600g과, 순수물 160g을 혼합하여 모노 밀 장비로 300rpm에서 30분간 습식분쇄 함으로써 유리분말 슬러리를 제조한다 (S150).
- [0070] 단계 150(S150)에서 제조된 유리분말 슬러리를 200℃ 이하에서 12시간 건조하여 평균직경 1 μ m이하이며, 최대직 경 3 μ m이하인 유리분말을 제조한다(S160).
- [0071] 유기바인더는 필러와 유리프릿을 기계적으로 혼합시켜 페이스트 조성물의 점도(Consistency) 및 조성물의 변형 과 흐름에 관한 특성인 유변학적 특성을 결정함으로써 페이스트 조성물이 기계에 용이하게 인쇄되도록 한다.
- [0072] 또한 유기바인더는 열가소성 바인더 또는 열경화성 바인더들 중 하나로 이루어져도 무방하나 열처리 시 코팅분 말에 유기바인더 성분이나 또는 그 분해 생성물의 양을 적게 발생시키는 열가소성 수지인 것이 바람직하다. 이 때 열가소성 바인더는 아크릴(Acryl), 에틸 셀룰로오스(Ethyl cellulose), 폴리에스테르(Polyester), 폴리설폰 (Polysulfone), 페녹시(Phenoxy), 폴리아미드계(Polyamide)들 중 하나이거나 또는 적어도 2개 이상의 혼합물로 구성될 수 있고, 열경화성 바인더는 아미노(Amino), 에폭시(Epoxy), 페놀(Phenol)들 중 하나이거나 또는 적어도 2개 이상의 혼합물로 구성될 수 있다.
- [0073] 또한 유기바인더는 전극 페이스트 조성물의 0.4 ~ 10.0 중량%로 구성되는 것이 바람직하다. 이때 만약 유기바인 더가 0.4 중량% 미만이면 페이스트 조성물 제조 후 점도가 낮아질 뿐만 아니라 인쇄 및 건조 후에 접착력이 저 하되는 문제점이 발생되며, 만약 유기바인더가 10.0 중량% 이상이면 소성 시 유기바인더의 양이 과다하여 유기 바인더의 분해가 용이하게 이루어지지 않아 저항값이 높아질 뿐만 아니라 소성 시 유기바인더가 완전히 제거 (Burn out)되지 않아 전극에 잔탄이 남는 문제점이 발생된다.
- [0074] 유기용매는 유기바인더를 용해시켜 전극 페이스트의 점성을 조절시키고, 일반적으로 방향족 탄화수소 (Hydrocarbon)류, 에테르(Ether)류, 케톤(Ketone)류, 락톤(Lactone)류, 에테르 알콜(Ether alcohol)류, 에스트 르(Ester)류 및 디에스테르류(Diester)들 중 하나이거나 또는 적어도 2개 이상의 혼합물로 이루어진다.
- [0075] 또한 유기용매는 전극 페이스트의 4.4 ~ 20.0 중량%로 구성되는 것이 바람직하나 점도의 조절에 따라 다양한 중 량으로 구성될 수 있다.
- [0076] 도 4는 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 적용되는 도전성 필러의 제조방법을 나타내는 플로차트이 다.
- [0077] 본 발명에 적용되는 코팅분말이 피복된 금속분말로 구성되는 50.0 ~ 90.0 중량%의 필러를 제조하고, 이때 금속 분말에 코팅분말을 피복시키는 방법은 도 2에서 기술하였기 때문에 상세한 설명은 생략하기로 한다(S210).
- [0078] 또한 전이점이 300 ~ 600℃을 갖으며, 연화점이 330 ~ 650℃를 갖는 5 ~ 20 중량%의 유리프릿을 제조하고, 이때 유리프릿을 제조하는 방법은 도 3에서 상세하게 설명하기 때문에 상세한 설명은 생략하기로 한다(S220).
- [0079] 유기바인더 0.5 ~ 10.0 중량%와, 유기용매 4.4 ~ 20 중량%를 혼합한 후 교반기(Planetary mixer)를 이용하여 용해시킴으로써 비어클을 제조한다(S230).
- [0080] 단계 210(S210)을 통해 제조된 필러와, 단계 220(S220)을 통해 제조된 유리프릿과, 단계 230(S230)을 통해 제조 된 비어클을 혼합 교반한다. 이때 소결이 억제되도록 첨가제 0.01 ~ 0.10 중량%를 포함하여 교반시키는 것이 바 람직하다(S240).
- [0081] 3롤 밀(3-Roll Mill)을 이용하여 단계 240(S240)을 통해 혼합 교반된 중간체를 기계적으로 혼합한다(S250).

- [0082] 필터링(Filtering)을 통해 불순물 및 입경이 큰 입자를 제거한다(S260).
- [0083] 단계 260(S260)을 통해 불순물이 제거된 페이스트 조성물을 탈포장치로 탈포하여 조성물 내의 기포를 제거함으로써 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물을 제조한다(S270).
- [0084] 본 발명의 제2 실시예인 전극 페이스트 조성물은 일실시예와 마찬가지로 동일한 유리프릿, 유기바인더, 유기용매 및 첨가제들과, 제2 실시예에 적용되는 필터로 구성된다. 이때 필터, 유리프릿, 유기바인더, 유기용매 및 첨가제들의 중량%는 일실시예와 동일한 중량%로 구성된다.
- [0085] 제2 실시예에 적용되는 필터는 일실시예의 코팅분말이 피복된 금속분말 70.0 ~ 90.0 중량%와, 코팅분말이 피복된 금속분말에 혼합되는 순수 은(Ag) 분말 10.0 ~ 30.0 중량%로 이루어진다.
- [0086] 이와 같이 코팅분말이 피복된 금속분말과 순수 은(Ag) 분말을 혼합시키면 전도율이 높아질 뿐만 아니라 도막밀도가 증가하여 시리즈 저항(Rs)이 낮아지고, 이에 따라 태양전지의 특성에 있어서 중요한 광변환효율이 현저하게 증가된다.
- [0087] 이하, 본 발명의 일실시예인 전극 페이스트 조성물에 관해 실시예를 들어 더욱 상세하게 설명한다. 또한 다음의 실시예들은 설명의 목적을 위한 것으로, 본 발명의 보호범위를 제한하지 않는다.
- [0088] 다음의 실시예 1은 본 발명의 일실시예 및 제2 실시예에 적용되는 유리프릿의 구성 및 제조방법을 나타낸다.
- [0089] [실시예 1]
- [0090] Bi₂O₃ 계 유리분말을 기본조성으로 한 유리 조성물을 백금도가니에 넣고, 1200-1500℃에서 한 시간 용융 시킨 후 급랭하여 유리시편을 제조 한다. 상기 제조된 유리시편을 Disk mill 장비를 이용하여 7000rpm 이상에서 건식 분쇄하여 최종 평균입경 200 μ m 크기를 갖는 유리분말을 제조한 다음 직경 2mm 지르코니아볼 600g, 순수물 200g 과 유리분말 100g을 혼합한 뒤 Mono Mill 장비로 300rpm에서 30분간 습식 분쇄하여 유리분말 슬러리를 만들고, 100℃에서 12시간 건조하여 10 μ m 이하 크기의 유리분말을 제조한다. 상기 제조된 10 μ m 이하 크기의 유리분말을 다시 직경 0.5mm 지르코니아볼 600g, 순수물 160g과 혼합하여 Mono Mill 장비로 300rpm에서 30분간 습식 분쇄하고, 200℃이하에서 12시간 건조하여 최종 평균입자크기 1 μ m 이하, 최대 입자크기 3 μ m이하의 유리분말을 제조하였다.
- [0091] 상기와 같은 방법으로 제조한 유리분말의 조성, 전이점(Tg) 및 연화점을 표 1에 도시하였다.
- [0092] 표 1은 유리분말의 조성에 의한 전이온도(Tg) 및 연화점을 나타낸 것이다.

표 1

	GF1 (비교예)	GF2	GF3	GF4	GF5	GF6	GF7	GF8	GF9	GF10
B ₂ O ₃	9	10	11	11	10	13	15	15	18	22
ZnO	4	5	17	15	13	14	11	14.5	15.4	20
SiO ₂	2	3	4	4.5	7	13	15	15	21	25
Al ₂ O ₃	2.5	1.5	3.3	3.4	5	4.5	9	4.3	11	13.8
CaO	1	1	1	1	3	3	2	8	0.3	0
Bi ₂ O ₃	0	0	60.5	58	60	50	47	43	29	15
PbO	68	65	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ₂ O	10	12	2	2	0	0	0	0	0	0
CeO ₂	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.3	0.2
Cu ₂ O	3.5	2	1	1	0	0	0	0.1	1	1
Ba ₂ O ₃	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
MgO ₂	0	0.4	0	2	1	1	1	0	2	1
CrO ₂	0	0	0.1	1	0	0.5	0	0	1	1
CoO ₂	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
SUM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tg(℃)	253	302	349	403	451	498	550	601	651	699
연화점(℃)	297	355	405	456	515	578	615	688	790	790

[0093]

- [0094] * 상기 조성물의 함량은 중량% 임
- [0095] 표 1에 도시된 바와 같이 유리프릿 조성물의 적절한 조합으로 전이온도(Tg)를 300 ~ 600℃로 조절할 수 있다.
- [0096] 시료번호 GF1은 비교예로서, 산화납(PbO)의 중량%가 증가함에 따라 글라스의 멜팅 포인트(Melting point)가 낮아지기 때문에 전이온도(Tg)가 300℃ 미만인 것을 알 수 있다.
- [0097] [실시에 2]
- [0098] 70 중량%의 구리(Cu) 분말의 외면에 30 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시켜 얻은 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF1 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%; 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 전극 페이스트 조성물.
- [0099] [실시에 3 ~ 실시에 6]
- [0100] 실시에 3 ~ 실시에 6은 실시에 2의 도전성 필러, 유기용매, 유기바인더 및 첨가제와 동일한 구성으로 이루어지되 실시에 3은 상기 표 1의 시료번호 GF3 6 중량%로, 실시에 4는 상기 표 1의 시료번호 GF5 6중량%로, 실시에 5는 상기 표 1의 시료번호 GF7 6 중량%로, 실시에 6은 상기 표 1의 시료번호 GF9 6 중량%로 구성되는 전극 페이스트 조성물.
- [0101] [실험예 1]
- [0102] 기판 부착력 테스트는 알루미늄 기판에 1mm*1mm size로 인쇄 후, 830℃/3sec 소성하였다. 인쇄된 시편의 양단에 솔더페이스트와 리본체를 250℃/10min 건조하여, 만능재료 시험기(INSTRON 3382)를 사용하여 1mm/sec의 속도로 양단의 뜯김 정도를 측정하였다.
- [0103] 표 2는 무기바인더 전이점(Tg) 및 연화점(Sp)에 따른 부착력 특성유리분말의 조성 및 전이온도에 따른 기판 부착력을 나타내는 것이다.

표 2

구 성		비교예	비교예	비교예	실시에	실시에	실시에	실시에	실시에
		1	2	3	2	3	4	5	6
배	은 분말	80%	80%						
	일실시에 (은분말이 피복된 구리분말)			80%	80%	80%	80%	80%	80%
합	무기바인더	GF1	6		6				
		GF3				6			
		GF5		6			6		
		GF7						6	
		GF9			6				6
특 성	글라스 용출	발생정도	×	×	○	×	×	×	×
	글라스 변짐	발생정도	○	×	×	○	×	×	×
	부착력	N	24	42	10	45	56	62	58

- [0104]
- [0105] 표 2는 무기바인더 전이점(Tg) 및 연화점(Sp)에 따른 부착력 특성유리분말의 조성 및 전이온도에 따른 기판 부착력을 나타내는 표이다.
- [0106] 도 5는 전이온도가 300℃이하 또는 600℃이상일 때 발생하는 글라스 용출을 나타내는 실사진이고, 도 6은 전이온도가 300℃이하 또는 600℃이상일 때 발생하는 글라스 변짐을 나타내는 실사진이다.
- [0107] 도 5의 (a)에는 표 2의 비교예 1이 적용되었고, (b)에는 표 2의 실시에 3이 적용되었다.
- [0108] 표 2의 비교예 1과 실시에 2를 살펴보면 전이온도(Tg)가 300℃ 미만인 유리프릿(시료번호 GF1)을 사용할 때 글라스(50) 변짐 현상이 발생하는 것을 알 수 있다. 이때 유리프릿의 전이온도(Tg)가 300℃ 미만이면 너무 이른

시간에 유리프릿이 녹기 때문에 도 2에 도시된 바와 같이 글라스(50)가 번지게 된다.

[0109] 또한 실시예 6을 살펴보면 전이온도(Tg)가 650℃ 이상인 유리프릿(시료번호 GF9)을 사용할 때 글라스(50) 용출 현상이 발생한 것을 알 수 있다. 이때 유리프릿의 전이온도(Tg)가 650℃ 이상이면 유리프릿이 적정하게 녹지 않아 도 5에 도시된 바와 같이 글라스(50)가 용출하게 된다.

[0110] 또한 전이온도(Tg)가 451℃인 유리프릿이 적용된 비교예 2와 실시예 4를 비교하면 코팅분말의 구성없이 은(Ag) 분말로 형성된 필러가 적용된 비교예 2의 부착력은 42인데 반해, 본 발명의 일실시예인 구리(Cu) 분말의 외면에 은(Au) 분말을 피복시킨 필러가 적용된 실시예 4의 부착력은 62인 것을 알 수 있다. 즉 단순히 은 분말로만 도전성 필러를 구성하는 것에 비해 구리 분말의 외면에 은 분말을 피복시켜 도전성 필러를 구성할 때 기판과의 부착력이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0111] 또한 전이온도가 349℃인 유리프릿이 적용된 실시예 3과, 전이온도가 550℃인 유리프릿이 적용된 실시예 5를 실시예 4에 비교하면 글라스 용출 및 글라스 번짐 현상은 발생되지 않았으나 실시예 4에 비교하여 부착력이 떨어지는 것을 알 수 있다. 이와 같이 유리프릿의 조성물을 적절하게 조합함으로써 본 발명은 종래의 은 분말로 형성되는 도전성 필러로 구성되는 전극 페이스트 조성물에 비해 오히려 부착력을 향상시킬 수 있다.

[0112] [실시예 7]

[0113] 70 중량%의 구리(Cu) 분말의 외면에 30 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시킨 필러 70 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF4 6중량%와, 유기용매 18.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.

[0114] [실시예 8]

[0115] 70 중량%의 구리(Cu) 분말의 외면에 30 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시킨 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF4 6중량%와, 유기용매 18.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.

[0116] [실시예 9]

[0117] 70 중량%의 구리(Cu) 분말의 외면에 30 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시킨 도전성 필러 70 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF5 6중량%와, 유기용매 18.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.

[0118] [실시예 10]

[0119] 70 중량%의 구리(Cu) 분말의 외면에 30 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시킨 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF5 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.

[0120] [실험예 2]

[0121] 표 3은 본 발명의 적용에 따른 광효율 증대효과를 나타낸 것이다.

표 3

구 성		비교예 3	비교예 4	비교예 5	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10
필 러	은 분말	70%	80%					
	일실시예 (은분말이 피복된 구리분말)			80%	70%	80%	70%	80%
무기 바인더	GF4	6%	6%		6%	6%		
	GF5			6%			6%	6%
특 성	Rs(Ω)	0.0086	0.0075	0.0070	0.0076	0.0068	0.0065	0.0062
	시리즈저항							
	Eff.(%)	15.32	15.52	15.63	15.55	15.70	15.95	16.02
	광변환효율							

[0122]

- [0123] 표 3에 도시된 바와 같이 동일한 구성으로 이루어지되 도전성 필러가 코팅분말 없이 은 분말로만 이루어지는 비교예 3과, 도전성 필러가 코팅분말(은분말)이 피복된 금속분말(구리분말)로 이루어지는 실시예 7을 비교하면, 실시예 7이 비교예 3에 비해 시리즈 저항(R_s) 값이 더 낮고, 이에 따라 시리즈 저항값이 낮아짐에 따라 광변환 효율이 증가하는 것을 알 수 있다. 이때 비교예 4와 실시예 8 및 비교예 5와 실시예 10을 비교하여도 동일한 결과를 얻을 수 있다.
- [0124] 또한 실시예 7과 실시예 8을 비교하면 구리(Cu) 분말의 외면에 피복되는 은(Ag) 분말의 피복함량이 70%에 비해 80%로 피복되는 것이 광변환효율이 더 우수한 것을 알 수 있다. 이때 실시예 9와 실시예 10을 비교하여도 동일한 결과를 얻을 수 있다.
- [0125] 또한 동일한 구성으로 이루어지되 유리프릿이 상기 표1의 시료번호 GF4로 구성되는 실시예 7과 유리프릿이 상기 표1의 시료번호 GF5로 구성되는 실시예 9를 비교하면 전이온도가 451°C인 유리프릿을 사용할 때(실시예 9를 사용할 때) 광변환효율이 증가하는 것을 알 수 있다. 왜냐하면 실시예 7은 실시예 9에 비해 유리프릿이 빨리 녹아 글라스가 침투하여 병렬저항이 낮아지기 때문이다. 이때 실시예 8과 실시예 10을 비교하여도 동일한 결과를 얻을 수 있다.
- [0126] [실시예 11]
- [0127] 75 중량%의 은(Ag) 분말의 외면에 25 중량%의 은(Ag) 분말을 피복시킨 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF5 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.
- [0128] [실시예 12 내지 19]
- [0129] 실시예 12 내지 19는 실시예 11과 동일한 구성으로 이루어지되 코팅분말(은 분말)이 피복되는 금속분말이 실시예 12는 니켈, 실시예 13은 구리, 실시예 14는 주석, 실시예 15는 철, 실시예 16은 팔라듐, 실시예 17은 알루미늄, 실시예 18은 금, 실시예 19는 백금으로 이루어지는 전극 페이스트 조성물.
- [0130] [실험예 3]
- [0131] 도막밀도 테스트는 PET 필름 위에 100um 두께로 인쇄 후 110°C/30min 건조된 시편의 도막밀도를 측정하였다.
- [0132] 표 4는 필러의 코팅분말의 종류에 따른 광변환효율 증대효과를 나타내는 것이다.

표 4

구 성		비교예 6	실시예 11	실시예 12	실시예 13	실시예 14	실시예 15	실시예 16	실시예 17	실시예 18	실시예 19
필 러	금속분말	은 (80%)	은 (20%)	니켈 (20%)	구리 (20%)	주석 (20%)	철 (20%)	팔라듐 (20%)	알루 미늄 (20%)	금 (20%)	백금 (20%)
	코팅분말	×	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)	은 (60%)
무 기 바 인 더	GF5	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
특 성	도막밀도 (g/cm ³)	4.21	4.24	4.30	4.32	4.30	4.24	4.24	4.31	4.35	4.30
	Eff.(%)	15.23	15.40	15.58	15.64	15.23	15.29	15.27	15.60	15.72	15.24

- [0133]
- [0134] 상기 표 4에서와 같이 코팅분말 없이 은(Ag) 분말로만 형성되는 비교예 6을 살펴보면 도막밀도가 4.21g/cm³이고, 광변환효율이 15.23%인 것을 알 수 있다.

- [0135] 또한 실시예 11 내지 19의 전극 페이스트 조성물들을 살펴보면 은(Ag) 분말에 비해 도전율이 떨어지는 금속분말의 외면에 은 분말을 피복시키더라도 조성물의 조합을 통해 도막밀도를 높임으로써 오히려 비교예 6에 비해 광변환효율이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0136] [실시예 20]
- [0137] 은(Ag) 분말 12.5 중량%와, 30 중량%의 은(Ag) 분말이 피복되는 70 중량%의 구리(Cu) 분말로 형성되는 금속 코팅분말 87.5 중량%들이 혼합되는 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF6 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.
- [0138] [실시예 21]
- [0139] 은(Ag) 분말 25 중량%와, 30 중량%의 은(Ag) 분말이 피복되는 70 중량%의 구리(Cu) 분말로 형성되는 금속 코팅분말 75 중량%들이 혼합되는 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서 상기 표 1의 시료번호 GF6 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.
- [0140] [실시예 22]
- [0141] 은(Ag) 분말 37.5 중량%와, 30 중량%의 은(Ag) 분말이 피복되는 70 중량%의 구리(Cu) 분말로 형성되는 금속코팅분말 62.5 중량%들이 혼합되는 도전성 필러 80 중량%와, 유리분말로서, 상기 표 1의 시료번호 GF6 6중량%와, 유기용매 8.9 중량%와, 유기바인더 5 중량%와, 첨가제 0.1 중량%를 포함하는 전극 페이스트 조성물.
- [0142] [실험예 4]
- [0143] 도막밀도 테스트는 PET 필름 위에 100um 두께로 인쇄 후 110°C/30min 건조된 시편을 Mirage사의 SD-200L을 이용하여 측정하였다.
- [0144] 표 5는 분말 혼합 적용에 따른 광변환효율 증대효과를 나타내는 것이다.

표 5

구 성		비교예 6	비교예 7	실시예 20	실시예 21	실시예 22
필 러	은분말 (0.3um)	80 (100)	0 (0)	10 (12.5)	20 (25)	30 (37.5)
	구리분말 + 은 분말 코팅 (0.2um)	0 (0)	80 (100)	70 (87.5)	60 (75)	50 (62.5)
무기바인더	GF5	6	6	6	6	6
특 성	도막밀도(g/cm ³)	4.21	4.32	4.50	4.61	4.70
	Eff.(%) 광변환효율	15.23	15.64	15.84	16.05	16.15

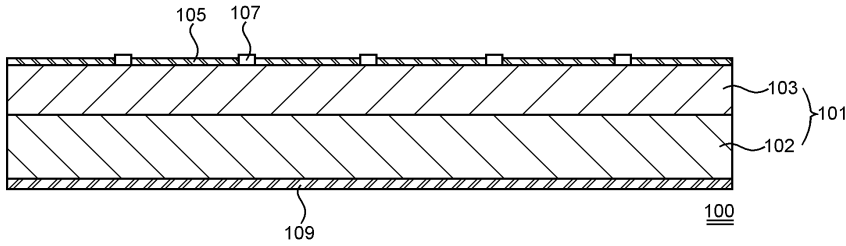
- [0145]
- [0146] 표 5를 살펴보면, 코팅분말 없이 은 분말로만 형성되는 도전성 필러가 적용되는 비교예 6은 도막밀도가 4.21g/cm³이며, 광변환효율은 15.23%인 것을 알 수 있다.
- [0147] 또한 본 발명의 일실시예와 같이 은(Ag) 분말이 피복된 구리(Cu) 분말로 형성되는 필러가 적용되는 비교예 7은 도막밀도가 4.32g/cm³이며, 광변환효율은 15.64%인 것을 알 수 있으며, 단순히 은(Ag) 분말로만 이루어지는 비교예 6에 비해 광변환효율이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0148] 또한 본 발명의 제2 실시예와 같이 은(Ag) 분말이 피복된 구리(Cu)분말로 형성되는 금속 코팅분말에 은(Ag) 분말 10 중량%를 혼합시킨 필러가 적용되는 실시예 20을 비교예 6과 7에 비교하면 도막밀도가 증가하며, 이에 따라 광변환효율이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0149] 실시예 20과 실시예 21, 실시예 22를 비교하면 금속 코팅분말이 62.5 중량%, 은 분말이 37.5 중량%로 혼합될 때

(실시예 22) 도막밀도가 가장 크게 증가하여 광변환효율이 가장 효율적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

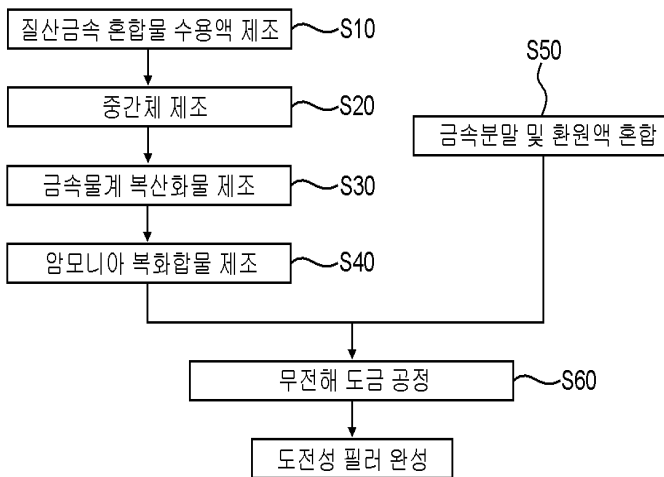
[0150] 즉 상기 표 5의 결과에서 알 수 있듯이, 혼합분말을 통해 도막밀도를 증가시켜 태양전지 특성 중 가장 중요한 광변환효율을 향상시킬 수 있게 된다.

도면

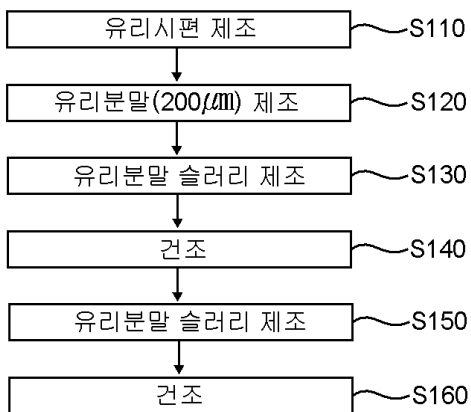
도면1



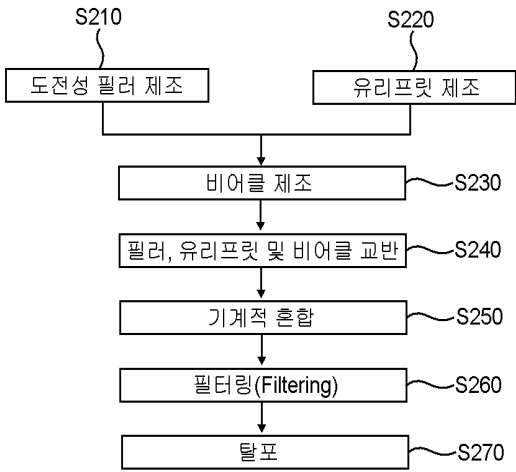
도면2



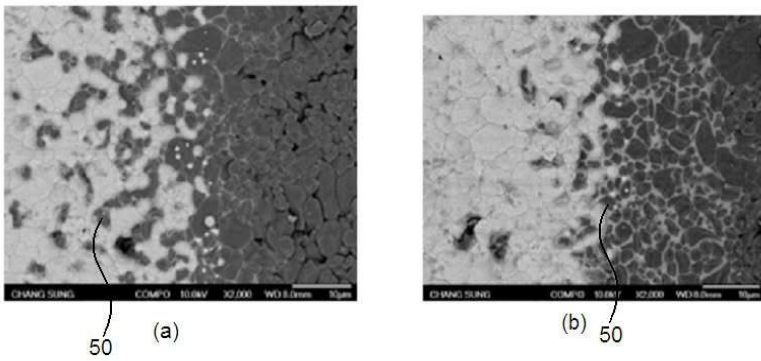
도면3



도면4



도면5



도면6

