(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월28일
(11) 등록번호 10-1820600
(24) 등록일자 2018년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0216 (2014.01) *H01L 31/0224* (2006.01)
H01L 31/036 (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/02167 (2013.01)
H01L 31/022425 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0120455
(22) 출원일자 2016년09월21일
심사청구일자 2016년09월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100055558 A*
KR100993511 B1*
KR1020160053390 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
허주열
서울특별시 강남구 영동대로 210 쌍용대치아파트 5동 1106호
김희수
서울특별시 광진구 광나루로30다길 17
조성빈
경기도 고양시 일산동구 하늘마을로 92 하늘마을 2단지 206동 1402호
(74) 대리인
이동건

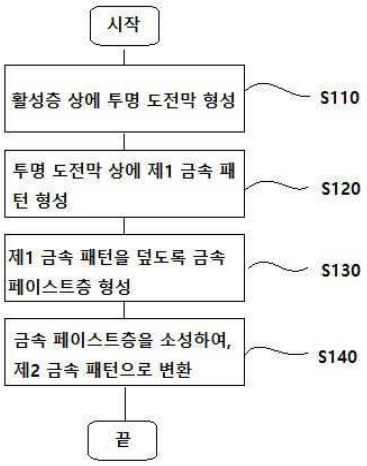
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 이규재

(54) 발명의 명칭 **전극 구조물의 형성 방법 및 이를 이용한 태양 전지의 제조 방법**

(57) 요 약

전극 구조물의 형성 방법에 있어서, 제1형 도펀트로 도핑된 비정질 실리콘으로 이루어진 반도체층 상에 형성된 투명 도전막 상부에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성한다. 이후, 상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 금속 페이스트층을 형성한 후, 상기 금속 페이스트층을 230 ℃ 이하의 낮은 온도에서 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변환시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성한다. 이로써 상기 투명 도전막 및 상기 금속 전극 사이의 접촉 저항이 감소될 수 있으며 동시에 금속 전극 패턴의 종횡비를 증가시켜 금속 전극 패턴의 선저항을 감소시킬 수 있다. 상기 제1 및 제2 금속 패턴으로 구성된 금속 전극 구조물은 비정질 실리콘 층을 포함하는 실리콘 태양전지의 수광면에 낮은 접촉저항과 선저항을 갖는 금속 전극 패턴 제조에 적용될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 31/036 (2013.01)
H01L 31/1864 (2013.01)
Y02E 10/50 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 G031712012
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지기술개발사업
연구과제명 면적 100cm2급 초고효율(>26%) 실리콘 웨이퍼 기반 태양전지 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교산학협력단
연구기간 2016.02.01 ~ 2017.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1형 도펀트로 도핑된 비정질 실리콘으로 이루어진 반도체층 상에 투명 도전막을 형성하는 단계;

상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 금속 페이스트층을 형성하는 단계; 및

상기 금속 페이스트층을 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변환시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 도전성 페이스트는, 금속 분말, 도전성 폴리머 및 유기 용매를 포함하고,

상기 금속 페이스트층을 소성하는 공정은 230℃ 이하의 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 잉크젯 인쇄 공정은, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 도포하여 나노 잉크층을 형성하는 단계; 및

상기 나노 잉크층으로부터 유기 용제를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 금속 페이스트층은 상기 제1 금속 패턴의 측면 및 상면을 전체적으로 덮도록 형성되는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

결정질 실리콘 기판에 비정질 실리콘 반도체층을 증착하여 p-n 접합을 형성하는 단계;

상기 비정질 실리콘 반도체층 상에 투명 도전막을 형성하는 단계;

상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 금속 페이스트층을 형성하는 단계; 및

상기 금속 페이스트층을 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변환시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 도전성 페이스트는, 금속 분말, 도전성 폴리머 및 유기 용매를 포함하고,

상기 금속 페이스트층을 소성하는 공정은 230℃ 이하의 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 잉크젯 인쇄 공정은, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 도포하여 나노 잉크층을

형성하는 단계; 및

상기 나노 잉크층으로부터 유기 용제를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전극 구조물의 형성 방법 및 이를 이용한 태양 전지의 제조 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 반도체층 상에 전극을 형성하는 전극 구조물의 형성 방법 및 상기 전극 구조물의 형성 방법을 이용하는 태양 전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 석유 및 석탄과 같은 기존의 화석에너지 자원이 고갈되고, 후쿠시마 원전사고의 예처럼 안전한 에너지원으로 대체할 수 있고, 지구 온난화 문제가 대두되면서 환경오염을 줄일 수 있는 에너지원 개발에 많은 연구가 되고 있으며 이 중 태양광을 이용한 태양 에너지는 무한히 이용할 수 있어 특히 많은 연구가 진행되고 있다.

[0003] 태양광을 이용한 태양전지는 광기전력 효과(photovoltaic effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로 실리콘 태양전지가 대표적이다.

[0004] 상기 일반적인 실리콘 태양전지는 p형과 n형의 반도체로 구성되고, 전후면 전극을 갖추어 광조사에 의해 생성된 전자와 정공은 분리되어 전극에 수집되어 기전력이 발생된다.

[0005] 최근에는, 실리콘 태양전지의 기판으로 기존의 p형 대신 n형 실리콘 기판을 이용하는 연구가 진행되고 있다. 이때, 상기 n형 실리콘 기판은 빛에 의한 열화 현상이 상대적으로 적은 점 및 불순물에 대한 민감도가 낮은 점과 같은 장점을 가짐에 따라 개선된 효율을 갖는 실리콘 태양 전지가 구현될 수 있다.

[0006] 상기 n형 실리콘 태양전지는 n형 실리콘 기판의 표면을 3족 원소인 B, Al, Ga 등의 불순물로 도핑하여 p형 반도체층을 형성함으로써 p-n 접합을 이룬다. 이때, p-n 접합을 이루는 p형 반도체층은 비정질 실리콘 물질을 포함할 수 있다. 이로써, 결정질 실리콘 물질에 비하여, 밴드갭이 크기 때문에 패시베이션 특성이 우수하고 상대적으로 높은 개방 전압(V_{OC})을 확보할 수 있다.

[0007] 하지만, 상기 비정질 실리콘 물질로 이루어진 비정질 실리콘 반도체층을 포함하는 태양 전지의 경우, 상기 비정질 실리콘 반도체층이 상대적으로 낮은 전기전도도를 가짐에 따라 상기 비정질 실리콘 반도체층 상면에 추가적으로 투명 전도성 산화물(Transparent Conductive Oxide, TCO)로 이루어진 투명 도전막이 요구된다. 또한, 후속하는 소성 공정에서 상기 비정질 실리콘 반도체가 결정화에 따른 열손상이 발생할 수 있으므로, 상기 비정질 실리콘 반도체층 상부, 즉 투명 도전막 상에 금속 페이스트를 이용하여 전극을 형성할 때, 저온 소성 공정이 요구된다.

[0008] 따라서, 상기 저온 소성 공정 중, 상기 투명 도전막 및 금속 전극 사이에 낮은 접촉 저항 및 선저항이 요구된다. 특히, 상기 금속 전극 및 투명 도전막 사이의 계면에 기공이 발생하거나 상기 페이스트에 포함된 전도성 폴리머가 잔류함에 따라 접촉 저항이 증가하는 문제가 있을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 종래기술 상의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 목적은 투명 전도성 산화물로 이루어진 투명 도전막 상에 상대적으로 낮은 접촉 저항을 갖고 우수한 접착력을 확보할 수 있으며 또한 높은 종횡비를 갖는 전극 구조물의 형성 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 상기의 전극 구조물을 이용하여 낮은 접촉 저항과 낮은 선저항을 갖는 전면 전극을 구현할 수 있는 실리콘 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예들에 따른 전극 구조물의 형성 방법에 있어서, 제1형 도펀트로 도핑된 비정질 실리콘 반도체층 상에 투명 도전막을 형성하고, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성한다. 이후, 상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 스크린 인쇄 공정을 통해 금속 페이스트층을 형성한 후, 상기 금속 페이스트층을 저온에서 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변환시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 잉크젯 인쇄 공정은, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 도포하여 나노 잉크층을 형성하고, 건조 공정을 통해 상기 나노 잉크층으로부터 유기 용제를 제거함으로써 수행될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 페이스트는, 금속 분말, 도전성 폴리머 및 유기 용매를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 페이스트층을 소성하는 공정은 230℃ 이하의 온도에서 수행될 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 페이스트층은 상기 제1 금속 패턴의 측면 및 상면을 전체적으로 덮도록 형성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예들에 따른 태양 전지의 제조 방법에 있어서, n형 결정질 실리콘 기판을 준비하고, 상기 실리콘 기판에 비정질 진성 실리콘층과 제1형 도펀트가 도핑된 비정질 p형 실리콘층을 차례로 형성한다. 상기 제1형 도펀트로 도핑된 비정질 실리콘 반도체층 상에 투명 도전막을 형성한다. 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정 및 건조 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성한다. 이후, 상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 스크린 인쇄 공정을 통해 금속 페이스트층을 형성하고, 상기 금속 페이스트층을 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변환시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 따르면, 전극 구조물이 잉크젯 인쇄 공정으로 형성된 제1 금속 패턴 및 스크린 인쇄 공정과 저온 소성 공정을 통하여 형성된 제2 금속 패턴을 포함함으로써, 상대적으로 낮은 접촉 저항 및 선저항을 확보할 수 있으며, 투명 도전막과 우수한 접착력을 확보할 수 있다. 또한, 잉크젯 인쇄 공정 및 스크린 인쇄 공정을 통하여 용이하게 전극 구조물이 형성될 수 있다. 한편, 상기 금속 페이스트층을 상대적으로 낮은 온도, 즉, 저온 소성 공정을 통하여 제2 금속 패턴을 형성함으로 하지막인, 비정질 실리콘으로 이루어진 반도체층의 결정화를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 도1의 형성 방법에 따라 형성된 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 인듐-주석 산화물 투명 도전막 상에 형성된 금속 전극에서 잉크젯 인쇄 공정을 통한 제1 금속 패턴이 없는 경우(a, b)와 있는 경우(c, d)의 전극 구조물 차이를 보여주는 실시예의 전자 현미경 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0020] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0021] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0023] **전극 구조물의 형성 방법**

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 2는 도 1의 형성 방법에 따라 형성된 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

[0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법에 있어서, 제1형 도펀트로 도핑된 비정질 실리콘으로 이루어진 반도체층(105) 상에 투명 도전막(110)을 형성한다(S110). 상기 제1형 도펀트는 n형 또는 p형 불순물일 수 있다. 따라서, 상기 반도체층(105)은 n형 반도체층 또는 p형 반도체층에 해당할 수 있다.

[0026] 상기 반도체층(105)은 증착 공정을 통해 비정질 실리콘 박막의 형태로 형성된다. 상기 반도체층(105)에 대하여, 후속하는 열처리 공정, 예를 들면 소성 공정에서 비정질 구조가 결정질 구조로 바뀌는 결정화의 억제가 요구된다. 즉, 상기 열처리 공정에서, 상기 반도체층(105)의 결정화에 따른 특성 저하가 억제되는 것이 요구된다.

[0027] 상기 투명 도전막(110)은 인듐-주석 산화물, 알루미늄 도핑 아연 산화물, 보론 도핑 아연 산화물 등으로 형성될 수 있다. 상기 투명 도전막(110)이 상기 반도체층(105) 상에 형성됨으로써, 전기 전도도가 개선될 수 있다.

[0028] 이어서, 상기 투명 도전막(110) 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴(121)을 형성한다(S120). 즉, 상기 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 상기 제1 금속 패턴(121)이 용이하게 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 금속 패턴(121) 및 상기 투명 도전막(110) 사이의 접촉 저항이 상대적으로 감소될 수 있다.

[0029] 상기 제1 금속 패턴(121)을 형성하기 위한 잉크젯 공정에 있어서, 금속 나노 분말 및 유기 용제를 포함하는 나노 잉크가 이용된다. 상기 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정에 따르면, 상기 투명 도전막(110) 상에 금속 나노 잉크를 도포하여 나노 잉크층(미도시)을 형성한다. 이후, 상기 나노 잉크층에 대한 건조 공정을 통하여 유기 용제를 제거함으로써, 제1 금속 패턴(121)이 상기 투명 도전막(110) 상에 형성된다.

[0030] 이어서, 상기 제1 금속 패턴(121)을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용한 금속 페이스트층을 형성한다(S130). 상기 도전성 페이스트는, 금속 분말, 도전성 폴리머 및 유기 용매를 포함한다. 상기 금속 분말은 예를 들면, 은, 알루미늄, 니켈, 구리, 주석 등으로 이루어질 수 있다. 이로써, 상기 도전성 페이스트를 이용하여 형성되는 전극 구조물이 우수한 전기 전도성을 확보할 수 있다.

[0031] 상기 도전성 폴리머는 후속하는 소성 공정에 따라 형성되는 제2 금속 패턴의 형상을 유지할 수 있다. 또한 상기 도전성 폴리머는 상기 소성 공정 후 제2 금속 패턴 및 상기 투명 도전막 사이에 접착력을 증대시킬 수 있다.

[0032] 상기 금속 페이스트층은 상기 제1 금속 패턴(121)의 측면 및 상면을 전체적으로 덮도록 형성될 수 있다. 즉, 상기 금속 페이스트층이 상기 제1 금속 패턴(121)을 전체적으로 덮도록 구비됨으로써, 상기 금속 페이스트층으로부터 변화된 제2 금속 패턴(123)이 상기 제1 금속 패턴(121)과 보다 강하게 접착됨으로써, 상기 제1 및 제2 금속 패턴들(121, 123) 사이의 접촉 저항이 감소될 수 있다.

[0033] 나아가, 상기 금속 페이스트층은 스크린 인쇄 공정을 통하여 형성된다. 따라서, 상기 제2 금속 패턴(123)을 형

성하기 위한 별도의 패터닝 공정이 생략될 수 있다. 나아가, 상기 금속 페이스트층으로부터 변환된 제2 금속 패턴(123)이 상대적으로 낮은 선저항을 가질 수 있다.

[0034] 이후, 상기 금속 페이스트층을 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴(123)으로 변환시켜, 상기 투명 도전막(110) 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들(121, 123)을 갖는 금속 전극(120)을 형성한다(S140). 상기 금속 페이스트층을 소성하는 소성 공정은 230℃ 이하와 같은 저온에서 수행될 수 있다. 이로써, 상기 투명 도전막(110)의 하부에 형성된 반도체층(105)에 포함된 비정질 실리콘 물질이 결정질로 결정화되는 것을 억제할 수 있다. 결과적으로 상기 반도체층(105)의 결정화에 따른 전기적 특성의 악화를 억제할 수 있다.

[0035] 본 발명의 실시예들에 따르면, 전극 구조물(100)이 잉크젯 인쇄 공정으로 형성된 제1 금속 패턴(121) 및 스크린 인쇄 공정과 저온 소성 공정을 통하여 형성된 제2 금속 패턴(123)을 포함함으로써, 상대적으로 낮은 접촉 저항 및 선저항을 확보할 수 있으며, 투명 도전막(110)과 우수한 접착력을 확보할 수 있다. 또한, 잉크젯 인쇄 공정 및 스크린 인쇄 공정을 통하여 용이하게 전극 구조물(100)이 형성될 수 있다. 한편, 상기 금속 페이스트층을 상대적으로 낮은 온도, 즉, 저온 소성 공정을 통하여 제2 금속 패턴(123)을 형성함으로 그 하지막인, 비정질 실리콘으로 이루어진 반도체층(110)의 결정화를 억제할 수 있다.

[0036] 도 3은 전극 구조물을 나타내는 전자 현미경 사진들이다.

[0037] 도 3을 참조하면, (a) 및 (b)의 경우는 인듐-주석 산화물(ITO) 투명 도전막 상에 직접 제2 금속 패턴을 형성한 경우로서, 투명 도전막 및 제2 금속 패턴 사이의 계면에 기공이 다수 분포함을 확인할 수 있다. 이로써, 투명 도전막 및 제2 금속 패턴 사이의 접촉 저항이 증가할 수 있다. 반면에, (c) 및 (d)의 경우는 ITO 투명 도전막 상에 제1 및 제2 금속 패턴들을 구비한 전극을 형성한 경우로서, 투명 도전막 및 전극 사이의 계면에 기공이 확인되지 않으며, 따라서, 투명 도전막 및 전극 사이의 접촉 저항이 감소됨을 예상할 수 있다.

[0038] **실리콘 태양 전지의 제조 방법**

[0039] N형 혹은 p형 결정질 실리콘 기판을 준비한다.

[0040] 이어서, 상기 n형 혹은 p형 결정질 실리콘 기판의 상부에 증착 공정을 통해 비정질 진성 실리콘층과 제1형 도펀트가 도핑된 비정질 실리콘층을 차례로 형성한다. 상기 제1형 도펀트는 상기 결정질 실리콘 기판이 n형인 경우에는 3족 원소일 수 있으며, 상기 결정질 실리콘 기판이 p형인 경우에는 5족 원소일 수 있다. 이로써, 상기 결정질 실리콘 기판 및 비정질 실리콘 반도체층은 p-n 접합을 형성한다.

[0041] 이후, 제1형 도펀트가 도핑된 비정질 반도체층 상에 투명 도전막을 형성한다.

[0042] 상기 투명 도전막은 인듐-주석 산화물, 알루미늄 도핑 아연 산화물, 보론 도핑 아연 산화물 등으로 형성될 수 있다. 상기 투명 도전막이 상기 비정질 실리콘 반도체층 상에 형성됨으로써, 전기 전도도가 개선될 수 있다.

[0043] 이어서, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 제1 금속 패턴을 형성한다. 즉, 상기 잉크젯 인쇄 공정을 통하여 상기 제1 금속 패턴이 용이하게 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 금속 패턴 및 상기 투명 도전막 사이의 접촉 저항이 상대적으로 감소될 수 있다.

[0044] 상기 제1 금속 패턴을 형성하기 위한 잉크젯 인쇄 공정에 있어서, 금속 나노 분말 및 유기 용제를 포함하는 나노 잉크가 이용된다. 상기 나노 잉크를 이용하는 잉크젯 인쇄 공정에 따르면, 상기 투명 도전막 상에 금속 나노 잉크를 도포하여 나노 잉크층을 형성한다. 이후, 상기 나노 잉크층에 대한 건조 공정을 통하여 유기 용제를 제거함으로써, 제1 금속 패턴이 상기 투명 도전막 상에 형성된다.

[0045] 이어서, 상기 제1 금속 패턴을 덮도록, 도전성 페이스트를 이용하여 금속 페이스트층을 형성한다. 상기 도전성 페이스트는, 금속 분말, 도전성 폴리머 및 유기 용매를 포함한다. 상기 금속 분말은 예를 들면, 은, 알루미늄, 니켈, 구리, 주석 등으로 이루어질 수 있다. 이로써, 상기 도전성 페이스트를 이용하여 형성되는 전극 구조물이 우수한 전기 전도성을 확보할 수 있다.

[0046] 상기 도전성 폴리머는 후속하는 소성 공정에 따라 형성되는 제2 금속 패턴의 형상을 유지할 수 있다. 또한 상기 도전성 폴리머는 상기 소성 공정 후 제2 금속 패턴 및 상기 투명 도전막 사이에 접착력을 증대시킬 수 있다.

[0047] 상기 금속 페이스트층은 상기 제1 금속 패턴의 측면 및 상면을 전체적으로 덮도록 형성될 수 있다. 즉, 상기 금속 페이스트층이 상기 제1 금속 패턴을 전체적으로 덮도록 구비됨으로써, 상기 금속 페이스트층으로부터 변화된 제2 금속 패턴 이 상기 제1 금속 패턴과 보다 강하게 접착됨으로써, 상기 제1 및 제2 금속 패턴 들 사이의 접촉 저항이 감소될 수 있다.

[0048] 이후, 상기 금속 페이스트층을 소성하여, 상기 금속 페이스트층을 제2 금속 패턴으로 변화시켜, 상기 투명 도전막 상에 상기 제1 및 제2 금속 패턴들을 갖는 금속 전극을 형성한다. 상기 금속 페이스트층을 소성하는 소성 공정은 230℃ 이하와 같은 낮은 온도에서 수행될 수 있다. 이로써, 상기 투명 도전막의 하부에 형성된 반도체층에 포함된 비정질 실리콘 물질이 결정화되는 것을 억제될 수 있다. 결과적으로 상기 반도체층의 결정화에 따른 전기적 특성의 악화를 억제할 수 있다.

[0049] 한편, 상기 결정질 실리콘 기판의 하면에는 후면 전계(Back surface field)층 및 후면 전극을 순차적으로 형성함으로써 태양 전지를 제조한다.

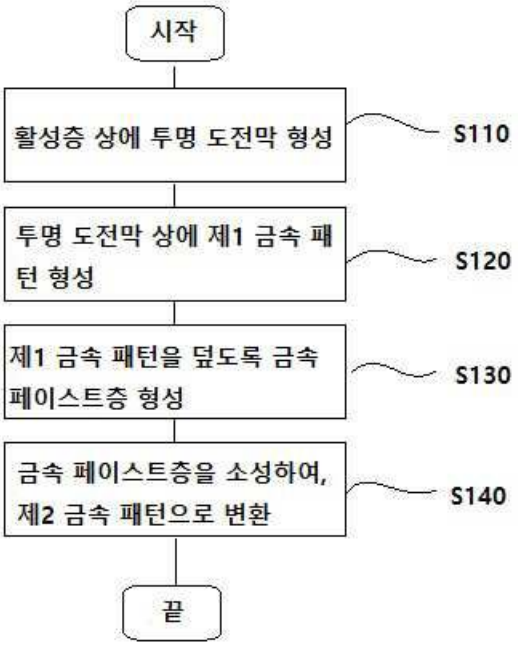
산업상 이용가능성

[0050] 본 발명의 실시예들에 따른 전극 구조물의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법은 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법에 적용될 수 있다.

[0051] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

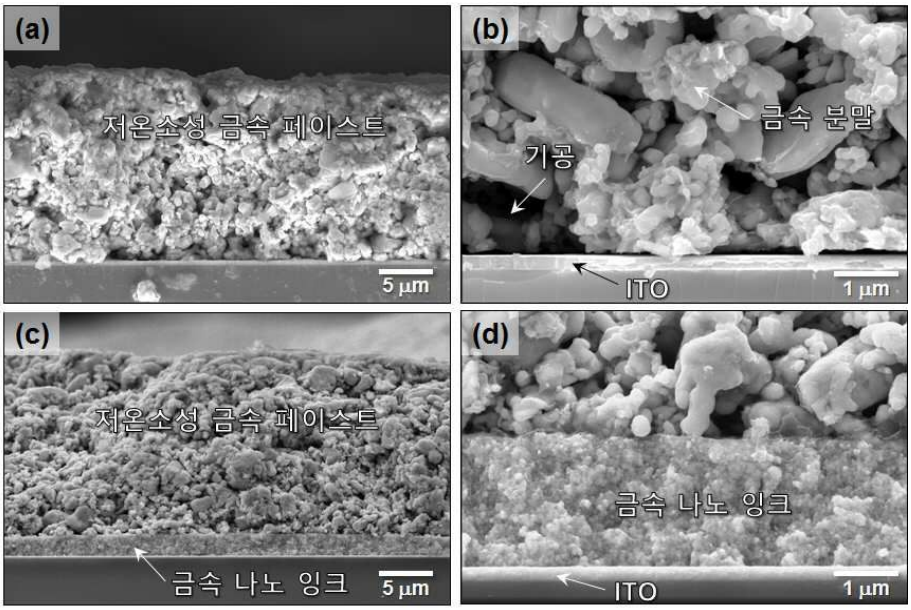
도면1



도면2



도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

상기 잉크젯 공정은

【변경후】

상기 잉크젯 인쇄 공정은