(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0125864
(43) 공개일자 2020년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0392 (2006.01) *H01L 31/0224* (2006.01)
H01L 31/0236 (2006.01) *H01L 31/032* (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/03926 (2013.01)
H01L 31/022466 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0049175
(22) 출원일자 2019년04월26일
심사청구일자 2019년04월26일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장효식
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동,충남대학교)
(74) 대리인
김호종

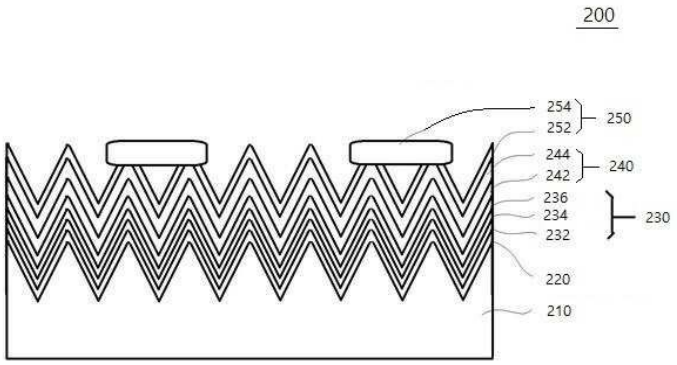
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **그라파이트 기판을 이용한 태양 전지 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 그라파이트 기판을 이용한 태양전지에 있어서, 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판; 상기 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판 상에 배치된 배리어막; 상기 배리어막 상에 배치된 제1전극; 상기 제1전극상에 배치된 P/N반도체층; 및 상기 P/N반도체층 상에 배치된 제2전극을 포함하는 태양전지 및 이의 제조 방법을 개시한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 31/02366 (2013.01)
H01L 31/032 (2013.01)
H01L 31/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10043793
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전략적핵심소재기술개발사업
연구과제명	셀효율15%이상의 실리콘 코팅 Carbon filber 전자소재개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	뉴파워프라즈마
연구기간	2018.09.01 ~ 2019.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

그라파이트 기판을 이용한 태양전지에 있어서,

그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판;

상기 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판 상에 배치된 배리어막;

상기 배리어막 상에 배치된 제1전극;

상기 제1전극상에 배치된 P/N반도체층; 및

상기 P/N반도체층 상에 배치된 제2전극을 포함하는 태양전지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1전극은

상기 배리어막 상에 배치된 제1투명도전막;

상기 제1투명도전막 상에 배치된 금속 메시; 및

상기 금속 메시 상에 배치된 제2투명도전막을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1전극은

상기 배리어막 상에 배치된 금속 메시; 및

상기 금속 메시 상에 배치된 제2투명도전막을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 P/M반도체층은

제1 도전성 타입의 제1반도체층; 및

상기 제1반도체상에 배치되며 상기 제1반도체층과 반대되는 제2도전성 타입의 제2반도체층을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제2 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 제1 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 제2 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인(P), 비소(As), 안티몬

(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 9

그라파이트 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법에 있어서,

그라파이트 기판을 준비하는 과정;

상기 그라파이트 기판 표면에 그루빙 패턴을 형성하는 과정;

상기 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판 상에 배리어막을 형성하는 과정;

상기 배리어막 상에 제1전극을 형성하는 과정;

상기 제1전극 상에 P/N반도체층을 형성하는 과정; 및

상기 P/N반도체층 상에 제2전극을 형성하는 과정을 포함하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 과정은 레이저를 이용하여 상기 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 제1전극을 형성하는 과정은

상기 제1배리어막 상에 제1투명도전막을 형성하는 과정;

상기 제1투명도전막 상에 금속 메시를 형성하는 과정; 및

상기 금속 메시 상에 제2투명도전막을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 제1전극을 형성하는 과정은

상기 제1배리어막 상에 금속 메시를 형성하는 과정; 및

상기 금속 메시 상에 제2투명도전막을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 13

제11항 혹은 제12항에 있어서, 상기 금속 메시는 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 중 하나 또는 적어도 2개의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속성 물질에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 P/N반도체층을 형성하는 과정은

상기 제1전극 상에 제1 도전성 타입의 불순물을 포함하는 제1실리콘층을 형성하고 상기 제1실리콘층을 결정화시켜 제1반도체층을 형성하는 과정; 및

상기 제1반도체층 상에 상기 제1도전성 타입과 반대가 되는 제2 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성하고, 상기 실리콘층을 결정화시켜 제2반도체층을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 15

제9항에 있어서, 상기 P/N반도체층을 형성하는 과정은

상기 제1전극 상에 제1 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성하되 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정 형태로 증착하는 과정; 및

상기 제1반도체층 상에 상기 제1도전성 타입과 반대가 되는 제2 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을

형성하되, 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정 형태로 증착하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 제1 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 제2 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

청구항 18

제9항에 있어서, 상기 제2전극을 형성하는 과정은

상기 P/N반도체층 상에 상기 배리어막 상에 제3투명도전막을 형성하는 과정; 및

상기 제3투명도전막 상에 패턴화된 은 전극을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 태양 전지에 관한 것으로, 보다 자세하게는 그라파이트 기판(GRAPHITE SUBSTRATE)을 이용한 태양 전지 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 실리콘 태양 전지는 p-n 접합면을 갖는다. 상기 p-n 접합면에 빛이 조사되면 전자와 정공이 발생하며, 전자와 정공은 p 영역과 n 영역으로 이동하게 된다. 이때, p 영역과 n 영역 사이에 전위차(기전력)가 발생하고, 태양 전지에 부하를 연결하면 전류가 흐르게 된다.

[0003] 실리콘 태양 전지는 사용 재료의 종류에 따라 결정계, 비정질계, 화합물계 등으로 분류되며, 결정계 실리콘 태양 전지는 단결정형 및 다결정형으로 분류된다. 단결정 실리콘 태양 전지는 기판의 품질이 좋기 때문에 고효율화가 용이하지만 기판의 제조비용이 큰 단점이 있다. 이에 반하여 다결정 실리콘 태양 전지는 단결정 실리콘 태양 전지에 비해 상대적으로 기판의 품질이 좋지 않기 때문에 고효율화가 어려운 단점이 있다.

[0004] 최근에 들어, 플랙서블(flexible)한 특성을 가지는 태양 전지가 요구되고 있으나, 종래 기술의 태양 전지는 실리콘 기판을 이용하여 제조됨으로 플랙서블 한 특성을 가질 수 없는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국특허청 등록특허 제10-1244027호(2013.03.08.)

(특허문헌 0002) 대한민국특허청 등록특허 제1-1294972호(2013.08.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 플렉서블(flexible)한 태양 전지를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 요철 구조를 가짐으로써 광흡수 특성이 우수한 태양 전지를 제공하는 것에 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명은 플렉서블(flexible)한 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 요철 구조를 가짐으로써 광흡수 특성이 우수한 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 목적을 달성하는 본 발명에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양전지는 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판; 상기 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판 상에 배치된 배리어막; 상기 배리어막 상에 배치된 제1전극; 상기 제1전극 상에 배치된 P/N반도체층; 및 상기 P/N반도체층 상에 배치된 제2전극을 포함한다.

[0011] 여기서, 상기 제1전극은 상기 배리어막 상에 배치된 제1투명도전막; 상기 제1투명도전막 상에 배치된 금속 메시; 및 상기 금속 메시 상에 배치된 제2투명도전막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 여기서, 상기 제1전극은 상기 배리어막 상에 배치된 금속 메시; 및 상기 금속 메시 상에 배치된 제2투명도전막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서, 상기 P/M반도체층은 제1 도전성 타입의 제1반도체층; 및 상기 제1반도체상에 배치되며 상기 제1반도체층과 반대되는 제2도전성 타입의 제2반도체층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 여기서, 상기 제1 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함할 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 제2 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함할 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 제1 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함할 수 있다.

[0017] 여기서, 상기 제2 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함할 수 있다.

[0018] 상기의 다른 목적을 달성하는 본 발명에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법은, 그라파이트 기판을 준비하는 과정; 상기 그라파이트 기판 표면에 그루빙 패턴을 형성하는 과정; 상기 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판 상에 배리어막을 형성하는 과정; 상기 배리어막 상에 제1전극을 형성하는 과정; 상기 제1전극 상에 P/N반도체층을 형성하는 과정; 및 상기 P/N반도체층 상에 제2전극을 형성하는 과정을 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 그라파이트 기판상에 그루빙 패턴을 형성하는 과정은 레이저를 이용하여 상기 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 여기서, 상기 제1전극을 형성하는 과정은 상기 제1배리어막 상에 제1투명도전막을 형성하는 과정; 상기 제1투명도전막 상에 금속 메시를 형성하는 과정; 및 상기 금속 메시 상에 제2투명도전막을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 여기서, 상기 제1전극을 형성하는 과정은 상기 제1배리어막 상에 금속 메시를 형성하는 과정; 및 상기 금속 메시 상에 제2투명도전막을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 제1전극 형성 과정에 있어서, 상기 금속 메시는 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 중 하나 또는 적어도 2개의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속성 물질에 의해 형성된 것일 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 P/N반도체층을 형성하는 과정은 상기 제1전극 상에 제1 도전성 타입의 불순물을 포함하는 제1실리콘층을 형성하고 상기 제1실리콘층을 결정화시켜 제1반도체층을 형성하는 과정; 및 상기 제1반도체층 상에 상기 제1도전성 타입과 반대가 되는 제2 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성하고, 상기 실리콘층을 결정화시켜 제2반도체층을 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 여기서, 상기 P/N반도체층을 형성하는 과정은 상기 제1전극 상에 제1 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성하되 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정 형태로 증착하는 과정; 및 상기 제1반도체층 상에 상기 제1도전성 타입과 반대가 되는 제2 도전성 타입의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성하되, 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정 형태로 증착하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 제1반도체층 형성 과정에 있어서, 상기 제1 도전성 타입은 P형 도전성 타입이며, 상기 제1반도체층은 인

(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 제2반도체층을 형성하는 과정에서, 상기 제2 도전성 타입은 N형 도전성 타입이며, 상기 제2반도체층은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 중 적어도 하나의 불순물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 여기서, 상기 제2전극을 형성하는 과정은 상기 P/N반도체층 상에 상기 배리어막 상에 제3투명도전막을 형성하는 과정; 및 상기 제3투명도전막 상에 패턴화된 은 전극을 형성하는 과정을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지는 그라파이트 기판을 적용하여 플렉서블한 특성을 갖는다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지는 그라파이트 기판을 적용하여 플렉서블하면서도 방열 특성이 우수한 효과를 갖는다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지는 그라파이트 기판 상에 형성된 그루빙 패턴에 의해 태양전지 표면에도 요철이 발생하게 되어 표면 텍스처링 효과로 빛의 반사를 줄여 광흡수를 높일 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양전지의 구성을 보이는 단면도이다.

도 3은 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판의 표면 형상을 보인다.

도 4는 도 1에 도시된 제1전극의 상세한 구성을 보인다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법을 보이는 공정도이다.

도 6은 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 방법을 도식적으로 보이는 도면이다.

도 7은 UV레이저를 이용하여 Power factor에 따른 평균반사율과 그루빙 패턴의 깊이를 보이는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 예들에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양 전지 및 이의 제조 방법에 대하여 상세하게 설명한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지를 나타내는 도면이다.

[0034] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 그라파이트 기판을 이용하여 제조된 태양전지가 보인다. 도 1에 있어서, 역U자형 무늬는 제2전극(전면 전극)의 일부인 은 전극을 나타낸다. 역U자 모양의 은 전극을 가지는 셀 각각이 하나의 태양전지 셀이다. 하나의 그라파이트 기판을 4등분하여 등분된 그라파이트 기판 각각에 9개의 태양전지 셀들이 형성되어 있어서, 하나의 그라파이트 기판에 총 36개의 태양전지 셀이 구성되어 있는 것을 알 수 있다.

[0035] 도 2는 본 발명에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양전지의 구성을 보이는 단면도이다.

[0036] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지(200)는 그루빙 패턴이 형성되어 있는 그라파이트 기판(210), 배리어막(220), 제1전극(230), P/N반도체층(240), 제2전극(250)을 포함한다.

[0037] P/N반도체층(230)은 광기전력을 형성하기 위한 것으로서 제1반도체층(P형 반도체층, 242)과 제2반도체층(N형 반도체층, 244)을 포함한다.

[0038] 제1전극(230) 및 제2전극(250)은 P/N반도체층(240)에서 생성된 전류를 외부로 끌어내기 위하여 적용된다.

[0039] 도 2에 있어서, 본 발명에 따른 태양전지(200)가 전체적으로 요철 구조를 가지는 것을 알 수 있다. 이러한 요철 구조에 의해 표면 텍스처링 효과로 빛의 반사를 줄여 광흡수를 높일 수 있는 효과를 갖는다.

[0040] 본 발명에 따른 태양전지는 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판을 이용함으로써 태양전지 전체가 광흡수에 유리한 요철 구조를 가지게 한다.

[0041] 도 3은 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판의 표면 형상을 보인다.

[0042] 그루빙 패턴(grooving patterning)은 일렬(가로 또는 세로방향)로 또는 격자 모양으로 일정한 간격으로 만들어

진 홈으로서, 규칙적인 표면의 거칠기를 유발한다.

[0043] 이러한 그루빙 패턴은 그라파이트 기판(210)의 전면에 고르게 분포할 수 있다.

[0044] 여기서, 그루빙 패턴의 깊이는 500nm 이하인 것이 바람직하다.

[0045] P/N반도체층(240)의 증착 두께가 1 um이하이기 때문에 그루빙 패턴의 깊이나 폭이 커지게 되면, 광흡수층인 P/N반도체층(240)의 균일도 문제가 발생하여 태양전지의 특성 저하를 야기한다. 즉, 표면 거칠기가 태양전지(200)를 구성하는 박막 실리콘층의 두께보다 크면, 실리콘층이 끊어지거나 얇은 부분이 발생되어 광흡수, 결함 문제를 가져온다.

[0046] 레이저를 이용하여 그라파이트 기판(210) 상에 그루빙 패턴을 형성할 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 태양 전지(200)는 그라파이트 기판(210)에 그루빙 패턴을 형성함으로써 표면 텍스처링 효과로 빛의 반사를 줄여 광흡수를 높일 수 있다.

[0048] 그루빙 패턴이 형성된 그라파이트 기판(210) 상에 배리어막(220)이 배치될 수 있다. 배리어막(220)은 반사 방지막으로서 SiN_x:H막, SiON막과 같은 절연막으로 형성될 수 있다. 또한, 배리어막(220)은 산화막인 SiOx막과 질화막인 SiNx 또는 SiON막이 적층되어 형성될 수 있다.

[0049] 상기 SiN_x:H 재질의 배리어막(220)은 SiNx막 형성을 위한 소스 가스를 공급하면서 플라즈마 강화 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)법에 의하여 형성될 수 있다.

[0050] 한편, SiON 재질의 배리어막(220)은 SiNx막 형성을 위한 소스 가스와 N_2O가스를 함께 공급하면서 ICP 방식의 PECVD법에 의하여 형성될 수도 있다.

[0051] 상기 SiOx, SiNx, SiON막은 100 ~ 500nm로 형성될 수 있으며, 적층시에는 1um두께를 넘지 아니한다.

[0052] 도 4는 도 2에 도시된 제1전극의 상세한 구성을 보인다.

[0053] 배리어막(220) 상에 제1전극(230)이 배치될 수 있다. 제1 전극(후면 전극, 230))은 그라파이트 기판(210) 및 제1반도체층(242)과 접속되도록 형성될 수 있다. 제1전극(230)은 제1투명도전막(232)-금속메시(234)-제2투명도전막 (236)혹은 금속 메시(234)-제2투명도전막(236)으로 형성될 수 있다.

[0054] 제1투명도전막(232)과 제2투명도전막(236) 사이에 아주 얇은 금속메시(234)를 삽입하게 되면 저항이 낮아지면서 투과도는 거의 그대로 유지된다.

[0055] 제1전극(230)의 구조는 금속메시(234)-제2투명도전막(236)으로 형성되어도 무방하다.

[0056] 제1투명도전막(232) 및 제2투명도전막(236)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0057] 한편, 금속 메시(234)는 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 중 하나 또는 적어도 2개의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 도전성 물질로 형성된 것일 수 있다.

[0058] P/N반도체층(240)은 제1도전성 타입의 제1반도체층(242)과 제1도전성과 반대되는 제2도전성 타입의 제2반도체층(244)을 포함한다. P/N반도체층(240)은 N형 반도체층과 P형 반도체층의 순서로 형성될 수 있다. 여기서, N층과 P층은 순서가 바뀌어도 좋다.

[0059] 여기서는 설명의 간략화를 위해 N형 반도체층과 P형 반도체층의 순서로 구성된 P/N반도체층(240)에 대하여만 설명하기로 한다.

[0060] 제1전극(230) 상에 제1반도체층(N형 반도체층, 242)이 배치된다. 제1반도체층(242)은 제1도전성 타입의 불순물, 예를 들어, N형의 도전성 타입의 불순물을 포함할 수 있다. 플라즈마 화학증착(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor De position) 방식으로 제2투명도전막(236) 상에 N형 도전성의 불순물을 포함하는 실리콘을 증착한 후, 열처리 또는 레이저를 이용하여 실리콘층을 결정화시켜 제1반도체층을 형성할 수 있다. (결정화를 할 수 도 있고, 아니면 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정(나노크리스탈, 마이크로 크리스탈 형태)로도 증착할 수 있습니다.)이러한, 제1반도체층(242)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나의 불순물을 포함할 수 있다.

[0061] 제1반도체층(242) 상에 제2반도체층(P형 반도체층, 244)이 배치된다. 제2반도체층(244)은 제1반도체층(242)의 도전성 타입과 반대인 제 2 도전성 타입의 불순물, 예를 들어, P형의 도전성 타입의 불순물을 포함할 수 있다. 플라즈마 화학증착(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor De position) 방식으로 제1반도체층 상에 P형 도전성의 불순물을 포함하는 실리콘을 증착한 후, 열처리 또는 레이저를 이용하여 실리콘층을 결정화시켜 제2반도체층(244)을 형성할 수 있다. 이러한, 제2반도체층(244)은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 실리콘층에 도핑하여 형성할 수 있다. 여기서, 결정화를 할 수 도 있고, 아니면 증착시 SiH4/H2가스 비율을 조절하여 미세 결정(나노크리스탈, 마이크로 크리스탈 형태)로도 증착할 수 있다.)

[0062] 이와 같이, N형 도전성 타입의 제1반도체층(242)과 P형 도전성 타입의 제2반도체층(244)이 P-N 접합을 이룰 수 있다. P-N 접합에 따른 내부 전위차(built-in potential difference)로 인해 P/N반도체층(240)에 입사된 빛에 의해서 생성된 전자와 정공 중에서 전자는 N형 도전성 타입의 제1반도체층(242)으로 이동하고, 정공은 P형 도전상 타입의 제2반도체층(244)으로 이동할 수 있다.

[0063] 제2반도체층(244) 상에 제2전극(250)이 배치될 수 있다.

[0064] 제2전극(250)은 제3투명도전막(252)과 패턴화된 은 전극(254)으로 구성될 수 있다.

[0065] 제3투명도전막(252)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0066] 제3투명도전막(252) 상에 패턴화된 은 전극(254)이 배치된다.

[0067] 은 전극(254)은 제3투명도전막(252) 상에 은 페이스트를 스크린 프린팅하고 소성(Firing)함에 형성될 수 있다. 소성에 의해 은이 제3투명도전막(252) 내부로 침투하여 제2반도체층(244)과 연결된다.

[0068] 제3투명도전막(252)에 분포된 전류는 은 전극(254)에 의해 집전된다.

[0069] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 그라파이트 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법을 보이는 공정도이다.

[0070] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지 제조 방법은 그라파이트 기판을 제공하는 과정(S710), 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 과정(S720), 배리어막을 형성하는 과정(S730), 제1전극을 형성하는 과정(S740), P/N반도체층을 형성하는 과정(S750), 제2전극을 형성하는 과정(S760)을 포함한다.

[0071] 도 6은 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 방법을 도식적으로 보이는 도면이다.

[0072] 도 6을 참조하면, 그라파이트 기판 상에 그루빙 패턴을 형성하는 과정(S720)에서는 레이저를 이용하여 그라파이트 기판(210) 상에 그루빙 패턴을 형성하는 것을 알 수 있다.

[0073] 레이저를 이용하여 일렬(가로 또는 세로방향)로 또는 격자 모양으로 일정한 간격으로 grooving patterning을 만든다.

[0074] 그루빙 패턴의 깊이는 500nm 이하인 것이 바람직하다.

[0075] 그루빙 패턴의 깊이나 폭이 커지게 되면, 추후 박막 실리콘 증착 두께가 1 um이하이기 때문에 광흡수층인 박막 실리콘의 균일도 문제가 발생하여 태양전지(200)의 특성 저하를 야기한다. 즉, 표면 거칠기가 태양전지인 박막 실리콘 두께보다 크면, 실리콘층이 끊어지거나 얇은 부분이 발생되어 광흡수, 결함 문제를 가져온다.

[0076] 도 7은 UV레이저를 이용하여 Power factor에 따른 평균반사율과 그루빙 패턴의 깊이를 보이는 그래프이다.

[0077] UV레이저 기준으로 파워는 0.1W에서 3W정도의 파워 범위이고, 레이저간의 간격은 10~100um정도가 사용된다.

[0078] 배리어막 형성 과정(S730)에서는 그루빙 패턴을 가지는 그라파이트 기판(210) 상에 배리어막(220)을 형성한다. 배리어막(220)은 P/N반도체층(240)과 그라파이트 기판(210) 사이에 전기 절연성을 부여한다.

[0079] 또한, 배리어막(220)은 P/N반도체층(240)에 입사되는 빛이 굴절률이 다른 두 매체 사이의 계면에서 반사되지 않고 투과 또는 흡수되도록 하는 막으로써, P/N반도체층(240)에 입사된 빛이 외부로 반사되는 것을 방지할 수 있다.

[0080] 또한, 배리어막(220)은 그라파이트 기판(210)의 탄소 원자가 P/N반도체층(240)으로 혼입되는 것을 방지하는 역할을 수행한다.

[0081] 배리어막(220)은 반사 방지막으로서 SiN_x:H막, SiON막과 같은 절연막으로 형성될 수 있다. 또한, 배리어막(220)은 산화막인 SiOx막과 질화막인 SiNx 또는 SiON막이 적층되어 형성될 수 있다.

[0082] 상기 SiN_x:H 재질의 배리어막(220)은 SiNx막 형성을 위한 소스 가스를 공급하면서 플라즈마 강화 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)법에 의하여 형성될 수 있다. SiON 재질의 배리어막(220)은 SiNx막 형성을 위한 소스 가스와 N_2O가스를 함께 공급하면서 ICP 방식의 PECVD법에 의하여 형성될 수 있다. SiNx막은 100 ~ 180nm로 형성될 수 있으며, SiON막은 80 ~ 130nm로 형성될 수 있다. 한편, 배리어막(220)은 단층 또는 복층으로 형성될 수 있으며, 배리어(220)에 의해서 태양 전지의 발전 효율을 향상시킬 수 있다.

[0083] 제1전극을 형성하는 과정(S740)에서는 배리어막 상에 제1전극(230)을 형성한다.

[0084] 제1전극(230)은 그라파이트 기판(210) 및 제1반도체층(242)과 접속되도록 형성될 수 있다. 제1전극(배면 전극, 230)은 제1투명도전막(232) - 금속메시(234) - 제2투명도전막(236) 혹은 금속 메시(234)-제2투명도전막(236)의 구조를 가질 수 있다.

[0085] 제1투명도전막(232) 및 제2투명도전막(236)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0086] CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정, 도금 공정에 의하여 제1투명도전막(232) 및 제2투명도전막(236)을 형성할 수 있다.

[0087] 한편, 금속 메시(234)는 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 도전성 물질로 형성될 수 있다. CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정, 도금 공정에 의하여 금속 메시(234)를 형성할 수 있다.

[0088] P/N반도체층(240)을 형성하는 과정(S750)은 제1반도체층(P형 반도체층, 242)을 형성하는 과정(S752)과 제2반도체층(N형 반도체, 244)을 형성하는 과정(S754)을 포함한다.

[0089] 제1반도체층을 형성하는 과정(S752)에서는 플라즈마 화학증착(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방식으로 제1전극(230) 상에 N형 도전성의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성할 수 있다. 이때, 실리콘층은 제1도전성 타입의 불순물, 예를 들어, N형의 도전성 타입의 불순물을 포함할 수 있다. 실리콘층은 100nm ~ 100㎛의 두께로 형성될 수 있다. 실리콘층의 두께가 너무 얇아 전극 역할을 충분히 수행하지 못할 수 있다. 또한, 실리콘층이 너무 두꺼우면 공정 시간이 많이 소모될 수 있다.

[0090] 이어서, 실리콘층을 형성한 이후, 열처리 또는 레이저를 이용하여 실리콘층을 결정화시켜 제1반도체층(242)을 형성할 수 있다. 이러한, 제1반도체층(242)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 함유할 수 있다.

[0091] 제2반도체층을 형성하는 과정(S754)에서는 플라즈마 화학증착(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방식으로 제1반도체층(242) 상에 P형 도전성의 불순물을 포함하는 실리콘층을 형성할 수 있다. 이때, 실리콘층은 제1반도체층(242)의 도전성 타입과 반대인 제 2 도전성 타입의 불순물, 예를 들어, P형의 도전성 타입의 불순물을 포함할 수 있다. 실리콘층은 100nm ~ 100㎛의 두께로 형성될 수 있다. 실리콘층의 두께가 너무 얇아 전극 역할을 충분히 수행하지 못할 수 있다. 또한, 실리콘층이 너무 두꺼우면 공정 시간이 많이 소모될 수 있다.

[0092] 이어서, 실리콘층을 형성한 이후, 열처리 또는 레이저를 이용하여 실리콘층을 결정화시켜 제2반도체층(244)을 형성할 수 있다. 이러한, 제2반도체층(244)은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물이 실리콘층에 도핑되어 형성될 수 있다.

[0093] N형 도전성 타입의 제1반도체층(242)과 P형 도전성 타입의 제2반도체층(244)이 P-N 접합을 이룰 수 있다. P-N 접합에 따른 내부 전위차(built-in potential difference)로 인해 제2반도체층에 입사된 빛에 의해서 생성된 전하인 전자-정공 쌍은 전자와 정공으로 분리되어 전자는 N형 쪽으로 이동하고, 정공은 P형 쪽으로 이동할 수 있다. 따라서 분리된 전자는 N형 도전성 타입의 제1반도체층(242)으로 이동하고, 분리된 정공은 P형 도전성 타입의 제2반도체층(244)으로 이동할 수 있다.

[0094] 제2전극을 형성하는 과정(S760)에서는 P/N반도체층(240) 상에 제2전극(250)을 형성한다.

[0095] 제2전극을 형성하는 과정(S760)은 PN반도체층(240)상에 제3투명도전막(252)을 형성하는 과정과 제3투명도전막

(252) 상에 패턴화된 은 전극(254)을 형성하는 과정을 포함한다.

[0096] 제3투명도전막(252)은 일측에서 제2반도체층(244)과 접속되도록 형성될 수 있다. 제3투명도전막(252)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0097] CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정, 도금 공정 등에 의하여 제3투명도전막(252)을 형성할 수 있다.

[0098] 한편, 은 전극을 형성하는 과정은 스크린 프린팅에 의해 은 페이스트를 패턴화된 형상으로 제3투명도전막(252) 상에 도포하고, 소성함에 의해 은 전극(254)을 형성한다.

[0099] 제3투명도전막(252)은 태양전지(200)에서 생성된 전류를 받는 역할이고 이렇게 넘어온 전류를 수집해서 외부로 전기를 연결할 수 있는 전극이 은 전극(254)이다.

[0100] 본 발명의 실시 예에 따른 태양 전지의 제조 방법은 그라파이트 기판을 적용하여 플랙서블 한 특성을 가지는 태양 전지를 제조할 수 있다.

[0101] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 의한 태양 전지 제조방법을 실시하기 위한 하나의 실시 예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

부호의 설명

[0102] 200...태양전지

210...그라파이트 기판 220...배리어막

230...제1전극 232...제1투명전극막

234...금속 메시 236...제2투명전극막

240...P/N반도체층

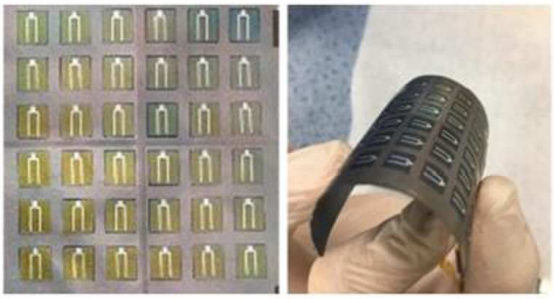
241...제1반도체층 244...제2반도체층

250...제2전극

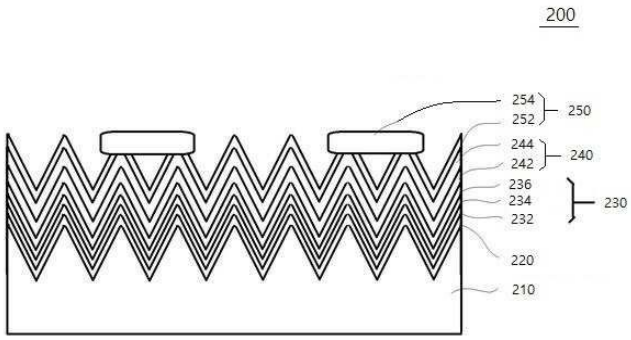
252...제3투명전극막 254...은 전극

도면

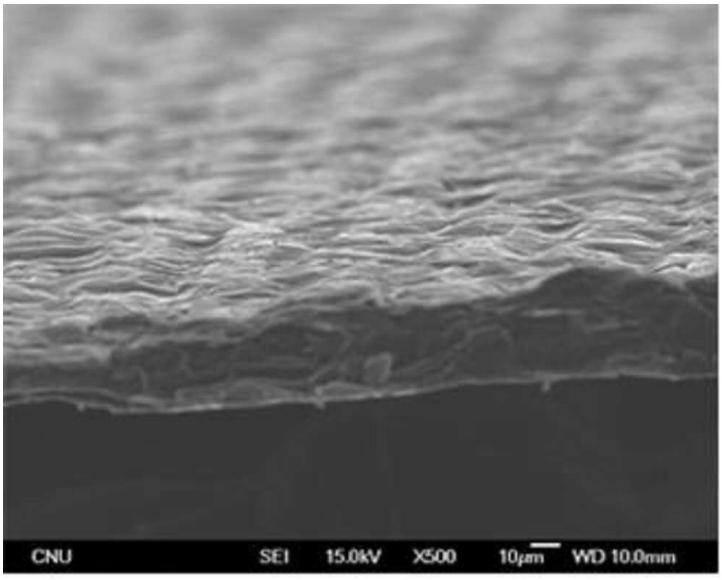
도면1



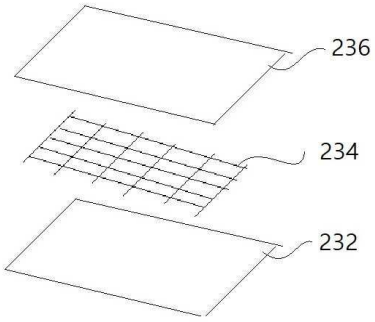
도면2


200
254
252
250
244
242
240
236
234
232
230
220
210

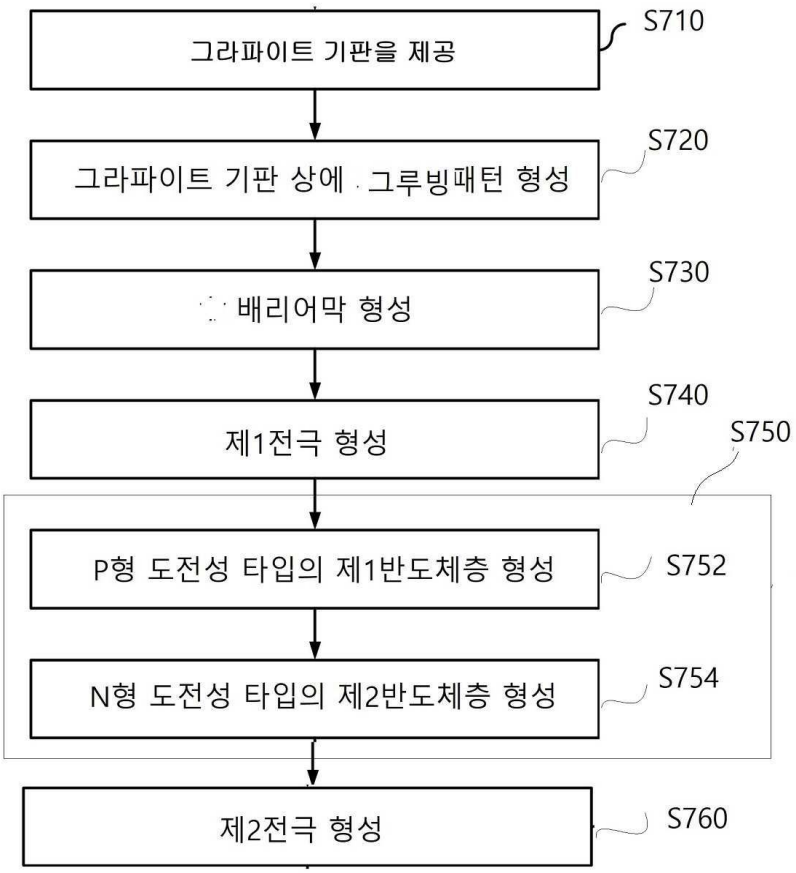
도면3


CNU
SEI
15.0kV
X500
10μm
WD 10.0mm

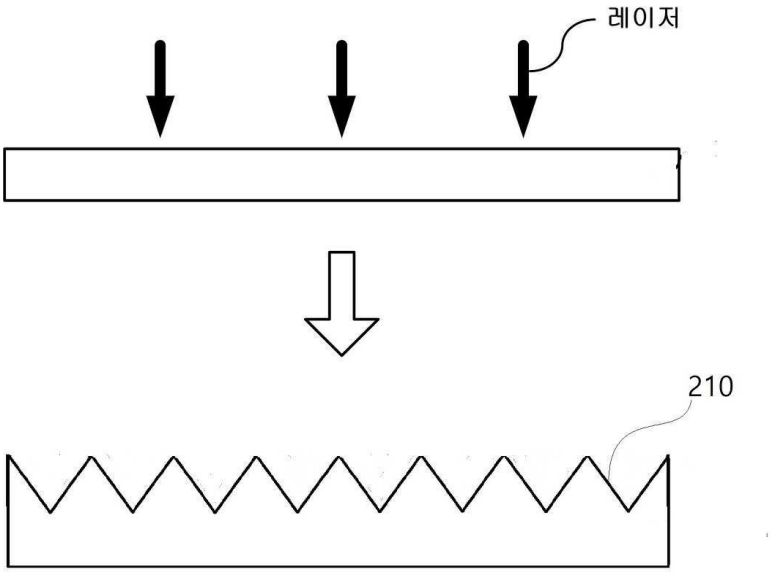
도면4


236
234
232

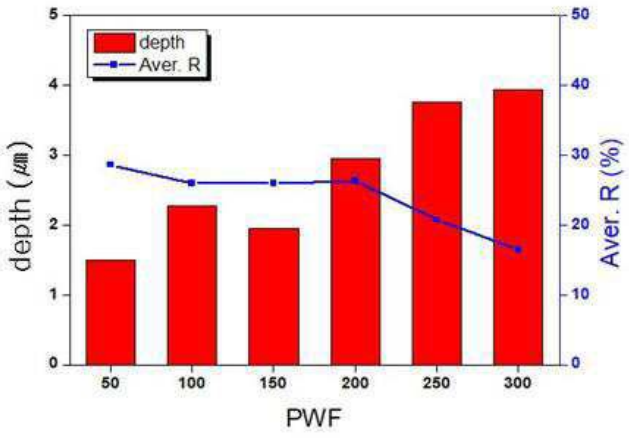
도면5


그라파이트 기판을 제공
S710
그라파이트 기판 상에 그루빙패턴 형성
S720
배리어막 형성
S730
제1전극 형성
S740
S750
P형 도전성 타입의 제1반도체층 형성
S752
N형 도전성 타입의 제2반도체층 형성
S754
제2전극 형성
S760

도면6


레이저
210

도면7


depth
Aver. R
depth (㎛)
Aver. R (%)
PWF
0
1
2
3
4
5
10
20
30
40
50
50
100
150
200
250
300