



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0053181
(43) 공개일자 2016년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0150224

(22) 출원일자 2014년10월31일

심사청구일자 2014년10월31일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

장효식

대전 유성구 대학로 99

(74) 대리인

김호중

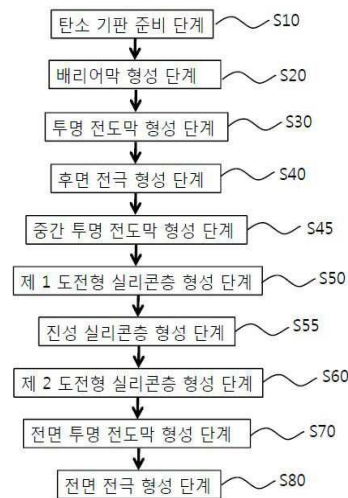
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 탄소 재질로 형성되는 판상의 탄소 기관을 준비하는 탄소 기관 준비 단계와, 탄소 기관의 상면에 산화막 또는 질화막을 증착하여 배리어막을 형성하는 배리어막 형성 단계와, 배리어막의 상부에 전기 전도성 물질을 코팅하여 후면 전극을 형성하는 후면 전극 형성 단계와, 후면 전극의 상부에 제 1 도전형 실리콘층을 형성하는 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계와, 제 1 도전형 실리콘층의 상부에 제 2 도전형 실리콘층을 형성하는 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계와, 제 2 도전형 실리콘층의 상면에 전면 투명 전도막을 형성하는 전면 투명 전도막 형성 단계 및 투명 전도막의 상면에 상기 제 2 도전형 실리콘층과 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하는 전면 전극 형성 단계를 포함하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법을 개시한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10043793

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 전략적핵심소재기술개발사업

연구과제명 셀효율15%이상의 실리콘 코팅 Carbon filber 전자소재개발

기 여 율 1/1

주관기관 뉴파워프라즈마

연구기간 2013.11.01 ~ 2014.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

탄소 재질로 형성되는 판상의 탄소 기관을 준비하는 탄소 기관 준비 단계와,
상기 탄소 기관의 상면에 산화막 또는 질화막을 증착하여 배리어막을 형성하는 배리어막 형성 단계와,
상기 배리어막의 상부에 전기 전도성 물질을 코팅하여 후면 전극을 형성하는 후면 전극 형성 단계와,
상기 후면 전극의 상부에 제 1 도전형 실리콘층을 형성하는 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계와,
상기 제 1 도전형 실리콘층의 상부에 제 2 도전형 실리콘층을 형성하는 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계와,
상기 제 2 도전형 실리콘층의 상면에 전면 투명 전도막을 형성하는 전면 투명 전도막 형성 단계 및
상기 투명 전도막의 상면에 상기 제 2 도전형 실리콘층과 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하는 전면 전극 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 배리어막 형성 단계 후에,
상기 배리어막의 상면에 투명 전도막을 형성하는 투명 전도막 형성 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 후면 전극 형성 단계 후에,
상기 후면 전극의 상면에 중간 투명 전도막을 형성하는 중간 투명 전도막 형성 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 투명 전도막과 상기 중간 투명 전도막은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 도전형 실리콘층과 P형 또는 N형 실리콘층이며, 상기 제 2 도전형 실리콘층은 N형 또는 P형 실리콘층인 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계후에,
상기 제 1 도전형 실리콘층의 상면에 진성 실리콘층을 형성하는 진성 실리콘층 형성 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 기관을 이용한 태양 전지의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 배리어막은 SiO_x , SiN_x 또는 SiON 막으로 형성되며, 단일층 또는 적어도 2개의 층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 배리어막은 적어도 400nm의 두께를 가지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소 기판을 이용한 태양 전지의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 전면 투명 전도막은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소 기판을 이용한 태양 전지 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소 기판을 이용한 태양 전지 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 태양 전지는 PN 접합면을 갖는다. 상기 PN 접합면에 빛이 조사되면 전자와 정공이 발생하며, 전자와 정공은 P 영역과 N 영역으로 이동하여 P 영역과 N 영역 사이에 전위차(기전력)가 발생하고, 태양 전지에 부하를 연결하면 전류가 흐르게 된다.

[0003] 상기 태양 전지는 실리콘 반도체 재료를 이용하는 것과, 화합물 반도체 재료를 이용하는 것으로 크게 분류할 수 있다. 또한, 상기 실리콘 반도체를 이용한 것은 결정계와 비결정계로 분류된다.

[0004] 현재, 태양광 발전 시스템으로 일반적으로 사용하는 태양 전지는 실리콘 반도체를 이용한 것이 대부분이다. 그러나, 상기 결정계 실리콘 반도체는 웨이퍼 제조 과정이 복잡하고 제조 에너지가 큰 문제가 있다. 또한, 상기 실리콘 반도체와 전극 사이의 경계면에서 저항이 비교적 크게 되어 효율이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 탄소 기판의 탄소 입자가 후면 전극 또는 제 1 도전형 반도체층으로 유입되지 않도록 하며, 후면 전극의 저항 손실을 방지할 수 있는 탄소 기판을 이용한 태양 전지 제조 방법을 제공한다.

[0006] 본 발명은 탄소 기판을 이용함으로써, 실리콘 사용량을 최소화하여 제조 비용을 낮출 수 있는 탄소 기판을 이용한 태양 전지 제조 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 탄소 기판을 이용한 태양 전지 제조 방법은 탄소 재질로 형성되는 관상의 탄소 기판을 준비하는 탄소 기판 준비 단계와, 상기 탄소 기판의 상면에 산화막 또는 질화막을 증착하여 배리어막을 형성하는 배리어막 형성 단계와, 상기 배리어막의 상부에 전기 전도성 물질을 코팅하여 후면 전극을 형성하는 후면 전극 형성 단계와, 상기 후면 전극의 상부에 제 1 도전형 실리콘층을 형성하는 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계와, 상기 제 1 도전형 실리콘층의 상부에 제 2 도전형 실리콘층을 형성하는 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계와, 상기 제 2 도전형 실리콘층의 상면에 전면 투명 전도막을 형성하는 전면 투명 전도막 형성 단계 및 상기 투명 전도막의

상면에 상기 제 2 도전형 실리콘층과 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하는 전면 전극 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법은 상기 배리어막 형성 단계 후에, 상기 배리어막의 상면에 투명 전도막을 형성하는 투명 전도막 형성 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 또한, 상기 상기 후면 전극 형성 단계 후에, 상기 후면 전극의 상면에 중간 투명 전도막을 형성하는 중간 투명 전도막 형성 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 이때, 상기 투명 전도막과 상기 중간 투명 전도막은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성될 수 있다.

[0009] 상기 상기 제 1 도전형 실리콘층은 P형 또는 N형 실리콘층이며, 상기 제 2 도전형 실리콘층은 N형 또는 P형 실리콘층으로 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계후에, 상기 제 1 도전형 실리콘층의 상면에 진성 실리콘층을 형성하는 진성 실리콘층 형성 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0011] 또한, 상기 배리어막은 SiO_x , SiN_x 또는 SiON 막으로 형성되며, 단일층 또는 적어도 2개의 층으로 형성될 수 있다. 이때, 상기 배리어막은 적어도 400nm의 두께를 가지도록 형성될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 전면 투명 전도막은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 따르면, 탄소 기관의 표면에 배리어막을 형성하여 탄소 입자가 후면 전극 또는 제 1 도전형 실리콘층으로 유입되는 것을 방지함으로써 태양 전지의 발전 효율이 감소되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 따르면, 후면 전극과 배리어막 사이에 투명 전도막을 형성하여 후면 전극이 배리어막과의 접촉에 따른 저항 손실을 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 따르면, 탄소 기관을 기관으로 이용함으로써, 실리콘 사용량을 최소화하여 제조 비용을 낮출 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법을 도시한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 의하여 제조된 태양 전지의 수직 단면도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 대하여 상세하게 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법을 도시한 순서도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 의하여 제조된 태양 전지의 수직 단면도를 나타낸다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법은 탄소 기관 준비 단계(S10), 배리어막 형성 단계(S20), 투명 전도막 형성 단계(S30), 후면 전극 형성 단계(S40), 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S50), 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계(S60), 전면 투명 전도막 형성 단계(S70) 및 전면 전극 형성 단계(S80)를 포함하여 이루어진다. 또한, 상기 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법은 중간 투명 전도막 형성 단계(S45)를 더 포함하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법은 진성 실리콘층 형성 단계(S55)을 더 포함하여 형성될 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지 제조 방법에 따른 태양 전지(100)는 탄소 기관(110)과 배리어막(120)과 후면 전극(140)과 제 1 도전형 실리콘층(150)과 제 2 도전형 실리콘층(160)과 전면 투명

전도막(170) 및 전면 전극(180)이 순차적으로 적층되어 형성될 수 있다. 또한, 상기 태양 전지(100)는 배리어막(120)과 후면 전극(140) 사이에 형성되는 투명 전도막(130)을 더 포함하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 태양 전지(100)는 중간 투명 전도막(145)을 더 포함하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 태양 전지는 제 1 도전형 실리콘층(150)의 상면에 형성되는 진성 실리콘층(155)을 더 포함하여 형성될 수 있다.

[0021] 상기 태양 전지는 탄소 기판을 사용하여_실리콘 사용량을 최소화하여 제조 비용을 낮출 수 있다. 또한, 상기 태양 전지는 탄소 기판의 두께가 1mm 이하인 경우에 플렉서블한 특성을 가질 수 있다.

[0022] 상기 탄소 기판 준비 단계(S10)는 탄소 재질로 형성되는 판상의 탄소 기판(110)을 준비하는 단계이다. 상기 탄소 기판(110)은 평판 형상의 카본 쉬트(carbon sheet)로 형성될 수 있다. 상기 탄소 기판(110)은 기존의 실리콘 웨이퍼나 유리 기판을 대신하여 태양 전지(100)의 기판으로 작용한다. 상기 탄소 기판(110)은 적어도 0.1의 두께를 가지도록 형성된다. 또한, 상기 탄소 기판은 5mm이하의 두께로 형성될 수 있다. 상기 탄소 기판(110)의 두께가 너무 얇으면 태양 전지의 강도가 약해지거나 과도하게 휘어지는 문제가 있다.

[0023] 한편, 상기 탄소 기판(110)은 전류가 인가될 경우 발열체로서 동작할 수 있으므로 공정 과정에서 히터로 이용될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 태양 전지 제조 공정에서는 별도의 히터를 사용하지 않을 수 있다. 또한, 상기 탄소 기판(110)이 히터 위에 안착될 경우에도 우수한 열전도성으로 인하여 실리콘의 증착 공정이 용이하게 수행될 수 있다.

[0024] 상기 배리어막 형성 단계(S20)는 탄소 기판(110)의 상면에 산화막 또는 질화막으로 배리어막(120)을 형성하는 단계이다. 상기 배리어막(120)은 탄소 기판(110)의 상면을 포함한 영역을 감싸도록 형성된다. 상기 배리어막(120)은 탄소 기판(110)의 탄소 입자가 제 1 도전형 실리콘층(150)으로 유입되는 것을 차단한다. 상기 탄소 입자가 실리콘층으로 혼입되거나 초기 표면에 존재하는 경우에, 증착되는 제 1 도전형 실리콘층의 표면 거칠기를 증가시켜 흡수되는 광의 불연속성을 유발하여 태양 전지의 동작 안정성을 저해하며 발전 효율을 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 배리어막(120)은 탄소 기판의 내부에 포함되어 있는 가스가 실리콘층 증착 과정에서 배출(outgassing)되지 않도록 한다. 상기 탄소 입자에서 배출되는 가스는 실리콘 증착 과정에서 진공 챔버의 진공도를 저하시켜 고진공의 진공 형성 시간을 증가시킨다.

[0025] 상기 배리어막(120)은 바람직하게는 SiO_x , SiN_x 또는 SiON 막으로 형성된다. 또한, 상기 배리어막(120)은 산화막 또는 질화막이 단일층 또는 적어도 2개의 층으로 형성될 수 있다. 상기 배리어막(120)은 적어도 400nm의 두께를 가지도록 형성된다. 상기 배리어막(120)의 두께가 충분하지 않으면 탄소 기판(110)의 탄소 입자가 후면 전극(140) 또는 제 1 도전형 실리콘층(150)으로 유입되는 것을 충분히 방지하지 못한다. 다만, 상기 배리어막(120)은 두께가 증가되면 공정 비용이 증가되므로 너무 두꺼운 두께로 형성될 필요는 없다. 상기 배리어막(120)은 바람직하게는 플라즈마 강화 화학기상증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)법에 의하여 형성될 수 있다. 상기 배리어막(120)의 형성 과정에서는 소스 가스로 SiH_4 가스와 함께 N_2O 가스 또는 NH_3 가스가 공급될 수 있다. 보다 구체적으로는 상기 배리어막(120)이 SiO_x 막으로 형성되는 과정에서는 소스 가스로 SiH_4 가스와 N_2O 가스가 공급될 수 있다. 또한, 상기 배리어막(120)이 SiN_x 또는 SiON 막으로 형성 과정에서는 소스 가스로 SiH_4 가스와 N_2O 가스, NH_3 가스가 공급될 수 있다.

[0026] 한편, 구체적으로 도시하지는 않았지만, 상기 배리어막(120)의 상면에는 이후에 형성되는 투명 전도막과의 접합력을 증가시키기 위하여 크롬(Cr)과 같은 금속으로 형성되는 금속층이 형성될 수 있다.

[0027] 상기 투명 전도막 형성 단계(S30)는 배리어막(120)의 상면에 투명 전도막(130)을 형성하는 단계이다. 상기 투명 전도막(130)은 후면 전극(140)이 산화막 또는 질화막으로 형성되는 배리어막(120)과 접촉하여 발생하는 저항 손실을 방지하는 작용을 한다. 상기 투명 전도막(130)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성될 수 있다. 상기 투명 전도막(130)은 적어도 100nm로 형성된다. 상기 투명 전도막(130)은 두께가 너무 얇으면 저항 손실을 충분히 방지할 수 없다. 다만, 상기 투명 전도막(130)은 두께가 증가되면 공정 비용이 증가되므로 너무 두꺼운 두께로 형성될 필요는 없다. 상기 투명 전도막(130)은 CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같

은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정 또는 스크린 프린팅과 같은 페이스트 도포 공정과 같은 공정에 의하여 형성될 수 있다.

[0028] 한편, 상기 투명 전도막 형성 단계(S30)는 배리어막(120)과 후면 전극(140) 사이의 저항 손실이 충분히 낮은 경우에 생략될 수 있다. 즉, 상기 투명 전도막(130)이 형성되지 않을 수 있다.

[0029] 상기 후면 전극 형성 단계(S40)는 배리어막(120)의 상부에 전기 전도성 물질을 코팅하여 후면 전극(140)을 형성하는 단계이다. 한편, 상기 배리어막(120)의 상면에 투명 전도막(130)이 형성되는 경우에, 후면 전극(140)은 투명 전도막(130)의 상면에 형성될 수 있다. 상기 후면 전극(140)은 배리어막(120) 또는 투명 전도막(130)의 상면과 제 1 도전형 실리콘층(150)의 하면 사이에 위치하여 태양 전지의 어느 하나의 전극으로 작용한다. 상기 후면 전극(140)은 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. 상기 후면 전극(140)은 CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정, 스크린 프린팅과 같은 페이스트 도포 공정에 의하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 후면 전극(140)은 알루미늄으로 형성되는 경우에, 알루미늄을 진공 증발시켜 코팅하는 진공 증발법에 의하여 형성될 수 있다.

[0030] 상기 중간 투명 전도막 형성 단계(S45)는 후면 전극(140)의 상면에 중간 투명 전도막(130)을 형성하는 단계이다. 상기 중간 투명 전도막(145)은 후면 전극(140)의 상면에 형성되어 후면 전극(140)의 물질이 제 1 도전형 실리콘층으로 확산되는 것을 방지하며, 입사되는 광을 후면 반사시키는 작용을 한다. 상기 중간 투명 전도막(145)은 50 ~ 200nm의 두께로 형성된다. 상기 중간 투명 전도막(145)의 두께가 너무 얇으면 후면 전극의 물질이 제 1 도전형 실리콘층으로 확산되는 것을 충분히 방지할 수 없다. 또한, 상기 중간 투명 전도막(145)은 두께가 200nm이상이면 추가적인 효과가 없게 된다. 상기 중간 투명 전도막(145)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성될 수 있다. 상기 중간 투명 전도막(145)은 CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정 또는 스크린 프린팅과 같은 페이스트 도포 공정과 같은 공정에 의하여 형성될 수 있다.

[0031] 상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S50)는 배리어막(120)의 상면에 일정 두께로 제 1 도전형 실리콘층(150)을 형성하는 단계이다. 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)은 진성 실리콘층(155)의 존재 여부에 따라 비정질 실리콘층, 미세결정 실리콘층(결정 입자의 크기가 μm 크기) 또는 다결정 실리콘층(결정 입자의 크기가 $\mu\text{m} \sim \text{mm}$ 크기)으로 형성될 수 있다. 즉, 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)은 진성 실리콘층(155)이 존재하는 경우에 비정질 실리콘층, 미세결정 실리콘층으로 형성되며, 진성 실리콘층(155)이 존재하지 않는 경우에 다결정 실리콘층으로 형성될 수 있다. 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)이 다결정 실리콘층으로 형성되는 경우에, 먼저 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S50)는 후면 전극(140)의 상면에 PECVD(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방식으로 제 1 도전형 불순물을 도핑하면서 제 1 비정질 실리콘층을 형성한다. 다음으로, 상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S50)는 제 1 비정질 실리콘층을 레이저 조사와 같은 열처리에 의하여 결정질 실리콘층으로 결정화시킨다. 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)이 비정질 또는 미세결정 실리콘층으로 형성되는 경우에는 열처리에 의한 결정화 과정이 생략되거나, 상대적으로 짧은 시간 또는 낮은 레이저 조사 파워의 조건으로 진행된다. 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)은 도핑 가스인 B_2H_6 등의 가스가 실리콘 증착 시 주입됨으로써, 일정 두께의 P형 또는 N형 반도체 실리콘층으로 형성된다. 상기 제 1 도전형 실리콘층(150)은 대략 1 μm 내지 100 μm 의 두께로 형성될 수 있으나, 여기서 제 1 도전형 실리콘층(150)의 두께가 한정하는 것은 아니다. 한편, 상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S50)에서는 제 1 비정질 실리콘층을 바로 결정질 실리콘층으로 결정화시키거나, 이하에서 설명하는 제 2 비정질 실리콘층이 형성된 후에 함께 결정질 실리콘층으로 결정화시킬 수 있다.

[0032] 상기 진성 실리콘층 형성 단계(S55)는 제1도전형 실리콘층(150)의 상면에 진성 실리콘층(155)을 형성하는 단계이다. 상기 진성 실리콘층 형성 단계(S55)는 제1도전형 실리콘층의 상면에 PECVD(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방식으로 제 1 비정질 실리콘층을 형성한다. 다음으로, 상기 제 1 도전형 실리콘층 형성 단계(S55)는 진성 실리콘층(155)을 레이저 조사와 같은 열처리에 의하여 결정질 실리콘층으로 결정화시킨다. 상기

진성 실리콘층(155)은 상면에 형성되는 제 2 도전형 실리콘층(160)과 함께 광흡수층으로 작용한다.

[0033] 한편, 상기 진성 실리콘층(155)이 제 1 도전형 실리콘층(150)과 제 2 도전형 실리콘층(160) 사이에 형성되는 경우에 제 1 도전형 실리콘층(150)과 제 2 도전형 실리콘층(160)은 비정질 실리콘층 또는 미세결정 실리콘층으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 진성 실리콘층(155)이 제 1 도전형 실리콘층(150)과 제 2 도전형 실리콘층(160) 사이에 형성되지 않는 경우에, 제 1 도전형 실리콘층(150)과 제 2 도전형 실리콘층(160)은 비정질 실리콘층의 결정화에 의한 다결정 실리콘층으로 형성될 수 있다.

[0034] 상기 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계(S60)는 제 1 도전형 실리콘층(150)의 상면 또는 진성 실리콘층(155)의 상면에 일정 두께의 제 2 도전형 실리콘층(160)을 형성하는 단계이다. 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)은 진성 실리콘층(155)의 존재 여부에 따라 비정질 실리콘층, 미세결정 실리콘층 또는 다결정 실리콘층으로 형성될 수 있다. 즉, 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)은 진성 실리콘층(155)이 존재하는 경우에 비정질 실리콘층, 미세결정 실리콘층으로 형성되며, 진성 실리콘층(155)이 존재하지 않는 경우에 다결정 실리콘층으로 형성될 수 있다. 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)이 다결정 실리콘층으로 형성되는 경우에, 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계(S60)는 제 1 도전형 실리콘층(150)의 상면에 PECVD(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방식으로 제 2 도전형 불순물을 도핑하면서 제 2 비정질 실리콘층을 형성한다. 다음으로, 상기 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계(S60)는 레이저 조사와 같은 열처리에 의하여 제 2 비정질 실리콘층을 결정질 실리콘층으로 결정화시킨다. 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)이 비정질 또는 미세결정 실리콘층으로 형성되는 경우에는 열처리에 의한 비정질 실리콘층의 결정화 과정이 생략되거나, 상대적으로 짧은 시간 또는 낮은 레이저 조사 파워의 조건으로 진행된다. 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)은 도핑 가스인 PH_3 , AsH_3 등의 가스가 실리콘 증착 시 주입됨으로써, 제 1 도전형 실리콘층(150) 위에 일정 두께의 N형 또는 P형 반도체 실리콘층으로 형성된다. 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)의 두께는 대략 $1\ \mu\text{m}$ 내지 $100\ \mu\text{m}$ 로 형성될 수 있으나, 본 발명에서 제 2 도전형 실리콘층(160)의 두께가 한정되지 않는다. 더불어, 상기 제 2 도전형 실리콘층 형성 단계는 대략 $300\ ^\circ\text{C}$ 내지 $1100\ ^\circ\text{C}$ 의 온도 분위기가 제공됨으로써, 제 1 도전형 실리콘층(150)의 위에 제 2 도전형 실리콘층(160)이 용이하게 증착되도록 한다.

[0035] 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)은 제 1 도전형 실리콘층(150) 또는 진성 실리콘층(155)과 탠덤 구조를 형성하여 광흡수층으로 작용할 수 있다.

[0036] 한편, 상기 제 2 도전형 실리콘층(160)은 제 1 도전형 실리콘층(150)의 상면에 형성된 후에 제 1 도전형 실리콘층(150)과 함께 결정화될 수 있다.

[0037] 상기 전면 투명 전도막 형성 단계(S70)는 제 2 도전형 실리콘층(160)의 상면에 일정 두께의 전면 투명 전도막(170)을 형성하는 단계이다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 제 2 도전형 실리콘층(160)의 상면에 형성되어 입사되는 광의 투과량을 증가시키는 작용을 한다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)로 형성될 수 있다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 적어도 100nm 로 형성된다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 두께가 너무 얇으면 접촉 저항을 충분히 감소시킬 수 없다. 즉, 상기 전면 투명 전도막(170)의 두께가 너무 얇으면, 전면 투명 전도막(170)이 제 2 도전형 실리콘층(160)에 전체적으로 균일하게 도포되지 않아 제 2 도전형 실리콘층(160)과 전면 전극(180)이 접촉될 수 있다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 두께가 증가되면 공정 비용이 증가되므로 너무 두꺼운 두께로 형성될 필요는 없다. 상기 전면 투명 전도막(170)은 CVD(Chemical Vapor Deposition) 또는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)와 같은 화학 기상 증착 공정, 스퍼터링 공정 또는 스크린 프린팅과 같은 페이스트 도포 공정과 같은 공정에 의하여 형성될 수 있다. 한편, 구체적으로 도시하지는 않았지만, 상기 전면 투명 전도막(170)의 상면에는 반사 방지막이 형성될 수 있다.

[0038] 상기 전면 전극 형성 단계(S80)는 전면 투명 전도막(170)의 상면에 전면 전극(180)을 형성하는 단계이다. 상기 전면 전극(180)은 전면 투명 전도막(170)의 상면에 형성되며, 태양 전지의 어느 하나의 전극으로 작용하며, 전면 투명 전도막을 통하여 제 2 도전형 실리콘층(160)과 전기적으로 연결되어 제 2 도전형 실리콘층(160)으로 이동하는 전하 예를 들면 전자를 수집할 수 있다. 상기 전면 전극(180)은 소정의 폭을 가지며 정해진 방향으로 나란히 연장되는 복수의 전극으로 형성될 수 있다. 상기 전면 전극(180)은 알루미늄(Al), 실버(Ag), 나노실버(nano Ag) 또는 인듐주석산화물(ITO: Indium Tin Oxide)로 형성될 수 있다. 상기 전면 전극(180)은 은(Ag) 또

는 알루미늄(Al)을 포함하는 페이스트로 형성될 수 있다.

[0039] 한편, 도시하지는 않았지만, 상기 전면 전극(180) 위에는 전면 전극(180)과 교차하는 방향으로 복수의 집전부가 위치할 수 있으며, 집전부와 전면 전극(180)은 전기적 및 물리적으로 연결될 수 있다.

[0040] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 탄소 기관을 이용한 태양 전지의 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 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

[0041] 100; 태양 전지

110; 탄소 기관 120; 배리어막

130; 투명 전도막 140; 후면 전극

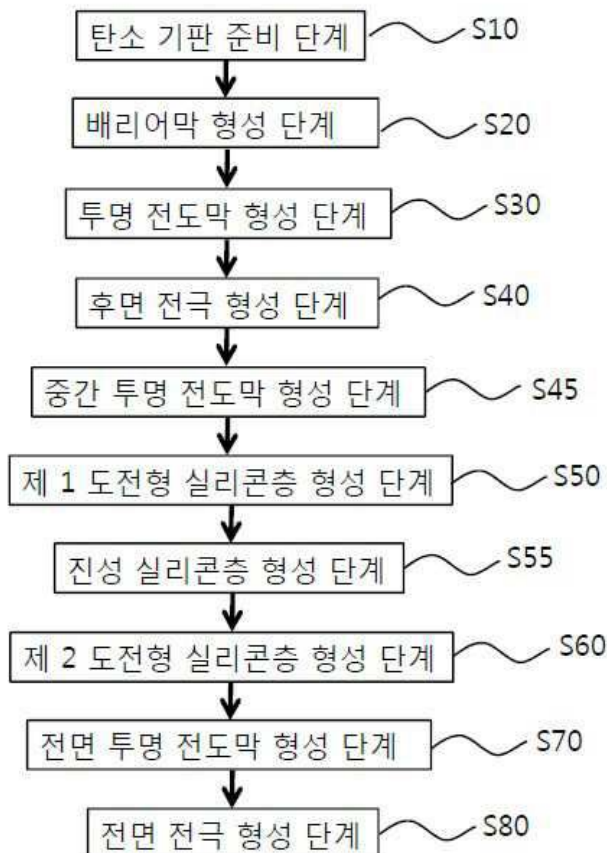
145; 중간 투명 전도막 150; 제 1 도전형 실리콘층

155; 진성 실리콘층 160; 제 2 도전형 실리콘층

170; 전면 투명 전도막 180; 전면 전극

도면

도면1



도면2

100

