



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0081569
(43) 공개일자 2009년07월29일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0007510

(22) 출원일자 2008년01월24일

심사청구일자 2008년01월24일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

김현재

서울 종로구 경운동 SK허브 A-904

정태훈

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 제3공학관 C735

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정태훈, 오용수

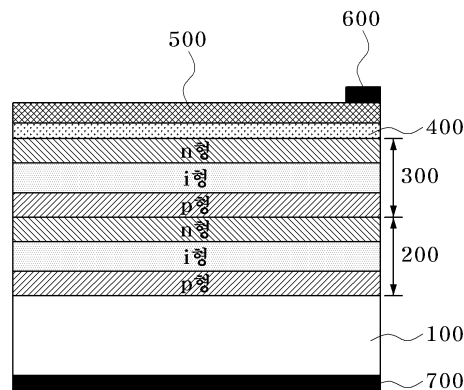
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한적층형 실리콘 태양전지의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 관한 것으로, 기판 상에 적어도 하나의 전지층을 포함하는 적층형 실리콘 태양전지를 형성하기 위한 상기 전지층을 제조하는 방법에 있어서, 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계와, 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계와, 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계와, 열처리 공정을 통해 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함함으로써, 적층형 실리콘 태양전지를 제조함에 있어서, 제조 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

허건의

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 공학원 173
호

모조드 압테라피

캐나다, 퀘벡, 로렌트 스트리트 H4N 1V3, 켄느 빌
아파트 310, 1230

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 적어도 하나의 전지층을 포함하는 적층형 실리콘 태양전지를 형성하기 위한 상기 전지층을 제조하는 방법에 있어서,

- (a) 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계;
- (b) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계;
- (c) 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및
- (d) 열처리 공정을 통해 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 2

기판 상에 적어도 하나의 전지층을 포함하는 적층형 실리콘 태양전지를 형성하기 위한 상기 전지층을 제조하는 방법에 있어서,

- (a') 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;
- (b') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및
- (c') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여, p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 단계(d) 또는 단계(c')이후에, 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 수행하여 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 결정화 공정은 고에너지 레이저광에 노출시켜 결정화하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 p-i-n형의 다결정질 실리콘막의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계;

상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계;

상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및

열처리 공정을 통하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 p-i-n형의 다결정질 실리콘막의 상부에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;

상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및

상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 7

제1 항, 제2 항, 제5 항 또는 제6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 p형 불순물 및 n형 불순물은 각각 붕소(B) 및 인(P)인 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 8

제1 항, 제2 항, 제5 항 또는 제6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열 공정은 120℃ 내지 170℃로 가열하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 9

제1 항, 제2 항, 제5 항 또는 제6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열처리 공정은 350℃ 내지 550℃로 가열하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법.

청구항 10

적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 있어서,

(a") 기관 상에 액상 수용액을 이용하여 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 이루어진 제1 전지층을 형성하는 단계;

(b") 상기 제1 전지층의 상면에 액상 수용액을 이용하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진 제2 전지층을 형성하는 단계; 및

(c") 상기 기관 및 제2 전지층의 노출면에 각각 제1 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 단계(a")에서, 상기 제1 전지층은,

(a"-1) 기관 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계;

(a"-2) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 전성막을 형성하는 단계;

(a"-3) 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계;

(a"-4) 열처리 공정을 통하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및

(a"-5) 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 통해 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 단계(a")에서, 상기 제1 전지층은,

(a"-1') 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;

(a"-2') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;

(a"-3') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및

(a"-4') 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 통해 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 단계(b")에서, 상기 제2 전지층은,

(b"-1) 상기 제1 전지층의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계;

(b"-2) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계;

(b"-3) 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및

(b"-4) 열처리 공정을 통해 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 14

제10 항에 있어서,

상기 단계(b")에서, 상기 제2 전지층은,

(b"-1') 상기 제1 전지층의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계;

(b"-2') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및

(b"-3') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 15

제10 항에 있어서,

상기 단계(a")이후에, 상기 제1 및 제2 전지층의 사이에 개제되도록, 상기 제1 전지층의 상면에 투명한 전도성 박막을 적층하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 전도성 박막은 백금, 티타늄 또는 염화니켈 중 선택된 어느 하나의 금속 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 17

제10 항에 있어서,

상기 단계(b") 이후, 상기 제2 전지층 및 제2 전극의 사이에 개제되도록 상기 제2 전지층의 상면에 반사방지막 또는 나노 실리콘층을 적층하거나, 반사방지막 및 나노 실리콘층을 순차적으로 적층하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

- <1> 본 발명은 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 적층형 실리콘 태양전지의 전 제조과정을 액상 수용액에 의한 제조 공정을 이용함으로써 제조 비용을 절감할 수 있는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 일반적으로, 적층형 실리콘 태양전지는 두 가지 또는 그 이상의 태양전지를 직렬 또는 병렬로 연결하여 태양의 복사에너지를 통해 전압을 얻을 수 있는 장점이 있다.
- <3> 예컨대, 두 개의 태양전지가 연결된 경우, 두 개의 전지 중 하나의 전지는 넓은 밴드갭(Band Gap)을 가져 단 파장을 흡수하며, 다른 전지는 좁은 밴드갭(Band Gap)을 가져 장파장을 흡수함으로써 에너지를 얻을 수 있다.
- <4> 최근에는, 와이드갭(Wide Gap) 비정질 실리콘 화합물에 대한 원자가 제어 기술(Valency Control Technology)이 성공함으로써, 변환 효율(Conversion Efficiencies)을 향상하기 위한 비정질 실리콘을 기초로 한 새로운 종류의 구조를 제공하고 있다.
- <5> 한편, 비정질 실리콘 이외에도, 다결정질 실리콘 또한 저비용 태양전지 재료로서 각광받고 있는데, 다결정질 실리콘은 장파장 영역을 가진 비정질 실리콘과 비교했을 때 파장이 더 짧고 더 좁은 밴드갭(Band Gap)을 가졌기 때문에 보다 효율적으로 파장을 흡수할 수 있다.
- <6> 이러한 비정질 실리콘과 다결정질 실리콘은 서로 결합하여 각각의 장점을 활용할 수 있으며, 저비용, 고효율의 전지로도 제조할 수 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

- <7> 그러나, 전술한 종래의 비정질 실리콘과 다결정질 실리콘 등과 같은 실리콘 박막은 통상적으로 화학기상성장법(Cheical Vapor Deposition; CVD)을 이용하여 형성되는데, 이러한 화학기상성장법(CVD)에 의한 실리콘 박막은 장비의 오염, 생산량 감소, 기관 넓이의 한계, 느린 박막 형성 속도 및 높은 공정 온도 등과 같은 문제점이 있다. 또한, 태양전지의 경우, 통상적으로 p-n접합 형성 시 이온 임플란테이션(Ion Implantation)과 높은 온도에서의 확산 공정을 필요로 하기 때문에 제조 비용 및 시간이 증가하게 된다.

<8> 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 적층형 실리콘 태양전지의 전 제조 과정에 액상 수용액에 의한 제조 공정을 이용함으로써 제조 비용을 절감할 수 있는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

<9> 전술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제1 측면은, 기판 상에 적어도 하나의 전지층을 포함하는 적층형 실리콘 태양전지를 형성하기 위한 상기 전지층을 제조하는 방법에 있어서, (a) 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계; (b) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계; (c) 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및 (d) 열처리 공정을 통해 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 제공하는 것이다.

<10> 본 발명의 제2 측면은, 기판 상에 적어도 하나의 전지층을 포함하는 적층형 실리콘 태양전지를 형성하기 위한 상기 전지층을 제조하는 방법에 있어서, (a') 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; (b') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및 (c') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여, p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 제공하는 것이다.

<11> 여기서, 상기 단계(d) 또는 단계(c')이후에, 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 수행하여 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<12> 바람직하게는, 상기 결정화 공정은 고에너지 레이저광에 노출시켜 결정화할 수 있다.

<13> 바람직하게는, 상기 p-i-n형의 다결정질 실리콘막의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계; 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계; 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및 열처리 공정을 통하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

<14> 바람직하게는, 상기 p-i-n형의 다결정질 실리콘막의 상부에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

<15> 바람직하게는, 상기 p형 불순물 및 n형 불순물은 각각 붕소(B) 및 인(P)으로 할 수 있다.

<16> 바람직하게는, 상기 가열 공정은 120℃ 내지 170℃로 가열할 수 있다.

<17> 바람직하게는, 상기 열처리 공정은 350℃ 내지 550℃로 가열할 수 있다.

<18> 본 발명의 제3 측면은, 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 있어서, (a") 기판 상에 액상 수용액을 이용하여 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 이루어진 제1 전지층을 형성하는 단계; (b") 상기 제1 전지층의 상면에 액상 수용액을 이용하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진 제2 전지층을 형성하는 단계; 및 (c") 상기 기판 및 제2 전지층의 노출면에 각각 제1 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액상 수용액을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법을 제공하는 것이다.

<19> 여기서, 상기 단계(a")에서, 상기 제1 전지층은, (a"-1) 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계; (a"-2) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 진성막을 형성하는 단계; (a"-3) 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; (a"-4) 열처리 공정을 통하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및 (a"-5) 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 통해 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

- <20> 바람직하게는, 상기 단계(a")에서, 상기 제1 전지층은, (a"-1') 기판 상에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; (a"-2') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; (a"-3') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및 (a"-4') 상기 p-i-n형의 비정질 실리콘막에 대한 결정화 공정을 통해 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.
- <21> 바람직하게는, 상기 단계(b")에서, 상기 제2 전지층은, (b"-1) 상기 제1 전지층의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 p형 도핑막을 형성하는 단계; (b"-2) 상기 p형 도핑막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 i형 전성막을 형성하는 단계; (b"-3) 상기 i형 전성막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열 및 건조 공정을 통해 n형 도핑막을 형성하는 단계; 및 (b"-4) 열처리 공정을 통해 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- <22> 바람직하게는, 상기 단계(b")에서, 상기 제2 전지층은, (b"-1') 상기 제1 전지층의 상면에 p형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 p형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; (b"-2') 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 비 도핑된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 i형 비정질 실리콘막을 형성하는 단계; 및 (b"-3') 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물이 혼합된 액상 수용액을 도포한 후, 가열, 건조 및 열처리 공정을 통해 n형 비정질 실리콘막을 형성하여 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- <23> 바람직하게는, 상기 단계(a")이후에, 상기 제1 및 제2 전지층의 사이에 개재되도록, 상기 제1 전지층의 상면에 투명한 전도성 박막을 적층하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <24> 바람직하게는, 상기 전도성 박막은 백금, 티타늄 또는 염화니켈 중 선택된 어느 하나의 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- <25> 바람직하게는, 상기 단계(b") 이후, 상기 제2 전지층 및 제2 전극의 사이에 개재되도록 상기 제2 전지층의 상면에 반사방지막 또는 나노 실리콘층을 적층하거나, 반사방지막 및 나노 실리콘층을 순차적으로 적층하는 단계를 더 포함할 수 있다.

효 과

- <26> 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 액상 제조 공정을 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 따르면, 저 비용으로 적층형 실리콘 태양전지를 제조할 수 있으며, 도핑 시 액상 수용액에 불순물을 직접 주입할 수 있기 때문에 제조 시간을 단축할 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <27> 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다.
- <28> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적층형 실리콘 태양전지를 설명하기 위한 단면도로써, 탠덤(TANDEM) 태양전지를 일 예로 구현하였지만, 이에 국한하지는 않는다.
- <29> 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 적층형 실리콘 태양전지는, 크게 기판(100), 제1 전지층(200), 제2 전지층(300) 및 상/하부 전극(600, 700)을 포함하여 이루어진다.
- <30> 여기서, 기판(100)의 종류는 유리 기판으로 하는 것이 바람직하지만 이에 국한하지는 않으며, 플라스틱 기판 등을 이용하는 것도 가능하다.
- <31> 한편, 기판(100) 상에는 제1 및 제2 전지층(200 및 300)이 순차적으로 적층되는데, 제1 및 제2 전지층(200 및 300)은 예컨대, 액상 수용액을 이용하여 순차적으로 적층한 p-i-n형의 다결정질 실리콘막 및 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 형성할 수 있다.
- <32> 즉, 제1 전지층(200)은 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 이루어지는 바, p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루

어진 제2 전지층(300)을 형성한 후, 높은 온도에서의 열처리 또는 고에너지 레이저광에 노출시키는 등의 결정화 공정을 수행하여 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하여 형성할 수 있다.

- <33> 한편, 제1 및 제2 전지층(200 및 300)의 사이에는 예컨대, 백금, 티타늄 또는 염화니켈(Chromium nickel) 등과 같은 얇은 전도층(미도시)을 형성할 수 있다.
- <34> 이러한 상기 전도층은 태양빛에 투명한 금속으로 형성되며, 제1 및 제2 전지층(200 및 300)을 상호 연결하는 역할을 하게 되는데, 이는 전자를 운송하고 제1 및 제2 전지층(200 및 300)을 모으며, 제1 및 제2 전지층(200 및 300) 사이의 상호 연결을 향상시킨다.
- <35> 이러한 전도층의 결합은 태양전지의 전류-전압(I-V)곡선에서, 통상적인 실리콘층 사이의 구조에서 나쁜 결합의 존재를 나타내는 굴곡(Hume)을 제거할 수 있다.
- <36> 한편, 제1 및 제2 전지층(200 및 300) 사이의 상호 연결을 향상시키는 다른 방법으로는, 활성층 사이의 터널 접합을 발생시키기 위해 제1 전지층(200)의 n형 영역과 제2 전지층(300)의 p형 영역에 충분한 양의 p형과 n형의 전도성 물질을 혼합하는 방법이 있다. 또한, 제1 및 제2 전지층(200 및 300)을 개별적으로 유리 접합(Glass Sealing)을 이용하여 물리적으로 결합하는 방법 등을 이용하는 것도 가능하다.
- <37> 추가적으로, 제2 전지층(300)의 상면에는 예컨대, 반사방지막(400) 및/또는 나노 실리콘층(500)을 더 적층할 수 있다.
- <38> 이때, 반사방지막(400)은 예컨대, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환할 때, 태양전지에서 빛을 효과적으로 수집할 수 있도록 빛의 반사를 줄여주는 역할을 하며, 나노 실리콘층(500)은 태양전지의 효율을 높여주는 역할을 한다.
- <39> 특히, 나노 실리콘층(500)의 경우는, 액상 수용액을 이용하여 제2 전지층(300)의 상면 또는 반사방지막(400)의 상면에 적층할 수 있는데, 즉, 나노 실리콘을 액상 수용액에 용해시켜 제2 전지층(300) 또는 반사방지막(400)의 상면에 도포한 후, 용매를 제거하기 위해 예컨대, 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 150℃ 정도)에서 가열 한 후 건조시킴으로써 나노 실리콘층(500)을 형성할 수 있다.
- <40> 이때, 나노 실리콘이 용해된 액상 수용액을 제2 전지층(300) 또는 반사방지막(400)의 상면에 도포하는 방법으로는 예컨대, 졸겔(Sol-Gel), 스핀 코팅(Spin-Coating) 또는 딥 코팅(Dip-Coating) 등의 방법을 이용하는 것이 바람직하다.
- <41> 또한, 제2 전지층(300)의 상면에는 반사방지막(400) 및 나노 실리콘층(500) 모두를 순차적으로 적층하여 형성할 수도 있는데, 그 적층되는 순서는 이에 국한하지는 않는다.
- <42> 마지막으로, 기판(100)의 하면에 하부 전극(700)을 증착하고, 제2 전지층(300) 상부의 일정 영역에 상부 전극(600)을 증착하게 되면, 본 발명의 일 실시예에 따른 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법이 완성된다.
- <43> 이때, 상부 전극(600)은 제2 전지층(300)의 상면에 직접 형성되는 것이 바람직하지만, 이에 국한하지 않으며, 반사방지막(400) 또는 나노 실리콘층(500)의 상면에 형성될 수도 있다.
- <44> 한편, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 설명하기 위한 도면으로써, 도 1의 제1 및 제2 전지층(200 및 300)의 제조 방법을 보다 구체적으로 설명하기 위해 순서도로서 나타낸 것이다.
- <45> 도 1 및 도 2를 참조하면, 기판(100) 상에 제1 전지층(200)을 형성하기 위한 방법으로써, 먼저, 기판(100)의 상면에 p형 불순물 예컨대, 붕소(B)와 혼합한 액상 수용액을 코팅한(S100) 후, 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 예컨대, 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조시킴으로써 소정두께의 p형 도핑막을 형성한다(S110).
- <46> 이후, 상기 p형 도핑막의 상면에 불순물을 혼합하지 않은 비 도핑된 액상 수용액을 코팅한(S120) 후, 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조시킴으로써 소정두께의 i형 진성막(Intrinsic)을 형성한다(S130).
- <47> 마지막으로, 상기 i형 진성막의 상면에 n형 불순물 예컨대, 인(P)을 혼합한 액상 수용액을 코팅한(S140) 후, 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조시킴으로써 소정두께의 n형 도핑막을 형성한다(S150).

- <48> 이러한 일련의 과정을 통하여, p형 도핑막, i형 진성막 및 n형 도핑막이 순차적으로 적층된 p-i-n형의 반도체 물질막을 형성한 후, 열처리 공정 예컨대, 약 350℃ 내지 550℃의 온도(바람직하게는 약 500℃ 정도)로 가열하게 되면 p-i-n형의 비정질 실리콘막이 형성된다(S160 및 S170).
- <49> 이렇게 형성된 p-i-n형의 비정질 실리콘막 즉, 제2 전지층(300)을 결정화 공정 예컨대, 높은 온도에서 열처리하거나 또는 고에너지 레이저광 등에 노출시키게 되면 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하게 되는데, 이렇게 형성된 p-i-n형의 다결정질 실리콘막은 제1 전지층(200)이 된다.
- <50> 이때, 상기 액상 수용액은 기관(100), 상기 p형 도핑막 및 상기 i형 진성막 각각의 상면에 스핀 코팅(Spin-Coating) 등의 방법을 통해 코팅할 수 있지만 이에 국한하지는 않으며, 전술한 모든 공정은 산소가 없는 상태에서 수행되는 것이 바람직하다.
- <51> 한편, 전술한 바와 같이 형성된 제1 전지층(200)의 상부에는 제2 전지층(300)을 형성하게 되는데, 이때 형성되는 제2 전지층(300)은 전술한 제1 전지층(200)의 제조 공정과 동일한 공정 즉, p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 공정을 반복적으로 수행함으로써 형성할 수 있다.
- <52> 이때, 제2 전지층(300)은 제1 전지층(200)의 상부에 연속하여 적층하는 것이 바람직하며, 제1 전지층과(200)는 달리 결정화 공정을 거치지 않기 때문에 p-i-n형의 다결정질 실리콘막이 아닌 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진다.
- <53> 즉, 제1 전지층(200)은 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 이루어지며, 제2 전지층(300)은 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진다.
- <54> 이는, 제1 및 제2의 전지층(200 및 300)이 서로 다른 밴드갭(Band Gap)을 갖도록 하여 즉, 하나의 전지층은 좁은 밴드갭(Band Gap)을 가져 장파장을 흡수하고, 다른 전지층은 넓은 밴드갭(Band Gap)을 가져 단 파장을 흡수함으로써 에너지를 얻을 수 있도록 하기 위함이다.
- <55> 한편, 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 설명하기 위한 도면으로써, 기관(100)의 상면에 액상 수용액을 이용하여 p형 도핑막, i형 진성막 및 n형 도핑막을 순차적으로 적층함과 함께 각각의 층에 대한 개별적인 열처리 공정을 수행하여 비정질 실리콘막을 형성하는 방법을 순서도로써 나타낸 것이다.
- <56> 도 1 및 도 3을 참조하면, 먼저, 기관(100)의 상면에 p형 불순물 예컨대, 붕소(B)와 혼합한 액상 수용액을 코팅하여(S200), 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 예컨대, 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조하여 p형 도핑막을 형성하고, 열처리 공정 예컨대, 약 350℃ 내지 550℃(바람직하게는, 약 500℃ 정도)의 온도로 가열함으로써 소정두께의 p형 비정질 실리콘막을 형성한다(S210 및 S220).
- <57> 이후, 상기 p형 비정질 실리콘막의 상면에 불순물을 혼합하지 않은 비 도핑된 액상 수용액을 코팅하여(S230), 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조하여 i형 진성막을 형성하고, 열처리 공정 예컨대, 약 350℃ 내지 550℃(바람직하게는, 약 500℃ 정도)의 온도로 가열함으로써 소정두께의 i형 비정질 실리콘막을 형성한다(S240 및 S250).
- <58> 마지막으로, 상기 i형 비정질 실리콘막의 상면에 n형 불순물 예컨대, 인(P)을 혼합한 액상 수용액을 코팅하여(S260), 수용액에 대한 용매를 제거하기 위해 약 120℃ 내지 170℃의 온도(바람직하게는, 약 150℃ 정도)에서 가열한 후 건조하여 n형 도핑막을 형성하고, 열처리 공정 예컨대, 약 350℃ 내지 550℃(바람직하게는, 약 500℃ 정도)의 온도로 가열함으로써 소정두께의 n형 비정질 실리콘막을 형성한다(S270 및 S280).
- <59> 이러한 일련의 과정을 통하여, p형 비정질 실리콘막, i형 비정질 실리콘막 및 n형 비정질 실리콘막이 순차적으로 적층된 p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성할 수 있다(S290).
- <60> 이렇게 형성된 p-i-n형의 비정질 실리콘막은 결정화 공정 예컨대, 높은 온도에서 열처리하거나 또는 고에너지 레이저광 등에 노출시키게 되면 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 변환하게 되며, 이렇게 형성된 p-i-n형의 다결정질 실리콘막은 제1 전지층(200)이 된다.
- <61> 이때, 상기 액상 수용액은 기관(100), 상기 p형 비정질 실리콘막 및 상기 i형 비정질 실리콘막 각각의 상면에 스핀 코팅(Spin-Coating) 등의 방법을 통해 코팅할 수 있지만 이에 국한하지는 않으며, 전술한 모든 공정은 산소가 없는 상태에서 수행되는 것이 바람직하다.

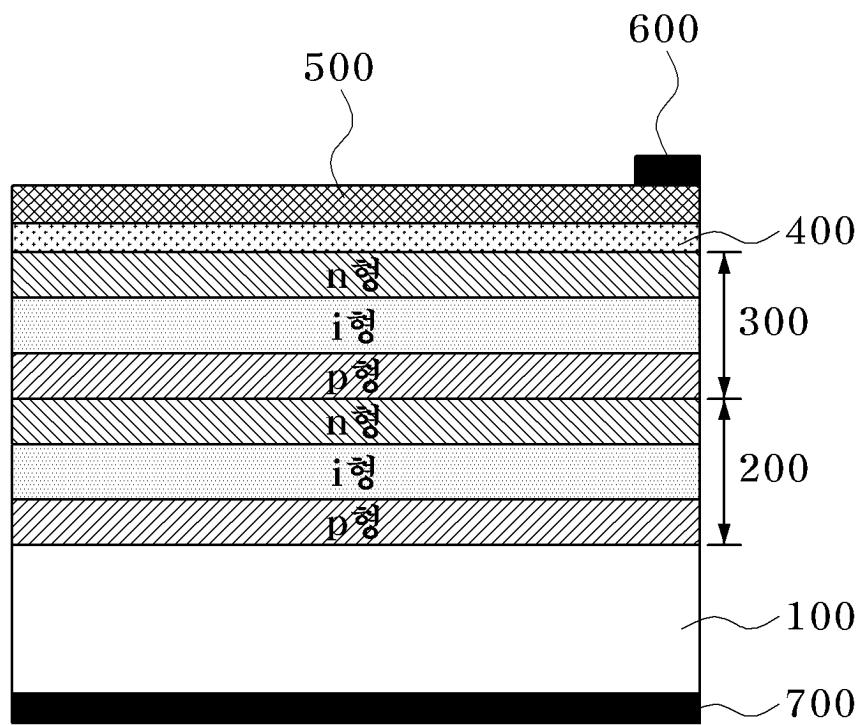
- <62> 한편, 전술한 바와 같이 형성된 제1 전지층(200)의 상부에는 제2 전지층(300)을 형성하게 되는데, 이때 형성되는 제2 전지층(300)은 전술한 제1 전지층(200)의 제조 공정과 동일한 공정 즉, p-i-n형의 비정질 실리콘막을 형성하는 공정을 반복적으로 수행함으로써 형성할 수 있다.
- <63> 이때, 제2 전지층(300)은 제1 전지층(200)의 상부에 연속하여 적층하는 것이 바람직하며, 제1 전지층과(200)는 달리 결정화 공정을 거치지 않기 때문에 p-i-n형의 다결정질 실리콘막이 아닌 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진다.
- <64> 즉, 제1 전지층(200)은 p-i-n형의 다결정질 실리콘막으로 이루어지며, 제2 전지층(300)은 p-i-n형의 비정질 실리콘막으로 이루어진다.
- <65> 이와 같이 액상 수용액을 이용하여 적층형 실리콘 태양전지를 제조하게 되면, 화학기상성장법(CVD)에 의한 제조 공정과 비교하여 많은 장점을 갖게 되는데, 먼저, 저 비용으로도 만족스러운 특징을 갖는 실리콘 막의 생산이 가능하다.
- <66> 이는, 예컨대, 액상 수용액에 대한 불순물의 도핑 시, 수용액상에 불순물을 직접 주입할 수 있기 때문이며, 또한, 수용액의 도포 시에도 예컨대, 스핀 코팅(Spin-Coating) 또는 딥 코팅(Dip-Coating)을 이용할 경우, 코팅 속도 및 수용액의 점성에 의해 막의 두께를 조절할 수 있기 때문에 막 두께의 조절이 용이하기 때문이다.
- <67> 따라서, 상대적으로 고가이며, 도핑의 양 및 실리콘 막의 두께 조절이 어려운 이온 임플래이션 방법을 사용하는 화학기상성장법(CVD)를 사용하지 않고 전 공정을 액상 제조 공정을 통하여 적층형 실리콘 태양전지를 제조한다면 비용 및 제조 시간적 측면에서 많은 이점을 가질 수 있다.
- <68> 전술한 본 발명에 따른 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법 및 이를 이용한 적층형 실리콘 태양전지의 제조방법에 대한 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명에 속한다.

도면의 간단한 설명

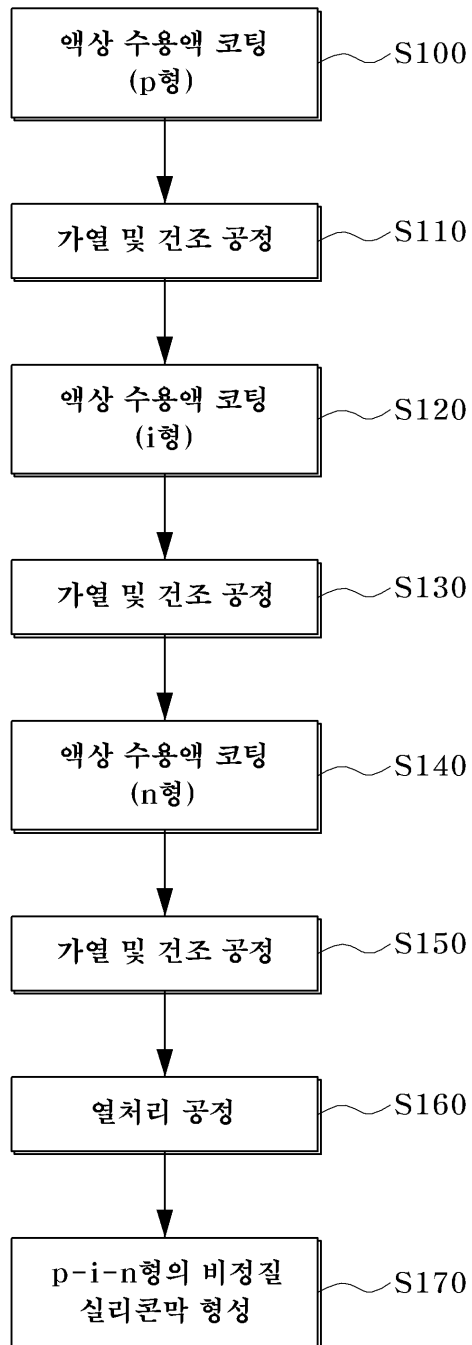
- <69> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적층형 실리콘 태양전지를 설명하기 위한 단면도이다.
- <70> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.
- <71> 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액상 수용액을 이용한 전지층의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

도면

도면1



도면2



도면3

