



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0078638  
(43) 공개일자 2011년07월07일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01) B01D 71/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0135497

(22) 출원일자 2009년12월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대중공업 주식회사

울산광역시 동구 전하동 1번지

(72) 발명자

이형내

충청북도 충주시 용산동 2627 동일하이빌 105동 302호

안수범

서울특별시 성동구 마장동 세림아파트 7동 205호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김 순 영, 김영철

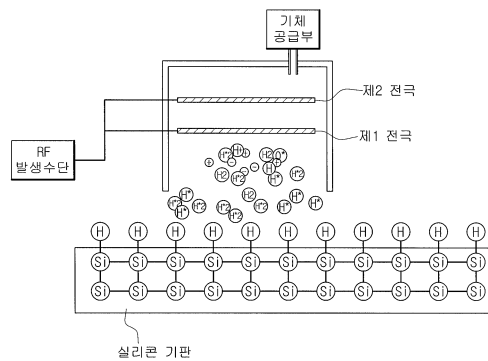
전체 청구항 수 : 총 4 항

#### (54) 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법

##### (57) 요약

본 발명은 반사방지막 형성 전에 태양전지의 표면에 대해 수소 플라즈마 처리를 함으로써 실리콘 덩글링 본드를 부동화합과 함께 자연 산화막을 제거하여 태양전지의 광전변환효율을 향상시킬 수 있는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법은 실리콘 기판을 준비하는 단계와, 확산 공정을 통해 상기 기판 내부에 n형 반도체층을 형성하는 단계 및 상기 기판 표면에 수소 플라즈마 처리를 하여 기판 표면에 존재하는 실리콘 덩글링 본드를 부동화합과 함께 기판 표면의 자연 산화막을 제거하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**노성봉**

충청북도 충주시 칠금동 삼일무지개아파트 101동  
1501호

**송석현**

경기도 용인시 기흥구 보정동 현대아이파크아파트  
213동 301호

**양수미**

충청북도 청원군 오창읍 각리 한라비발디아파트  
817동 104호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

실리콘 기판을 준비하는 단계;

확산 공정을 통해 상기 기판 내부에 n형 반도체층을 형성하는 단계; 및

상기 기판 표면에 수소 플라즈마 처리를 하여 기판 표면에 존재하는 실리콘 덩글링 본드를 부동화함과 함께 기판 표면의 자연 산화막을 제거하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 n형 반도체층을 형성하는 단계는, 인(P) 이온이 기판 내부에 확산되도록 하여 n형 반도체층을 형성하는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 수소 플라즈마 처리 이전에, 상기 기판 표면 상에 형성된 PSG막을 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 수소 플라즈마 처리는,

제 1 전극, 제 2 전극, 기체 공급부 및 RF(radio frequency) 발생수단을 포함하여 구성되는 수소 플라즈마 세정장치에서 진행되고, 상기 실리콘 기판은 상기 수소 플라즈마 세정장치의 하부에 장착되며,

상기 기체 공급부로부터 수소가 공급되는 상태에서, 상기 RF 발생수단을 통해 상기 제 1 전극에 교류 전원이 인가되면 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 마이크로 방전이 발생되고, 상기 마이크로 방전에 의해 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 존재하는 수소가 래디컬로 이온화되는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반사방지막 형성 전에 태양전지의 표면에 대해 수소 플라즈마 처리를 함으로써 실리콘 덩글링 본드를 부동화함과 함께 자연 산화막을 제거하여 태양전지의 광전변환효율을 향상시킬 수 있는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002]

태양전지는 태양광을 직접 전기로 변환시키는 태양광 발전의 핵심소자로서, 기본적으로 p-n 접합으로 이루어진 다이오드(diode)라 할 수 있다. 태양광이 태양전지에 의해 전기로 변환되는 과정을 살펴보면, 태양전지의 p-n 접합부에 태양광이 입사되면 전자-정공 쌍이 생성되고, 전기장에 의해 전자는 n층으로, 정공은 p층으로 이동하게 되어 p-n 접합부 사이에 광기전력이 발생되며, 이 때 태양전지의 양단에 부하나 시스템을 연결하면 전류가 흐르게 되어 전력을 생산할 수 있게 된다.

- [0003] 태양전지의 구조를 살펴보면, 도 1에 도시한 바와 같이 p형 반도체층(101) 상에 n형 반도체층(102)이 구비되며, 상기 n형 반도체층(102)의 상부 및 p형 반도체층의 하부에 각각 전면전극(105)과 후면전극(106)이 구비된다. 이때, 상기 p형 반도체층(101) 및 n형 반도체층(102)은 하나의 기판에 구현되는 것으로서, 기판의 하부는 p형 반도체층(101), 기판의 상부는 n형 반도체층(102)이라 할 수 있으며, 일반적으로 p형 실리콘 기판이 준비된 상태에서 p형 실리콘 기판의 상층부에 n형 불순물 이온을 주입, 확산(diffusion)시켜 n형 반도체층(102)을 형성한다. 또한, 상기 n형 반도체층(102) 상에는 표면 반사를 최소화하기 위한 반사방지막(104)이 구비된다.
- [0004] 한편, 상기 n형 반도체층(102)을 형성하는 공정은, p형 실리콘 기판 상에  $\text{POCl}_3$  용액을 기화시켜, 고온의 열처리를 통해 인(P) 이온이 p형 실리콘 기판 내부로 확산(diffusion)되도록 하여 n형 반도체층(120)이 형성시킨다.
- [0005] 인(P)의 확산 공정이 고온 하에서 진행됨에 따라, 실리콘 기판 상에 인(P)과 실리콘(Si) 등이 반응한 PSG(phosphor-silicate glass)막이 형성되는데, 이와 같은 PSG막은 제거되어야 할 부산물로서, 일반적으로 불산(HF) 등의 식각 용액을 통해 제거된다.
- [0006] PSG막이 제거된 실리콘 기판 표면에는 미결합 상태의 실리콘 땀글링 본드(dangling bond)가 존재하며, 자연산화막(native oxide,  $\text{SiO}_2$ )이 미세한 두께로 형성된다. 이와 같은 실리콘 땀글링 본드는 결함(defect)으로 작용하여 태양전지의 광전변환효율을 저하시키며, 상기 자연산화막 역시 전류의 흐름을 저해하는 요인으로 작용한다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- [0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 반사방지막 형성 전에 태양전지의 표면에 대해 수소 플라즈마 처리를 함으로써 실리콘 땀글링 본드를 부동화함과 함께 자연 산화막을 제거하여 태양전지의 광전변환효율을 향상시킬 수 있는 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제 해결수단

- [0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법은 실리콘 기판을 준비하는 단계와, 확산 공정을 통해 상기 기판 내부에 n형 반도체층을 형성하는 단계 및 상기 기판 표면에 수소 플라즈마 처리를 하여 기판 표면에 존재하는 실리콘 땀글링 본드를 부동화함과 함께 기판 표면의 자연 산화막을 제거하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다. 이 때, 상기 수소 플라즈마 처리 이전에, 상기 기판 표면 상에 형성된 PSG막을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 수소 플라즈마 처리는, 제 1 전극, 제 2 전극, 기체 공급부 및 RF(radio frequency) 발생수단을 포함하여 구성되는 수소 플라즈마 세정장치에서 진행되고, 상기 실리콘 기판은 상기 수소 플라즈마 세정장치의 하부에 장착되며, 상기 기체 공급부로부터 수소가 공급되는 상태에서, 상기 RF 발생수단을 통해 상기 제 1 전극에 교류 전원이 인가되면 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 마이크로 방전이 발생되고, 상기 마이크로 방전에 의해 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 존재하는 수소가 래디컬로 이온화하는 것으로 진행된다.

### 효 과

- [0010] 본 발명에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- [0011] n형 반도체층 형성 후 반사방지막 적층이 진행되기 전에, 기판 표면에 대해 수소 플라즈마 처리를 적용함으로써 기판 표면에 존재하는 실리콘 땀글링 본드가 불활성화되고 이에 따라, 전자, 정공의 재결합을 최소화하여 궁극적으로 태양전지의 광전변환 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0012] 이와 함께, 수소 플라즈마 처리에 의해 자연산화막, 잔류 PSG막이 제거됨에 따라 반사방지막의 증착 균일도가 향상된다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법을 상세히 설명하기로 한다. 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법을 설명하기 위한 공정 단면도이다.
- [0014] 먼저, 도 2a에 도시한 바와 같이 제 1 도전형의 결정질 실리콘 기판(201)을 준비하고, 상기 제 1 도전형의 실리콘 기판(201)의 상부면에 요철이 형성되도록 텍스처링(texturing) 공정을 진행한다. 상기 텍스처링 공정은 기판(201) 표면에서의 빛 반사를 줄이기 위한 것이며, 습식 식각 또는 반응성 이온 식각(reactive ion etching) 등의 건식 식각 방법을 이용하여 진행할 수 있다. 여기서, 상기 제 1 도전형은 p형 또는 n형일 수 있으며 일 예로, 이하의 설명에서는 제 1 도전형은 p형인 것을 기준으로 한다.
- [0015] 상기 제 1 도전형의 결정질 실리콘 기판(201)이 준비된 상태에서, 확산공정을 실시한다. 구체적으로, 챔버 내에 상기 실리콘 기판(201)을 구비시키고 상기 챔버 내에 제 2 도전형 불순물 이온 즉, n형 불순물 이온을 포함하는 가스(예를 들어,  $\text{POCl}_3$ )를 공급하여 인(P) 이온이 확산(diffusion)되도록 한다. 이를 통해, 상기 기판(201)의 상층부 및 하층부에 n형 반도체층(202)이 형성되며, 기판(201)의 측면부에도 인(P) 이온이 확산되어 n형 반도체층(202)이 형성될 수 있다.
- [0016] 한편, 상기 n형 불순물 이온의 확산 공정은 상술한 바와 같은 기상의 가스를 이용하는 방법 이외에, n형 불순물 이온이 포함된 용액 예를 들어, 인산( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 용액 내에 상기 실리콘 기판(201)을 침적시키고 후속의 열처리를 통해 인(P) 이온이 기판(201) 내부에 확산되도록 하여 예비 n형 반도체층(202)(302)을 형성하는 방법을 이용할 수도 있다.
- [0017] 상기 확산공정으로 인해, 도 2b에 도시한 바와 같이 기판(201) 내부에 n형 반도체층(202)이 형성됨과 함께 기판(201) 표면에는 PSG(phosphor-silicate glass)막이 형성된다. 상기 PSG막(203)은 n형 불순물 이온(인(P) 이온)과 실리콘 기판(201)의 실리콘(Si) 등이 반응하여 형성된 것이다. 이어, 상기 PSG막(203)을 불산(HF) 등을 이용하여 제거한다.
- [0018] PSG막(203)이 제거된 실리콘 기판(201)의 표면에는 도 2c에 도시한 바와 같이 공유결합하지 못한 실리콘 땀글링 본드(204)(Si dangling bond)가 존재하며, 이와 함께 미세 두께의 자연 산화막(native oxide,  $\text{SiO}_2$ )(도시하지 않음)이 형성된다.
- [0019] 이와 같은 상태에서, 상기 실리콘 기판(201) 표면에 대해 수소 플라즈마 처리를 하여 상기 실리콘 땀글링 본드(204)를 부동화함과 함께 상기 자연 산화막 또는 PSG 잔류막을 제거한다. 구체적으로, 수소 플라즈마의 수소 이온( $\text{H}^+$ )이 상기 실리콘 땀글링 본드(204)에 결합되도록 하여 실리콘 땀글링 본드(204)에 의한 전류 손실을 방지시키고, 상기 자연 산화막을 제거함으로써 저항인자를 제거한다.
- [0020] 상기 수소 플라즈마 처리는 일 실시예로 도 3에 도시한 바와 같은 수소 플라즈마 세정장치를 통해 진행될 수 있다. 도 3에 도시한 수소 플라즈마 세정장치는 제 1 전극, 제 2 전극, 기체 공급부 및 RF(radio frequency) 발생수단을 포함하여 이루어진다. 상기 제 1 전극은 금속 전극, 제 2 전극은 세라믹 전극으로 구성될 수 있으며, 상기 기체 공급부는 수소 기체를 공급하는 역할을 하며, 상기 RF 발생수단은 상기 제 1 전극에 교류 전원을 인가하는 역할을 한다. 또한, 상기 수소 플라즈마 세정장치 내에는 실리콘 기판(201)이 장착된다.
- [0021] 이와 같은 구성 하에, 상기 기체 공급부로부터 수소 기체가 공급되는 상태에서, 상기 RF 발생수단을 통해 상기 제 1 전극에 교류 전원이 인가되면 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 마이크로 방전(micro-discharge)이 발생되며, 상기 마이크로 방전에 의해 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 존재하는 수소 기체는 다양한 형태의 수소 래디컬( $\text{H}^*$ ,  $\text{H}^{*-}$ )로 이온화된다.
- [0022] 상기 수소 래디컬은 실리콘 기판(201) 표면에 존재하는 자연 산화막 또는 PSG 잔류막을 제거함과 함께 실리콘 땀글링 본드(204)와 결합하여 실리콘 땀글링 본드(204)를 불활성화시킨다.
- [0023] 상기 수소 플라즈마 처리가 완료된 상태에서, 도 2d에 도시한 바와 같이 상기 기판(201)(301) 전면 상에 반사방지막(205)을 형성한다. 상기 반사방지막(205)은 실리콘 질화막( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )으로 구성될 수 있다. 그런 다음, 도 2e에 도시한 바와 같이 상기 기판(201) 전면의 반사방지막(205) 및 기판(201) 후면 상에 도전성 물질을 스크린 인쇄법 등을 통해 도포한 후, 소성 공정을 진행하면 전면전극(206)과 후면전극(207)이 형성되며, 본 발명의 일 실시

예에 따른 태양전지의 제조방법은 완료된다. 이 때, 상기 후면전극 형성 공정시 도전성 물질로 알루미늄 페이스트(Al paste)를 사용할 경우, 후면전극과 접하는 기판(201) 하부에 BSF(back surface field)층을 함께 형성할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 태양전지의 단면도.

도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 플라즈마를 이용한 태양전지의 표면처리 방법을 설명하기 위한 공정 단면도.

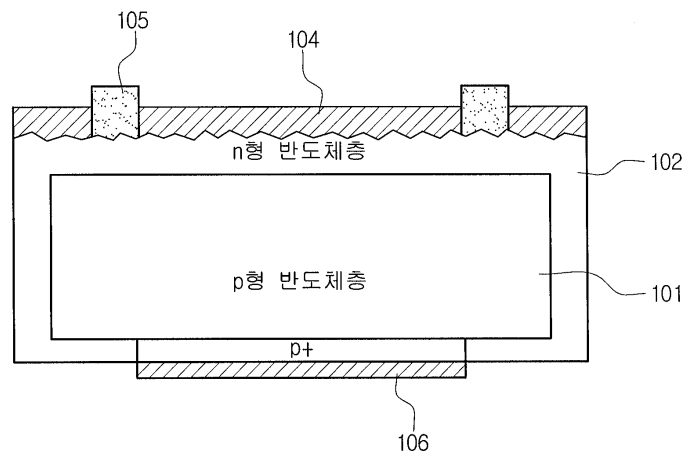
도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 플라즈마 세정장치의 구성도.

<도면의 주요 부분에 대한 설명>

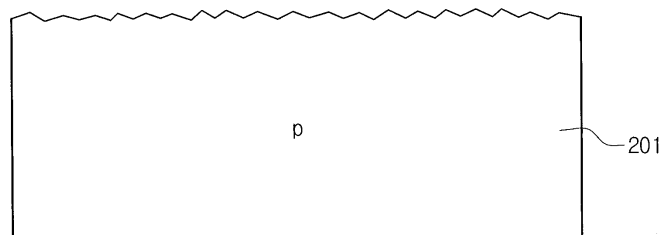
201 : 실리콘 기판                      202 : n형 반도체층  
203 : PSG막                              204 : 실리콘 덩글링 본드  
205 : 반사방지막                      206 : 전면전극  
207 : 후면전극

### 도면

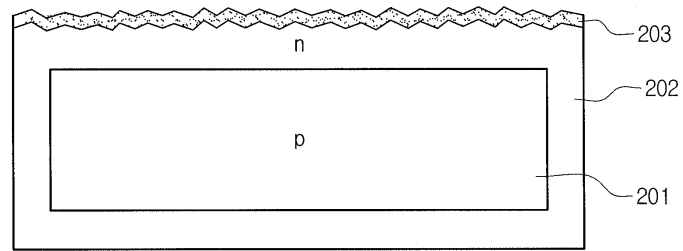
#### 도면1



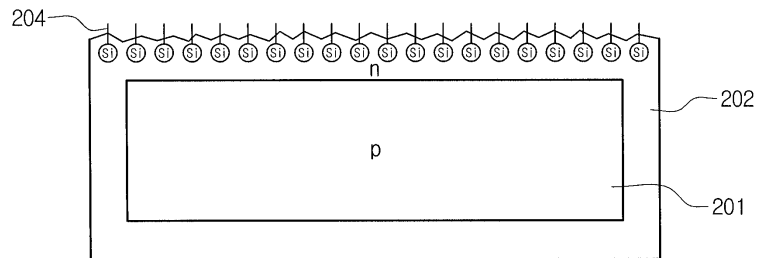
#### 도면2a



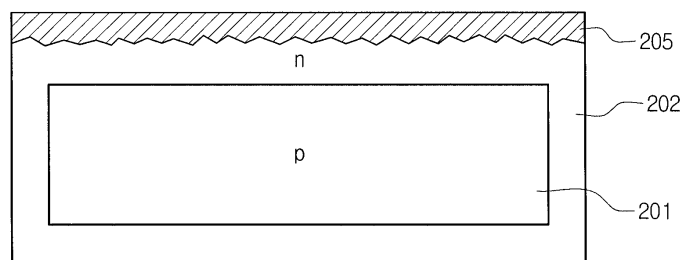
도면2b



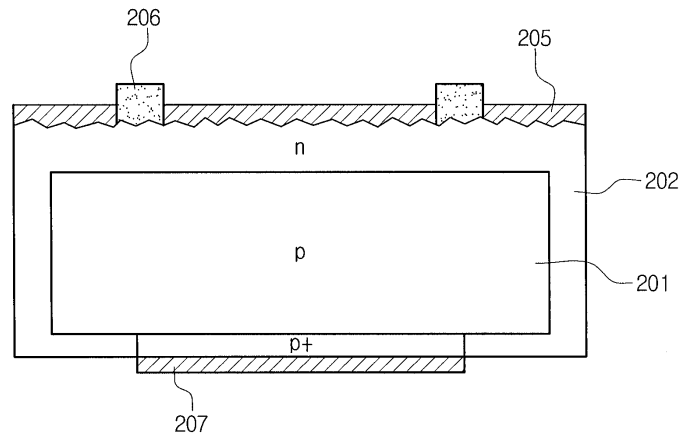
도면2c



도면2d



도면2e



도면3

