



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월12일  
(11) 등록번호 10-1295552  
(24) 등록일자 2013년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0119640  
(22) 출원일자 2011년11월16일  
심사청구일자 2011년11월16일  
(65) 공개번호 10-2013-0053925  
(43) 공개일자 2013년05월24일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101046219 B1\*  
KR1019980072419 A\*  
KR1020100136208 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
심승환  
서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)  
김기수  
서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인로얄

전체 청구항 수 : 총 25 항

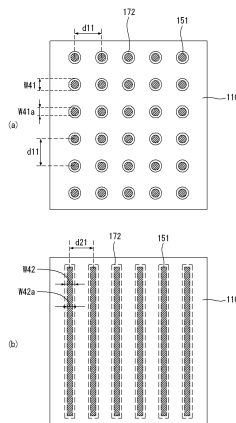
심사관 : 유현석

(54) 발명의 명칭 태양 전지 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 태양 전지에 관한 것이다. 상기 태양 전지는 n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기판, p형을 갖고 있고, 상기 기판의 제1 면에 위치하며 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부, 상기 기판의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기판의 제2 면에 부분적으로 위치하고 상기 n형을 갖는 적어도 하나의 전계부, 상기 제2 에미터 부분에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 제2 에미터 부분과 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 그리고 상기 전계부에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 전계부와 연결되어 있는 복수의 2 전극을 포함한다. 이로 인해, 기판에 형성된 전계부가 기판 전체에 형성되지 않고 제2 전극이 위치한 부분에만 부분적으로 또는 선택적으로 위치하므로, 전계부가 위치므로, 불순물 도핑 농도가 높은 전계부에 전하가 손실되는 것이 방지되므로, 제2 전극과의 접촉 저항을 감소시켜 후면 전계부에서 제2 전극으로의 전하 이동량이 향상된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**윤은애**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

**황유주**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

**이영현**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

**박상욱**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기판,  
 p형을 갖고 있고, 상기 기판의 제1 면에 위치하며 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부,  
 상기 기판의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기판의 제2 면에 부분적으로 위치하고 상기 n형을 갖는 적어도 하나의 전계부,  
 상기 제2 에미터 부분에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 제2 에미터 부분과 연결되어 있는 복수의 제1 전극,  
 상기 전계부에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 전계부와 연결되어 있는 복수의 제2 전극, 그리고  
 상기 복수의 제1 전극이 위치하지 않는 에미터부 위에 위치하고 음(-)의 고정 전하를 갖는 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 반사 방지막  
 을 포함하는 태양 전지.

### 청구항 2

제1항에서,  
 상기 제1 반사 방지막 위에 위치하고 실리콘 질화물로 이루어진 제2 반사 방지막을 더 포함하는 태양 전지.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에서,  
 상기 복수의 제2 전극이 위치하지 않는 상기 기판의 상기 제2 면 위에 위치하고, 실리콘 질화물로 이루어져 있는 제1 보호막과 상기 제1 보호막 위에 위치하고 알루미늄 산화물로 이루어져 있는 상기 제2 보호막을 더 포함하는 태양 전지.

### 청구항 4

제3항에서,  
 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막은 서로 동일한 재료, 굴절률, 두께 및 조성을 갖고 있는 태양 전지.

### 청구항 5

제4항에서,  
 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막 중 적어도 하나는 상기 제1 및 제2 면과 다른 제3 면 위에 추가로 위치하며, 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막은 서로 연결되어 있는 태양 전지.

### 청구항 6

제5항에서,  
 상기 제2 반사 방지막은 상기 제3 면 위에 위치한 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막 중 적어도 하나 위에 추가로 위치하는 태양 전지.

### 청구항 7

제1항에서,  
 상기 적어도 하나의 전계부는 각각 도트(dot) 형상을 갖는 복수의 전계부를 구비한 태양 전지

### 청구항 8

제7항에서,

상기 인접한 두 전계부 간의 피치(pitch)는 0.03mm 내지 0.11mm인 태양 전지.

**청구항 9**

제1항에서,

상기 적어도 하나의 전계부는 각각 정해진 방향으로 뻗어 있는 스트라이프(stripe) 형상을 갖고 있는 복수의 전계부를 구비한 태양 전지

**청구항 10**

제9항에서,

상기 인접한 두 전계부 간의 피치는 0.1mm 내지 0.6mm인 태양 전지.

**청구항 11**

제9항에서,

상기 기관의 상기 제1 면과 상기 제2 면 중 적어도 하나는 입사면인 태양 전지.

**청구항 12**

제1항에서,

상기 복수의 제2 전극 위 그리고 인접한 제2 전극 사이 위에 위치한 반사부를 더 포함하는 태양 전지.

**청구항 13**

제12항에서,

상기 반사부는 금속 재료로 이루어져 있는 태양 전지.

**청구항 14**

제13항에서,

상기 반사부는 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄(Al)과 은(Ag)의 합금(Al:Ag), 또는 알루미늄 합금으로 이루어져 있는 태양 전지.

**청구항 15**

제13항에서,

상기 기관의 상기 제1 면은 입사면이고, 상기 제2 면은 비입사면인 태양 전지.

**청구항 16**

제12항에서,

상기 반사부는 99% 이상의 밀도를 갖는 태양 전지.

**청구항 17**

n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기관에 p형의 불순물을 주입하여 상기 기관의 제1 면에 p형의 에미터층을 형성하는 단계,

상기 기관의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기관의 제2 면 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제1 실리콘 질화막을 형성하는 단계,

상기 제1 실리콘 질화막 위와 상기 에미터층 위에 각각 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 및 제2 알루미늄 산화막을 형성하는 단계,

상기 에미터층 위에 위치한 상기 알루미늄 산화막 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제2 실리콘 질화막을 형성하는 단계,

상기 제2 실리콘 질화막 위에 상기 p형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계,

상기 p형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부를 형성하고, 상기 제2 알루미늄 산화막과 상기 제2 실리콘 질화막을 관통하여 상기 제2 에미터 부분을 드러내는 제1 개구부를 형성하는 단계,

상기 제1 개구부를 통해 드러난 상기 제2 에미터 부분 위에 제1 전극을 형성하는 단계,

상기 제1 알루미늄 산화막 위에 상기 n형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계,

상기 n형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 상기 기판의 상기 제2 면에 상기 기판보다 높은 불순물 도핑 농도를 갖는 전계부를 형성하고, 상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제1 실리콘 질화막을 관통하여 상기 전계부를 드러내는 제2 개구부를 형성하는 단계, 그리고

상기 제2 개구부를 통해 드러난 상기 전계부 위에 제2 전극을 형성하는 단계

를 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

### 청구항 18

n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기판에 p형의 불순물을 주입하여 상기 기판의 제1 면에 p형의 에미터층을 형성하는 단계,

상기 기판의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기판의 제2 면 위에 상기 기판의 상기 제2 면의 부분을 드러내는 개구부를 구비한 도핑 방지막을 형성하는 단계,

상기 도핑 방지막을 구비한 상기 기판의 상기 제2 면에 상기 n형 불순물을 함유한 공정 가스를 확산시켜, 상기 개구부를 통해 노출된 상기 제2 면의 부분에 상기 기판보다 높은 불순물 도핑 농도를 갖는 전계부를 형성하는 단계,

상기 도핑 방지막을 제거하는 단계,

상기 전계부를 구비한 상기 기판의 상기 제2 면 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제1 실리콘 질화막을 형성하는 단계,

상기 제1 실리콘 질화막 위와 상기 에미터층 위에 각각 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 및 제2 알루미늄 산화막을 형성하는 단계,

상기 에미터층 위에 위치한 상기 알루미늄 산화막 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제2 실리콘 질화막을 형성하는 단계,

상기 제2 실리콘 질화막의 부분 위에 상기 p형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계,

상기 p형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부를 형성하고, 상기 제2 알루미늄 산화막과 상기 제2 실리콘 질화막을 관통하여 상기 제2 에미터 부분을 드러내는 제1 개구부를 형성하는 단계,

상기 제1 개구부를 통해 드러난 상기 제2 에미터 부분 위에 제1 전극을 형성하는 단계,

상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 그 하부에 위치한 상기 제1 실리콘 질화막의 부분에 레이저 빔을 조사하여, 상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제1 실리콘 질화막의 부분을 관통하여 상기 전계부를 드러내는 제2 개구부를 형성하는 단계, 그리고

상기 제2 개구부를 통해 드러난 상기 전계부 위에 제2 전극을 형성하는 단계

를 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

### 청구항 19

제17항 또는 제18항에서,

상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제2 알루미늄 산화막은 서로 동일한 재료, 굴절률, 두께, 조성을 갖는 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 20**

제17항 또는 제18항에서,

상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제2 알루미늄 산화막 중 적어도 하나가 상기 제1 및 제2 면과 다른 상기 기판의 제3 면 위에 추가로 형성되는 태양전지의 제조 방법.

**청구항 21**

제17항 또는 제18항에서,

상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 에미터층의 부분은 상기 제2 에미터 부분으로 되고, 상기 레이저 빔이 조사되지 않은 상기 불순물부 하부에 위치하지 않는 상기 에미터층의 부분은 상기 제1 에미터 부분으로 형성되며,

상기 제1 개구부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 제2 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제2 실리콘 질화막의 부분에 형성되는

태양 전지의 제조 방법.

**청구항 22**

제17항에서,

상기 전계부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 기판의 상기 제2 면 부분에 형성되고,

상기 제2 개구부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제1 실리콘 질화막의 부분에 형성되는 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 23**

제17항 또는 제18항에서,

상기 복수의 제1 및 제2 전극은 도금법으로 형성되는 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 24**

제17항 또는 제18항에서,

상기 복수의 제2 전극 위와 인접한 제2 전극 사이에 위치한 제2 알루미늄 산화막 위에 반사부를 형성하는 단계를 더 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 25**

제24항에서,

상기 반사부는 금속 재료로 이루어져 있고, 스퍼터링(sputtering)법이나 이베포레이션(evaporation)법으로 형성되는 태양 전지의 제조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높

아지고, 이에 따라 태양 에너지로부터 전기 에너지를 생산하는 태양 전지가 주목 받고 있다.

- [0003] 일반적인 태양 전지는 p형과 n형처럼 서로 다른 도전성 타입(conductivity type)에 의해 p-n 접합을 형성하는 반도체부, 그리고 서로 다른 도전성 타입의 반도체부에 각각 연결된 전극을 구비한다.
- [0004] 이러한 태양 전지에 빛이 입사되면 반도체부에서 전자와 정공이 생성되고 p-n 접합에 의해 전자는 n형 반도체부 쪽으로 이동하고 정공은 p형 반도체부 쪽으로 이동한다. 이동한 전자와 정공은 각각 p형의 반도체부와 n형의 반도체부에 연결된 서로 다른 전극에 의해 수집되고 이 전극들을 전선으로 연결하여 전력을 얻는다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 태양 전지의 효율을 향상시키기 위한 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 본 발명의 한 특징에 따른 태양 전지는 n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기판, p형을 갖고 있고, 상기 기판의 제1 면에 위치하며 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부, 상기 기판의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기판의 제2 면에 부분적으로 위치하고 상기 n형을 갖는 적어도 하나의 전계부, 상기 제2 에미터 부분에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 제2 에미터 부분과 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 그리고 상기 전계부에만 서로 이격되게 위치하고, 상기 전계부와 연결되어 있는 복수의 2 전극을 포함한다.
- [0007] 이러한 특징에 따른 태양 전지는 상기 복수의 제1 전극이 위치하지 않은 상기 에미터부 위에 위치하고 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 반사 방지막과 상기 제1 반사 방지막 위에 위치하고 실리콘 질화물로 이루어진 제2 반사 방지막을 더 포함할 수 있다.
- [0008] 이러한 특징에 따른 태양 전지는 상기 복수의 제2 전극이 위치하지 않은 상기 기판의 상기 제2 면 위에 위치하고, 실리콘 질화물로 이루어져 있는 제1 보호막과 상기 제1 보호막 위에 위치하고 알루미늄 산화물로 이루어져 있는 상기 제2 보호막을 더 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막은 서로 동일한 재료, 굴절률, 두께 및 조성을 갖는 것이 좋다.
- [0010] 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막 중 적어도 하나는 상기 제1 및 제2 면과 다른 제3 면 위에 추가로 위치하며, 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막은 서로 연결될 수 있다.
- [0011] 상기 제2 반사 방지막은 상기 제3 면 위에 위치한 상기 제1 반사 방지막과 상기 제2 보호막 중 적어도 하나 위에 추가로 위치할 수 있다.
- [0012] 상기 적어도 하나의 전계부는 각각 도트(dot) 형상을 갖는 복수의 전계부를 구비할 수 있다. 이때, 상기 인접한 두 전계부 간의 피치(pitch)는 0.03mm 내지 0.11mm일 수 있다.
- [0013] 상기 적어도 하나의 전계부는 각각 정해진 방향으로 뻗어 있는 스트라이프(stripe) 형상을 갖고 있는 복수의 전계부를 구비할 수 있다. 이때, 상기 인접한 두 전계부 간의 피치는 0.1mm 내지 0.6mm일 수 있다.
- [0014] 상기 기판의 상기 제1 면과 상기 제2 면 중 적어도 하나는 입사면일 수 있다.
- [0015] 상기 특징에 따른 태양 전지는 상기 복수의 제2 전극 위 그리고 인접한 제2 전극 사이 위에 위치한 반사부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 반사부는 금속 재료로 이루어질 수 있다.
- [0017] 상기 반사부는 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄(Al)과 은(Ag)의 합금(Al:Ag), 또는 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0018] 상기 기판의 상기 제1 면은 입사면이고, 상기 제2 면은 비입사면일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 특징에 따른 태양 전지의 제조 방법은 n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기판에 p형의 불순물을 주입하여 상기 기판의 제1 면에 p형의 에미터층을 형성하는 단계, 상기 기판의 상기 제1 면의 반대편에 위치하는 상기 기판의 제2 면 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제1 실리콘 질화막을 형성하는 단계, 상기 제1 실리콘

질화막 위와 상기 에미터층 위에 각각 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 및 제2 알루미늄 산화막을 형성하는 단계, 상기 에미터층 위에 위치한 상기 알루미늄 산화막 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제2 실리콘 질화막을 형성하는 단계, 상기 제2 실리콘 질화막 위에 상기 p형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계, 상기 p형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부를 형성하고, 상기 제2 알루미늄 산화막과 상기 제2 실리콘 질화막을 관통하여 상기 제2 에미터 부분을 드러내는 제1 개구부를 형성하는 단계, 상기 제1 개구부를 통해 드러난 상기 제2 에미터 부분 위에 제1 전극을 형성하는 단계, 상기 제1 알루미늄 산화막 위에 상기 n형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계, 상기 n형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 상기 기관의 상기 제2 면에 상기 기관보다 높은 불순물 도핑 농도를 갖는 전계부를 형성하고, 상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제1 실리콘 질화막을 관통하여 상기 전계부를 드러내는 제2 개구부를 형성하는 단계, 그리고 상기 제2 개구부를 통해 드러난 상기 전계부 위에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0020] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 태양 전지의 제조 방법은 n형의 단결정 실리콘으로 이루어진 기관에 p형의 불순물을 주입하여 상기 기관의 제1 면에 p형의 에미터층을 형성하는 단계, 상기 기관의 상기 제1 면의 반대편에 위치한 상기 기관의 제2 면 위에 상기 기관의 상기 제2 면의 부분을 드러내는 개구부를 구비한 도핑 방지막을 형성하는 단계, 상기 도핑 방지막을 구비한 상기 기관의 상기 제2 면에 상기 n형 불순물을 함유한 공정 가스를 확산시켜, 상기 개구부를 통해 노출된 상기 제2 면의 부분에 상기 기관보다 높은 불순물 도핑 농도를 갖는 전계부를 형성하는 단계, 상기 도핑 방지막을 제거하는 단계, 상기 전계부를 구비한 상기 기관의 상기 제2 면 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제1 실리콘 질화막을 형성하는 단계, 상기 제1 실리콘 질화막 위와 상기 에미터층 위에 각각 알루미늄 산화물로 이루어진 제1 및 제2 알루미늄 산화막을 형성하는 단계, 상기 에미터층 위에 위치한 상기 알루미늄 산화막 위에 실리콘 질화물로 이루어진 제2 실리콘 질화막을 형성하는 단계, 상기 제2 실리콘 질화막의 부분 위에 상기 p형의 불순물을 함유한 불순물부를 도포하는 단계, 상기 p형의 불순물을 함유한 상기 불순물부 위에 레이저 빔을 조사하여, 제1 면저항값을 갖는 제1 에미터 부분과 상기 제1 면저항값보다 작은 제2 면저항값을 갖는 제2 에미터 부분을 구비한 에미터부를 형성하고, 상기 제2 알루미늄 산화막과 상기 제2 실리콘 질화막을 관통하여 상기 제2 에미터 부분을 드러내는 제1 개구부를 형성하는 단계, 상기 제1 개구부를 통해 드러난 상기 제2 에미터 부분 위에 제1 전극을 형성하는 단계, 상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 그 하부에 위치한 상기 제1 실리콘 질화막의 부분에 레이저 빔을 조사하여, 상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제1 실리콘 질화막의 부분을 관통하여 상기 전계부를 드러내는 제2 개구부를 형성하는 단계, 그리고 상기 제2 개구부를 통해 드러난 상기 전계부 위에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제2 알루미늄 산화막은 서로 동일한 재료, 물질, 두께, 조성을 가질 수 있다.

[0022] 상기 제1 알루미늄 산화막과 상기 제2 알루미늄 산화막 중 적어도 하나가 상기 제1 및 제2 면과 다른 상기 기관의 제3 면 위에 추가로 형성될 수 있다.

[0023] 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 에미터층의 부분은 상기 제2 에미터 부분으로 되고, 상기 레이저 빔이 조사되지 않은 상기 불순물부 하부에 위치하지 않는 상기 에미터층의 부분은 상기 제1 에미터 부분으로 되며, 상기 제1 개구부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 제2 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제2 실리콘 질화막의 부분에 형성될 수 있다.

[0024] 상기 전계부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 기관의 상기 제2 면 부분에 형성되고, 상기 제2 개구부는 상기 레이저 빔이 조사된 부분 하부에 위치한 상기 제1 알루미늄 산화막의 부분과 상기 제1 실리콘 질화막의 부분에 형성될 수 있다.

[0025] 상기 복수의 제1 및 제2 전극은 도금법으로 형성될 수 있다.

[0026] 상기 특징에 따른 태양 전지의 제조 방법은 상기 복수의 제2 전극 위와 인접한 제2 전극 사이에 위치한 제2 알루미늄 산화막 위에 반사부를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 상기 반사부는 금속 재료로 이루어질 수 있고, 스퍼터링(sputtering)법이나 이베포레이션(evaporation)법으로 형성될 수 있다.

[0028] 상기 반사부는 99% 이상의 밀도를 가질 수 있다.



**발명의 효과**

[0029] 이러한 특징에 따르면, 기관에 형성된 전계부가 기관 전체에 형성되지 않고 제2 전극이 위치한 부분에만 부분적으로 또는 선택적으로 위치하므로, 전계부가 위치므로, 불순물 도핑 농도가 높은 전계부에 전하가 손실되는 것이 방지되므로, 제2 전극과의 접촉 저항을 감소시켜 후면 전계부에서 제2 전극으로의 전하 이동량이 향상된다. 또한, 태양 전지의 기관이 n형의 반도체 기관일 때, 기관의 후면에 바로 위치하는 보호막은 음(-)의 고정 전하를 갖는 물질로 이루어지고 기관의 전면에 바로 위치한 반사 방지막은 (+)의 고정 전하를 갖는 물질로 이루어지므로, 고정 전하를 이용한 전자와 정공의 이동이 제어되어, 태양 전지의 효율이 향상된다.

**도면의 간단한 설명**

[0030] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.  
 도 2는 도 1에 도시한 태양 전지를 II-II선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.  
 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지 전체의 단면도를 개략적으로 도시한 단면도이다.  
 도 4의 (a)와 (b)는 각각 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 후면에 위치한 복수의 후면 전극을 개략적으로 도시한 도면이다.  
 도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지에서 인접한 후면 전계부간 간격에 따른 전력 손실량과 후면 전극간의 간격에 따른 개방 전압의 변화를 각각 도시한 그래프이다.  
 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 다른 예에 따른 일부 사시도이다.  
 도 7은 도 6에 도시한 태양 전지를 VII-VII선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.  
 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 후면 반사부에서 후면 반사부의 재료에 따라서 빛의 파장대별로 빛의 반사율을 도시한 그래프이다.  
 도 9은 본 발명의 한 실시예에 따라서 후면 반사부를 구비한 태양 전지에서 개방 전압, 단락 전류 및 효율의 증가율을 도시한 그래프이다.  
 도 10a 내지 도 10k는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지를 제조하는 방법의 한 예를 순차적으로 도시한 도면이다.  
 도 11a 내지 도 11c는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지를 제조하는 방법의 다른 예의 일부를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 또한 어떤 부분이 다른 부분 위에 "전체적"으로 형성되어 있다고 할 때에는 다른 부분의 전체 면에 형성되어 있는 것뿐만 아니라 가장자리 일부에는 형성되지 않은 것을 뜻한다.

[0033] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지에 대하여 설명한다.

[0034] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 한 예에 대하여 상세하게 설명한다.

[0035] 도 1을 참고로 하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 한 예는 기관(110), 빛이 입사되는 기관(110)의 제1 면(이하, '전면'이라 함)에 위치한 에미터부(emitter portion)(121), 기관(110)의 제1 면의 반대편에 위치한 기관(110)의 제2 면(이하, '후면'이라 함)에 위치한 복수의 후면 전계부(back surface field

portion)(172), 기관(110)의 후면과 기관(110)의 측면(제 3면)에 위치하는 보호부(192), 에미터부(121) 위[즉, 기관(110)의 전면 위]와 기관(110)의 측면 및 후면에 위치하는 보호부(192) 위에 위치한 반사 방지부(130), 기관(110)의 전면에 위치하고 반사 방지부(130)를 관통하여 에미터부(121)와 연결되어 있는 전면 전극부(제1 전극부)(140), 그리고 기관(110)의 후면에 위치하고 후면 전계부(172)와 연결되어 있는 복수의 후면 전극(제2 전극)(151)을 구비한다.

- [0036] 기관(110)은 제1 도전성 타입, 예를 들어 n형 도전성 타입의 실리콘(silicon)가 같은 반도체로 이루어진 반도체 기관이다. 이때, 반도체는 단결정 실리콘과 같은 결정질 반도체이다. n형의 기관(110)에는 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물이 도핑된다.
- [0037] 도 1 내지 도 3에서, 평탄면인 기관(110)의 전면 전체에 별도의 텍스처링 처리 공정이 행해져, 기관(110)의 전면은 주변보다 위로 튀어 올라온 복수의 돌출부(11)와 주변보다 아래로 꺼진 복수의 오목부(12)를 구비한 요철면인 텍스처링 표면(textured surface)을 가진다. 이 경우, 기관(110)의 전면 위에 위치한 에미터부(121)와 반사 방지부(130) 역시 요철면을 갖는다.
- [0038] 이와 같이, 기관(110)의 전면이 텍스처링되어 있으므로, 기관(110)의 입사 면적이 증가하고 요철에 의한 복수 번의 반사 동작으로 빛 반사도가 감소하여, 기관(110)으로 입사되는 빛의 양이 증가하므로 태양 전지의 효율이 향상된다.
- [0039] 편의상, 도 1 내지 도 3에서 텍스처링 표면 각 돌출부(11)의 최대 지름(D1)과 최대 돌출 높이(D2)는 랜덤(random)하게 정해지므로, 다양한 최대 지름(D1)과 최대 돌출 높이(D2)를 갖는 복수의 돌출부(11)가 형성된다.
- [0040] 기관(110)에 위치한 에미터부(121)는 기관(110)의 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입, 예를 들어, p형의 도전성 타입을 구비하고 있는 불순물부이다. 따라서 기관(110)의 제1 도전성 타입 부분과 p-n 접합을 이룬다.
- [0041] 이러한 에미터부(121)는 서로 다른 불순물 도핑 두께(즉, 불순물 도핑 농도)를 갖는 제1 에미터 부분(1211)과 제2 에미터 부분(1212)을 구비한다.
- [0042] 본 실시예에서, 제2 에미터 부분(1212)의 불순물 도핑 두께는 제1 에미터 부분(1211)의 불순물 도핑 두께보다 커, 제2 에미터 부분(1212)의 불순물 도핑 농도는 제1 에미터 부분(1211)의 불순물 도핑 농도보다 크다. 예를 들어, 제1 에미터 부분(1211)은 기관(110) 전면의 표면으로부터 200nm 내지 500nm의 두께를 가질 수 있고, 제2 에미터 부분(1212)은 기관(110) 전면의 표면으로부터 400nm 내지 700nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0043] 이때, 기관(110)의 텍스처링 표면의 각 요철의 높이 차이로 인한 오차 범위 내에서 존재하는 두께는 동일한 것으로 간주하다.
- [0044] 또한, 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)의 불순물 도핑 두께 차이로 인해, 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)의 면저항값(sheet resistance) 역시 서로 상이하다. 일반적으로 면저항값은 불순물 도핑 두께에 반비례하므로, 불순물 도핑 두께가 얇은 제1 에미터 부분(1211)의 면저항값이 제2 에미터 부분(1212)의 면저항값보다 크다. 예를 들어, 제1 에미터 부분(1211)의 면저항값은 80Ω/sq. 내지 150Ω/sq.이고, 제2 에미터 부분(1212)의 면저항값은 30Ω/sq. 내지 70Ω/sq.일 수 있다.
- [0045] 에미터부(121)의 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)의 면저항값을 p-n 접합 부분에서의 전류 손실량과 전면 전극부(140)와의 접촉 저항 등을 고려하여 정해질 수 있다.
- [0046] 이때, 기관(110)으로의 불순물 확산에 의해 에미터부(121)가 형성되므로 기관(110)과 에미터부(121)의 접합면은 평탄면이 아니라 기관(110) 전면의 텍스처링 표면 형상에 영향을 받아 요철면을 갖는다.
- [0047] 기관(110)과 에미터부(121)와의 p-n 접합에 인한 내부 전위차(built-in potential difference)에 의해, 기관(110)에 입사된 빛에 의해 생성된 전하인 전자와 정공 중 전자는 n형 쪽으로 이동하고 정공은 p형 쪽으로 이동한다. 따라서, 기관(110)이 n형이고 에미터부(121)가 p형일 경우, 전자는 기관(110) 후면 쪽으로 이동하고 정공은 에미터부(121) 쪽으로 이동한다.
- [0048] 기관(110)의 후면에 위치한 복수의 후면 전계부(172)는 기관(110)의 도전성 타입과 동일한 제1 도전성 타입, 예를 들어, n형의 도전성 타입의 불순물이 기관(110)보다 고농도로 도핑된 영역으로 기관(110) 전면과는 반대편에 위치한 기관(110)의 후면에 위치한다.
- [0049] 이와 같이, 기관(110)보다 높은 농도로 불순물이 도핑되어 있으므로, 후면 전계부(172)는 기관(110)보다 낮은 저항값과 높은 전도도를 갖고 있다.

- [0050] 이러한 복수의 후면 전계부(172)는 기판(110)의 후면 전체에 위치하지 않고 복수의 후면 전극(151)이 위치한 기판(110) 부분에만 또는 복수의 후면 전극(151)이 위치한 기판(110) 부분과 그 주변에만 부분적 또는 선택적으로 위치한다. 따라서 인접한 후면 전계부(172) 사이 또는 인접한 후면 전극(151) 사이의 기판(110) 후면에는 후면 전계부(172)가 위치하지 않는 부분이 존재하며, 복수의 후면 전계부(172)는 서로 이격되어 있다. 이때, 각 후면 전계부(172)의 불순물 도핑 농도와 면저항값은 모두 동일하다. 예를 들어, 본 예에서, 각 후면 전계부(172)의 면저항값은 예를 들어, 약  $15\Omega/\text{sq}$ . 내지  $45\Omega/\text{sq}$ .일 수 있다.
- [0051] 이러한 각 후면 전계부(172)는 도 4의 (a)에 도시한 것처럼 원형과 같은 도트(dot)[즉, 섬(island)] 형상을 가지거나, 도 4의 (b)에 도시한 것처럼, 정해 방향으로 길게 뻗어 있는 스트라이프(stripe) 형상을 가질 수 있다.
- [0052] 이외에도 대안적인 예에서, 복수의 후면 전계부(172) 각각의 형상은 타원형이나 사각형 등과 같은 다각형의 도트 형상도 물론 가질 수 있다.
- [0053] 이와 같이, 기판(110)의 제1 도전성 영역과 복수의 후면 전계부(172)간의 불순물 농도 차이로 인해 전위 장벽이 형성되고, 이로 인해, 전자의 이동 방향인 후면 전계부(172) 쪽으로의 정공 이동은 방해되는 반면, 후면 전계부(172) 쪽으로의 전자 이동은 좀더 용이해진다. 따라서, 후면 전계부(172)는 기판(110)의 후면 및 그 부근에서 전자와 정공의 재결합으로 손실되는 전하의 양을 감소시키고 원하는 전하(예, 전자)의 이동을 가속화시켜 후면 전극(151)으로의 전하 이동량을 증가시킨다.
- [0054] 기판(110)의 후면 위 및 측면 위에 위치한 보호부(192)는 수소화된 실리콘 질화물( $\text{SiN}_x\text{:H}$ )로 이루어져 있고, 2.0 내지 2.2의 굴절률을 갖고 있다.
- [0055] 이러한 보호부(192)는 수소(H)를 이용하여 기판(110)의 표면 및 그 근처에 존재하는 땀글링 결합(dangling bond)과 같은 결함(defect)을 안정한 결합으로 바꾸게 되고, 이로 인해 결함에 의해 기판(110)의 표면 쪽으로 이동한 전하가 소멸되는 것을 감소시키는 패시베이션 기능(passivation function)을 실행한다. 따라서, 보호부(192)에 의해, 결함에 의한 손실되는 전하의 양이 줄어든다.
- [0056] 이때, 기판(110)의 후면뿐만 아니라 기판(110)의 측면에도 보호부(192)가 위치하므로, 패시베이션 기능이 행해지는 기판(110)의 표면 영역이 증가하여 결함에 의해 손실되는 전하의 양은 더욱더 감소한다.
- [0057] 이때, 실리콘 질화물은 일반적으로 양(+)의 고정 전하(positive fixed charge)의 특성을 갖고 있다.
- [0058] 이로 인해, 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 기판(110)의 후면 바로 위에 실리콘 질화물로 이루어진 보호부(192)가 위치하면, 보호부(192)가 양(+) 전하의 특성을 띄게 되어 보호부(192) 쪽으로 이동하는 음 전하인 전자는 실리콘 질화물인 보호부(192)와 반대의 극성을 갖고 있으므로 실리콘 질화물인 보호부(192)의 극성에 의해 보호부(192) 쪽으로 끌여 당겨지고, 반면, 실리콘 질화물인 보호부(192)와 동일한 극성을 갖는 양 전하인 정공은 보호부(192)의 극성에 의해 보호부(192)의 반대쪽인 기판(110)의 전면 쪽으로 밀려나게 된다. 이로 인해, n형 기판(110)의 후면 위에 보호부(192)로서 실리콘 질화물을 사용할 경우, 양(+)의 고정 전하의 영향으로 기판(110)의 후면 쪽으로 이동하는 전자의 이동량을 더욱 증가하고, 기판(110)의 후면에서 발생하는 전하의 재결합량이 감소한다.
- [0059] 이와 같이 수소(H)를 이용한 표면 패시베이션과 고정 전하를 이용한 전계 패시베이션 효과를 얻기 위해, 예를 들어, 보호부(192)는 70nm 내지 80nm일 수 있다.
- [0060] 반사 방지부(130)는, 도 1 내지 도 3에 도시한 것처럼, 알루미늄 산화물( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )로 이루어진 제1 반사 방지막(131)과 제1 반사 방지막(131) 위에 위치하고 수소화된 실리콘 질화물( $\text{SiN}_x\text{:H}$ )로 이루어진 제2 반사 방지막(132)으로 이루어져 있다.
- [0061] 본 예에서, 알루미늄 산화물( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )로 이루어진 제1 반사 방지막(131)의 두께는 5nm 내지 10nm이고 굴절률은 1.1 내지 1.6이며, 실리콘 질화물( $\text{SiN}_x\text{:H}$ )로 이루어진 제2 반사 방지막(132)의 두께는 70nm 내지 80nm이며 굴절률은 2.0 내지 2.2이다. 이때, 기판(110)과 인접해 있는 제1 반사 방지막(131)의 굴절률이 공기와 인접해 있는 제2 반사 방지막(132)의 굴절률보다 작으므로, 제1 반사 방지막(131)의 굴절률로 인한 반사 방지 효과의 감소를 방지하기 위해, 제1 반사 방지막(131)의 두께는 제2 반사 방지막(132)의 두께보다 훨씬 작은 것이 좋다.
- [0062] 알루미늄 산화물( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )로 이루어진 제1 반사 방지막(131)은 기판(110)의 전면 위, 즉 기판(110)의 전면에 위치한 에미터부(121) 위에 위치하며, 또한, 기판(110)의 후면 위 및 측면 위, 즉, 기판(110)의 후면과 측면에 위치한 보호부(192) 위에 위치한다. 결국, 제1 반사 방지막(131)은 전면 전극부(140)와 후면 전극(151)이 위치한

부분을 제외하면 기판(110)의 전체면, 즉 전면 위, 측면 위 및 후면 위에 위치한다.

- [0063] 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )은 일반적으로 실리콘 질화물( $SiNx$ )과는 반대로 음(-)의 고정 전하(fixed charge)를 갖고 있다.
- [0064] 따라서, 실리콘 질화물과는 반대로, p형의 에미터부(121) 위에 위치한 음(-) 고정 전하를 갖는 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )의 제1 반사 방지막(131)에 의해 양(+) 전하인 정공은 에미터부(121) 쪽으로 당겨지고, 에미터부(121) 쪽으로 이동하는 전자는 기판(110)의 후면 쪽으로 밀려나게 된다.
- [0065] 이로 인해, 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )의 제1 반사 방지막(131)으로 인해, 에미터부(121) 쪽으로 이동하는 전자의 양은 더욱 증가하고, 에미터부(121)에서 전자와 정공의 재결합량은 감소한다.
- [0066] 이와 같이, 음(-)의 고정 전하를 갖는 제1 반사 방지막(131)의 영향이 양(+)의 고정 전하를 갖는 보호부(192)에 악영향을 미치는 것을 방지하기 위해 보호부(192)의 두께는 보호부(192) 위에 위치한 제1 반사 방지막(131)보다 더 두꺼운 것이 좋다. 따라서, 이미 기재한 것처럼, 보호부(192)가 70nm 내지 80nm의 두께를 갖고 제1 반사 방지막(131)은 5nm 내지 10nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0067] 보호부(192)가 70nm 내지 80nm의 두께를 가질 경우, 후면 전계부(192)는 표면 패시베이션뿐만 아니라 고정 전하(+)를 이용한 전계 패시베이션 효과가 크게 향상된다.
- [0068] 또한, 알루미늄 산화물에 의한 부동화막(passivation film)에 의해 패시베이션 기능이 또한 수행되므로, 제1 반사 방지막(131) 아래에 있는 에미터부(121)나 보호부(192)가 보호된다.
- [0069] 수소화된 실리콘 질화물( $SiNx:H$ )로 이루어진 제2 반사 방지막(132)은 기판(110)의 전면에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위 그리고 기판(110)의 측면에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위에만 존재한다. 즉, 제2 반사 방지막(132)은 제1 반사 방지막(131)과 달리 기판(110)의 후면 위에는 존재하지 않는다.
- [0070] 기판(110)의 후면에 위치한 보호부(192)와 유사하게, 이러한 제2 반사 방지막(132)에 함유된 수소(H)는 제1 반사 방지막(131) 쪽을 이동하여 기판(110)의 표면 및 그 근처에 존재하는 결함을 안정한 결합으로 바꾸는 패시베이션 기능을 실행한다. 이로 인해, 기판(110)의 표면에서 결합에 의해 손실되는 전하의 양이 감소한다.
- [0071] 이와 같이, 기판(110)의 전면에 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )의 제1 반사 방지막(131)과 실리콘 질화물( $SiNx:H$ )의 제2 반사 방지막(132)으로 이루어진 이중 반사 방지막 구조를 형성하므로, 제1 반사 방지막(131)의 고정 전하에 의한 전계 효과와 제2 반사 방지막(132)에 의해 표면 패시베이션 효과가 얻어진다.
- [0072] 알루미늄 산화막인 제1 반사 방지막(131)의 두께가 약 5nm 이상일 경우, 알루미늄 산화막이 좀더 균일하게 형성되고 제1 반사 방지막(131)의 고정 전하를 이용한 전계 패시베이션 효과가 좀더 안정적으로 얻어지고, 제1 반사 방지막(131)의 두께가 약 10nm 이하일 경우, 굴절률로 인한 반사 방지 효과의 감소 없이 제1 반사 방지막(131)의 제조 시간과 제조 비용이 절감된다.
- [0073] 또한, 실리콘 질화막인 제2 반사 방지막(132)의 두께가 약 70nm 이상일 경우, 제2 반사 방지막(132)을 좀더 균일하게 형성하고 수소(H)를 이용한 패시베이션 효과가 좀더 안정적으로 얻어지며, 제2 반사 방지막(132)의 두께가 약 80nm 이하일 경우, 제2 반사 방지막(132)의 제조 시간과 제조 비용이 절감된다.
- [0074] 또한, 기판(110)의 후면에 기판(110)의 후면 바로 위에 위치하는 실리콘 질화물( $SiNx:H$ )로 이루어진 실리콘 질화막인 보호부(192)와 이 보호부(192) 위에 위치하고 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )로 이루어진 알루미늄 산화막인 제1 반사 방지막(131)을 구비한 이중 보호막 구조가 형성된다. 따라서, 기판(110)의 후면에서 보호부(192)는 이중 보호막 구조의 하부막인 제1 보호막이 되고, 제1 반사 방지막(131)은 이중 보호막 구조의 상부막인 제2 보호막이 된다.
- [0075] 이로 인해, 태양 전지를 제조할 때 인가되는 열에 의해, 보호부(192)에 함유된 수소(H)가 기판(110)쪽으로 이동하지 않고 그 반대 방향인 기판(110)의 후면 쪽으로 이동하는 것을 방지한다. 이로 인해, 보호부(192)에 함유된 수소(H)를 이용한 기판(110) 후면의 표면 패시베이션 효과가 향상된다.
- [0076] 전면 전극부(140)는 에미터부(121)와 연결되어 있고, 복수의 전면 전극(제1 전극)(141)과 복수의 전면 전극(141)과 연결되어 있는 복수의 전면 버스바(제1 버스바)(142)를 구비한다.
- [0077] 복수의 전면 전극(141)은 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212)과 전기적 및 물리적으로 연결되어 있고, 서로

이격되어 정해진 방향으로 나란히 뻗어있다. 복수의 전면 전극(141)은 에미터부(121) 쪽으로 이동한 전하, 예를 들면, 정공을 수집한다.

[0078] 복수의 전면 버스바(142)는 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212)과 전기적 및 물리적으로 연결되어 있고 복수의 전면 전극(141)과 교차하는 방향으로 나란하게 뻗어 있다.

[0079] 각 전면 버스바(142)는 에미터부(121)로부터 이동하는 전하, 즉 캐리어(carrier)(예, 정공)뿐만 아니라 교차하는 복수의 전면 전극(141)에 의해 수집된 전하를 모아서 원하는 방향으로 이동시켜야 되므로, 각 전면 버스바(142)의 폭은 각 전면 전극(141)의 폭보다 크다.

[0080] 본 예에서, 복수의 전면 버스바(142)는 복수의 전면 전극(141)과 동일 층에 위치하며 각 전면 전극(141)과 교차하는 지점에서 해당 전면 전극(141)과 전기적 및 물리적으로 연결되어 있다.

[0081] 따라서, 도 1에 도시한 것처럼, 복수의 전면 전극(141)은 가로 또는 세로 방향으로 뻗어 있는 스트라이프(stripe) 형상을 갖고, 복수의 전면 버스바(142)는 세로 또는 가로 방향으로 뻗어 있는 스트라이프 형상을 갖고 있어, 전면 전극부(140)는 기관(110)의 전면에 격자 형태로 위치한다.

[0082] 본 예에서, 각 전면 전극(141)의 폭(W1)은 약 20 $\mu$ m 내지 30 $\mu$ m일 수 있고, 각 전면 버스바(142)의 폭(W2)은 약 1.5mm 내지 2mm일 수 있다.

[0083] 본 예에 따른 태양 전지의 에미터부(121)는 이미 설명한 것처럼, 전면 전극부(140)가 위치한 곳과 위치하지 않은 곳에 따라 불순물 도핑 농도가 달라져, 위치에 따라 불순물 불순물 도핑 두께가 서로 상이한 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)을 구비한 선택적 에미터 구조를 갖고 있다.

[0084] 따라서, 전면 전극부(140)의 존재 여부와 무관하고 동일한 불순물 도핑 농도와 불순물 도핑 두께를 갖는 일반적인 에미터 구조와 비교할 때, 전면 전극부(140)가 위치한 제2 에미터 부분(1212)에서 기관(110)의 후면과 p-n 접합면 간의 수직 거리(L1)는 감소하게 된다. 이로 인해, 전면 전극부(140)와 연결된 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212)으로 이동하는 정공의 이동거리가 감소하여 전면 전극부(140)의 전하 수집율이 향상되어 태양 전지의 효율이 향상된다. 특히, 본 예의 경우, 전자보다 이동도가 작은 정공이 기관(110)에서부터 에미터부(121)로 이동하므로 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212)으로 이동하는 정공의 양은 증가하고, 이로 인해, 태양 전지의 효율은 향상된다.

[0085] 또한 인접한 전면 전극부(140)로의 전하 이동이 주로 행해지는 제1 에미터 부분(1211)은 낮은 불순물 도핑 농도를 갖고 있어 불순물로 인한 전하의 손실이 감소하여 제1 에미터 부분(1211)에서 인접한 전면 전극부(140)로의 전하의 이동량이 향상되고, 전면 전극부(140)와 직접 접촉하여 전하를 출력하는 제2 에미터 부분(1212)은 높은 불순물 도핑 농도로 인한 제1 에미터 부분(1211)보다 높은 전도도와 낮은 저항값을 갖고 있다. 따라서, 제2 에미터 부분(1212)에서 전면 전극(141)으로의 전하 전송율이 향상되어 태양 전지의 효율이 증가한다.

[0086] 복수의 전면 버스바(142)는 외부 장치와 연결되어, 수집된 전하를 외부 장치로 출력한다.

[0087] 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면 버스바(142)를 구비한 전면 전극부(140)는 은(Ag)과 같은 적어도 하나의 도전 물질로 이루어져 있다.

[0088] 도 1에서, 기관(110)에 위치하는 전면 전극(141)과 전면 버스바(142)의 개수는 한 예에 불과하고, 경우에 따라 변경 가능하다.

[0089] 복수의 후면 전극(151)은 복수의 후면 전계부(172) 위에 위치하고, 복수의 후면 전계부(172)와 바로 접해 있다.

[0090] 복수의 후면 전극(151)은 도 4의 (a) 및 (b)에 도시한 것처럼 복수의 후면 전계부(172)와 동일한 형상을 갖는다.

[0091] 따라서, 각 후면 전계부(172)가 원형, 타원형 또는 다각형과 같은 도트 형상을 가질 경우, 도 4의 (a)에 도시한 것처럼, 각 후면 전극(151)은 대응하는 후면 전계부(172)와 연결되므로, 각 후면 전극(151) 역시 후면 전계부(172)의 형상과 같이 원형, 타원 또는 다각형과 같은 도트 형상을 갖게 된다. 또한, 각 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상을 가질 경우, 도 4의 (b)와 같이, 각 후면 전극(151) 역시 각 후면 전계부(172) 위에서 후면 전계부(172)를 따라서 연장하는 스트라이프 형상을 갖게 된다.

[0092] 각 후면 전극(151)은 각 후면 전계부(172)의 형성 위치 내에 위치하므로, 각 후면 전극(151)의 폭(W41a, W42a)은 각 후면 전계부(172)의 폭(W41, W42)보다 작거나 같다.

- [0093] 이때, 각 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상을 가질 때보다 도트 형상을 가질 경우, 후면 전계부(172)의 형성 면적이 적어 기관(110)의 후면으로 이동한 전하를 수집하는 복수의 후면 전극(151)의 수집 효율이 감소한다.
- [0094] 따라서, 후면 전극(151)으로의 전하 수집 효율을 향상시키기 위해, 각 후면 전계부(172)가 도트 형상을 가질 경우, 인접한 두 후면 전계부(172)의 중심과 중심 사이의 간격인 피치(pitch)는 스트라이프 형상을 갖는 인접한 두 후면 전계부(172)의 중심과 중심 사이의 간격(피치)보다 작은 것이 좋다.
- [0095] 예를 들어, 후면 전계부(172)가 도트 형상을 가질 경우, 인접한 후면 전계부(172)간의 피치(d11)는 약 0.03mm 내지 0.11mm이고, 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상을 가질 경우, 인접한 후면 전계부(172)간의 간격(d21)는 약 0.1mm 내지 0.6mm 이다. 이때, 각 후면 전계부(172)의 지름(또는 최대폭)(W41, W42)은 약 10 $\mu$ m 내지 30 $\mu$ m이다. 본 예에서, 인접한 두 후면 전극부(172) 사이의 피치는 그 위에 각각 위치한 두 후면 전극(151) 사이의 피치와 동일하다.
- [0096] 이와 같이, 후면 전계부(172)가 0.03mm 또는 0.1mm 이상의 피치(d11, d21)를 가질 경우, 불순물 도핑 영역인 후면 전계부(172)에 함유된 불순물에 의해 손실되는 전하의 양을 좀더 감소시키면서 후면 전계부(172)로의 전하 이동량을 좀더 증가시킬 수 있고, 후면 전계부(172)가 0.11mm 또는 0.6mm 이하의 간격(d11, d21)을 가질 경우, 전하의 이동 거리를 감소시켜 후면 전계부(172)로 이동하는 전하의 양을 증가시킨다.
- [0097] 이와 같이, 복수의 후면 전계부(172)가 기관(110)의 후면에 부분적 또는 선택적으로 위치하므로, 후면 전극(151) 사이에 후면 전계부(172)가 위치하지 않는 부분이 존재한다.
- [0098] 이로 인해, 후면 전계부(172)가 기관(110)의 후면 전체 또는 후면의 가장자리 부분을 제외한 후면 전체에 위치하는 경우, 기관(110)보다 높게 도핑된 후면 전계부(172)로 인해 전하가 손실되는 문제가 발생한다.
- [0099] 하지만, 본 예의 경우, 후면 전극(151)과의 접촉 저항을 감소시켜 후면 전극(151)과 접해 있는 부분의 전도도를 향상시키기 위해 부분적으로(또는 선택적으로) 복수의 후면 전계부(172)가 위치하므로, 후면 전극(151)이 위치하지 않는 부분에 형성된 후면 전계부의 불순물로 인한 전하가 손실되는 문제가 해소된다. 이로 인해, 후면 전계부(172)로 인해 손실되는 전하의 양이 감소하므로, 전면 전극부(140)와 후면 전극(151)에서 수집되는 전하의 양이 증가하여 태양 전지의 효율이 향상된다. 이러한 복수의 후면 전극(151)은 복수의 전면 전극부(140)와 동일한 도전성 물질, 예를 들어, 은(Ag)을 함유할 수 있다. 하지만, 복수의 후면 전극(151)은 복수의 전면 전극부(140)와 다른 도전성 물질을 함유할 수 있다. 이 경우, 복수의 후면 전극(151)은 알루미늄(Al)을 함유할 수 있다.
- [0100] 이러한 구조를 갖는 태양 전지는 기관(110)의 후면에서 전면 버스바(142)의 마주보며 복수의 후면 전극(151)과 연결되는 복수의 후면 버스바(제2 버스바)를 더 구비할 수 있다. 따라서, 복수의 후면 버스바는 전면 버스바(142)와 동일하게 복수의 후면 전극(151)을 가로질러 복수의 후면 전극(151)과 연결되어 있다.
- [0101] 이때, 복수의 후면 버스바는 기관(110)의 후면에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위에 위치하거나 복수의 후면 전극(151)과 동일하게 제1 반사 방지막(131)과 보호부(172)를 관통하여 기관(110)의 후면과 직접 접할 수 있다.
- [0102] 복수의 후면 버스바와 기관(110)이 직접 접해 있을 때, 복수의 후면 버스바와 접하는 기관(110)의 후면에는 후면 전계부(172)가 형성될 수 있다. 이 경우, 복수의 후면 전극(151)과 복수의 후면 버스바가 서로 교차하는 부분에서 복수의 후면 전극(151)과 접해 있는 후면 전계부(172)와 복수의 후면 버스바와 접해 있는 후면 전계부 역시 서로 교차하므로, 후면 전계부(172)의 개수는 한 개가 된다.
- [0103] 도 1 및 도 2에 도시한 이러한 태양 전지는 기관(110)의 전면뿐만 아니라 기관(110)의 후면으로도 빛을 입사받는 양면형 태양 전지(bifacial solar cell)이다.
- [0104] 또한, 본 예의 경우, 기관(110)의 후면은 별도의 텍스처링 처리에 의해 형성된 요철면인 텍스처링 표면이 아니라 실질적으로 평탄한 평탄면을 갖고 있고, 이 평탄면 위에, 보호부(192)와 제1 반사 방지막(131)으로 이루어진 후면 패시베이션부가 위치하게 된다.
- [0105] 이로 인해, 단결정 실리콘 기관(110)에 행해진 별도의 텍스처링 공정에 의해 기관(110)의 후면에 피라미드(pyramid) 형상과 같은 요철면의 텍스처링 표면과 비교할 경우, 기관을 관통하는 빛의 양이 감소하게 되어, 태양 전지에서 출력되는 전압(Voc)이 증가한다.
- [0106] 추가로, 본 예의 태양 전지는 단결정 실리콘으로 이루어진 기관(110)을 기초로 하여 형성되므로, 다결정 실리콘의 기관을 이용하여 만들어진 태양전지보다 좋은 효율을 갖는다. 이와 같은 구조를 갖는 본 실시예에 따른 태양

전지의 동작은 다음과 같다. 태양 전지의 전면과 후면 중 적어도 한 면으로 빛이 조사되어 반도체부인 에미터부(121)와 기관(110)으로 입사되면 빛 에너지에 의해 반도체부에서 전자-정공 쌍이 발생한다. 이때, 기관(110)의 텍스처링 표면과 제2 및 제1 반사 방지막(132, 131)에 의해 기관(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기관(110)으로 입사되는 빛의 양이 증가한다.

[0107] 이들 전자와 정공은 기관(110)과 에미터부(121)의 p-n 접합에 의해, n형의 도전성 타입을 갖는 기관(110)과 p형의 도전성 타입을 갖는 에미터부(121) 쪽으로 각각 이동한다. 에미터부(121) 쪽으로 이동한 정공은 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면 버스바(142)에 의해 수집되어 복수의 전면 버스바(142)를 따라 이동하고, 기관(110) 쪽으로 이동한 전자는 인접한 후면 전극(151)에 의해 수집된다. 이러한 전면 버스바(142)와 복수의 후면 전극(151) 또는 전면 버스바(142)와 후면 버스바를 도선으로 연결하면 전류가 흐르게 되고, 이를 외부에서 전력으로 이용하게 된다.

[0108] 이때, 전면 전극부(140)와 연결되는 에미터 부분[즉, 제2 에미터 부분(1212)]과 후면 전극(151)과 연결되는 후면 전계부(172)의 불순물 도핑 농도가 다른 부분의 에미터 부분[즉, 제1 에미터 부분(1211)]과 기관(110)보다 높기 때문에, 전면 전극부(140)와 후면 전극(151)과 접하는 에미터 부분(1212)과 후면 전계부(172)의 전도도가 증가하여 전면 전극부(140)와 후면 전극(151)으로 각각 이동하는 전하의 전송량이 증가한다.

[0109] 또한, 인접한 전면 전극부(140)와 후면 전극(151)으로의 전하 이동이 행해지는 제1 에미터 부분(1211)과 후면 전계부(172) 사이의 기관(110)의 불순물 도핑 농도가 제2 에미터 부분(1212)과 후면 전계부(172)보다 낮기 때문에, 불순물로 인한 전하의 손실량이 감소한다.

[0110] 추가로, 기관(110)의 후면이 평탄면으로 이루어져 있으므로, 기관(110)의 전면으로부터 입사되어 기관(110)의 후면에 도달한 빛(예, 장파장 빛)은 평탄면인 기관(110) 내부쪽으로 반사되어 빛의 손실량이 감소한다.

[0111] 다음, 도 5를 참고로 하여, 이러한 태양 전지의 효율에 대하여 살펴보자.

[0112] 도 5에는 각 후면 전계부(172)가 도트 형상일 때(E) 후면 전계부(172)간 피치(또는 후면 전극간 피치)에 따른 전력 손실(power loss)과 개방 전압(Voc)을 도시하였고, 또한, 각 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상일 때(D) 후면 전계부(172)간 피치에 따른 전력 손실(power loss)과 개방 전압(Voc)을 도시하였다.

[0113] 도 5를 참고로 하면, 도트 형상이나 스트라이프 형상이든 시간에 후면 전계부(172a)간 피치가 증가할수록 태양 전지의 전력 손실량이 증가함을 알 수 있다.

[0114] 도 5를 참고로 하면, 각 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상일 때, 후면 전계부(172)간 피치는 약 0.01cm(0.1mm)일 때 전력 손실량은 약 0%이었고 개방 전압은 약 0.6705V이었으며, 후면 전계부(172)간 피치가 증가할수록 전력 손실량과 개방 전압은 증가하여 후면 전계부(172)간 피치가 약 0.06cm(0.6mm)일 때 약 2%이었고, 개방 전압은 약 0.6712V 이었다. 따라서, 각 후면 전계부(172)가 스트라이프 형상일 때, 후면 전계부(172)간 피치 증가에 따른 개방 전압의 증가율과 전력 손실의 증가율을 고려할 때, 후면 전계부(172) 사이의 피치(또는 후면 전극 사이의 피치)는 0.1 내지 0.6mm인 것이 좋다.

[0115] 또한, 도 5에 도시한 것처럼, 각 후면 전계부(1725)가 도트 형상일 때, 후면 전계부(1725)간 피치가 약 70 $\mu$ m(0.07mm)일 때 전력 손실량은 약 1%이었고 개방 전압은 약 0.671V이었고, 후면 전계부(172)간 피치가 약 110 $\mu$ m(0.11mm)일 때 전력 손실량은 약 2.5%이었고 개방 전압은 약 0.6715V이었으며, 후면 전계부(172)간 피치가 약 150 $\mu$ m(0.15mm)일 때 전력 손실량은 약 6%이었고 개방 전압은 약 0.6715V이었다. 따라서 후면 전계부(172) 간의 피치가 증가할수록 개방 전압(Voc)은 증가하지만 개방 전압(Voc)의 증가율보다 전력 손실의 증가율이 훨씬 크므로, 각 후면 전계부(172)가 도트 형상일 때, 후면 전계부(172) 사이의 피치(또는 후면 전극간 피치)는 0.03 내지 0.11mm인 것이 좋다.

[0116] 이러한 태양 전지는 도 6 및 도 7에 도시한 것과 같은 구조를 가질 수 있다.

[0117] 도 1 내지 도 3에 도시한 태양 전지와 비교할 때, 기관(110)의 후면에 후면 반사부(161)를 더 구비하고 있는 것을 제외하면, 도 1 내지 도 3에 도시한 태양 전지와 동일하다. 이와 같이, 태양 전지가 후면 반사부(161)는 구비할 경우, 이 태양 전지는 후면 반사부(161)가 위치하지 않는 기관(110)의 전면으로만 빛을 입사 받을 수 있다.

[0118] 따라서, 동일한 기능을 수행하는 구성요소에 대해서는 같은 도면 부호를 부여하고 그에 대한 자세한 설명은 생략한다.

- [0119] 도 6에 도시한 것처럼, 후면 반사부(161)는 복수의 후면 전극(151) 위와 기판(110)의 후면에 위치하는 반사 방지부(130)의 제1 반사 방지막(131) 중 복수의 후면 전극(151)이 위치하지 않는 제1 반사 방지막(131) 위에 위치한다. 따라서, 후면 반사부(161)는 결국 기판(110)의 후면 전체 위치에 위치하지만, 필요에 따라서 기판(110)의 후면 중 가장자리 부분에는 위치하지 않을 수 있다.
- [0120] 이러한 후면 반사부(161)는 1000Å 내지 3000Å의 두께를 갖고 있고, 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄(Al)과 은(Ag)의 합금(Al:Ag), 알루미늄 합금(Al alloy) 등과 같은 금속으로 물질로 이루어질 수 있다.
- [0121] 이때, 후면 반사부(161)의 밀도는 약 99% 이상이다.
- [0122] 이러한 후면 반사부(161)는 기판(110)을 통과한 빛을 기판(110) 내부 쪽으로 반사시키는 반사부 역할을 한다.
- [0123] 일반적으로, 알루미늄(Al)을 함유한 알루미늄 페이스트(paste)를 이용한 스크린 인쇄법(screen printing)으로 기판(110)의 후면에 형성한 후면 전극이나 은(Ag)을 함유한 은 페이스트를 이용한 스크린 인쇄법으로 기판의 후면에 형성한 후면 버스바의 경우, 형성된 후면 전극이나 후면 버스바는 많은 구멍이나 홈 등을 구비하고 있어, 이들 후면 전극이나 후면 버스바의 밀도는 크게 감소한다.
- [0124] 이와 같이, 스크린 인쇄법으로 기판(110)의 후면에 후면 전극(151)이나 후면 버스바를 형성할 경우, 이들 후면 전극이나 후면 버스바가 비록 알루미늄(Al)이나 은(Ag)과 같은 금속 물질을 함유하고 있다라고, 이들 후면 전극(151)과 후면 버스바의 밀도가 스퍼터링(sputtering)법이나 이베포레이션(evaporation)법을 이용하여 형성된 금속막, 즉 후면 반사부(161)의 밀도보다 훨씬 작게 된다. 이로 인해, 위에 기재한 것처럼, 스크린 인쇄법으로 형성된 후면 전극(151)이나 후면 버스바의 비표면적이 스퍼터링법이나 이베포레이션법으로 형성된 본 예의 후면 반사부(161)의 비표면적보다 훨씬 크게 된다.
- [0125] 이러한 밀도 차이로 인해, 본 예에 따른 후면 반사부(161)에 의한 빛의 반사율이 스크린 인쇄법으로 형성된 금속막[예, 후면 전극(151) 또는 후면 버스바]보다 큰 빛의 반사율을 나타낸다.
- [0126] 따라서, 본 예의 경우, 후면 반사부(161)에 의해 기판(110)과 보호부(192) 및 제1 반사 방지막(131)을 통과한 빛은 후면 반사부(161)에 의해 기판(110) 쪽으로 재입사되어 태양 전지의 효율이 향상된다.
- [0127] 이미 설명한 것처럼, 후면 반사부(161)는 금속 물질로 이루어져 있으므로 양호한 도전성을 갖고 있고, 이 후면 반사부(161)는 후면 패시베이션부를 구성하는 기판(110)의 후면에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위뿐만 아니라 복수의 후면 전극(151) 위에도 위치하므로, 후면 반사부(161)와 복수의 후면 전극(151)은 전기적으로 연결되어 있다.
- [0128] 이로 인해, 복수의 후면 전극(151)에 의해 수집된 전하는 후면 반사부(161)로 이동하게 된다.
- [0129] 후면 반사부(161) 위에는 리본(ribbon)과 같이 외부 장치와 연결된 도전성 테이프(conductive tape)가 위치하게 되므로, 복수의 후면 전극(151)에 의해 수집된 전하는 후면 반사부(161)를 통해 외부 장치로 출력된다.
- [0130] 이로 인해, 본 예의 태양 전지는 후면 전극(151)과 연결되어 있고 도전성 테이프를 통해 외부 장치와 연결되는 복수의 후면 버스바가 생략될 수 있고, 이로 인해, 태양 전지의 제조 비용과 제조 시간이 절약된다.
- [0131] 다음, 도 8를 참고로 하여, 태양 전지가 후면 반사부(161)를 구비할 때, 후면 반사부(161)의 재료에 따른 빛의 반사율을 살펴본다.
- [0132] 도 6에 도시한 것처럼, 후면 반사부(161)가 알루미늄(Al)으로 이루어져 있을 경우 얻어진 빛의 반사율 그래프(R1)를 참고로 하면, 모든 빛의 파장대(예, 200nm 내지 5 $\mu$ m)에 걸쳐 일정하고 우수한 반사율을 나타내었다.
- [0133] 또한, 후면 반사부(161)가 은(Ag)으로 이루어져 있을 경우 얻어진 빛의 반사율 그래프(R2)를 살펴보면, 약 350 nm 이상의 파장대에서 양호한 빛의 반사율을 나타내었고, 후면 반사부(161)가 구리(Cu)로 이루어져 있을 때 빛의 반사율 그래프(R3)를 살펴보면, 약 500nm 이상의 파장대에서 양호한 빛의 반사율을 나타내었다.
- [0134] 따라서, 도 8에 도시한 빛의 반사율 그래프(R1-R3)를 참고로 하면, 후면 반사부(161)의 제조 비용과 효과를 감안할 경우 후면 반사부(161)는 알루미늄으로 제조되는 것이 좋다.
- [0135] 또한, 기판(110)의 후면에 후면 반사부(161)가 위치할 경우, 태양 전지의 매개 변수(parameter)의 증가율을 도 9에 도시한다. 도 9는 저항에 의한 전력 손실이 발생하지 않는 이상적인 태양전지와 비교할 때, 각 매개 변수의 변화율을 도시한 그래프이다.



- [0136] 도 9에 도시한 것처럼, 후면 반사부(161)를 적용한 태양 전지의 개방 전압(Voc)은 약 0.05% 증가하였고, 단락 전류(Isc)와 효율(Eff)은 각각 약 1.5% 증가하였다. 이는 후면 반사부(161)의 반사 동작으로 인해 기관(110)을 통과한 빛 중에서 기관(110)으로 재입사되는 빛의 양이 크게 증가하므로 태양 전지의 단락 전류(Isc)와 효율(Eff)이 크게 향상되었음을 알 수 있다.
- [0137] 다음, 도 10a 내지 도 10k를 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0138] 먼저, 도 10a 및 도 10b에 도시한 것처럼, 제1 도전성 타입(예, n형)을 갖는 단결정 실리콘과 같은 반도체의 기관(110)에서 평탄면인 전면에 텍스처링 처리를 실시하여, 기관(110)의 전면에 주변보다 위로 튀어 오른 부분인 복수의 돌출부(11)와 주변보다 아래로 들어가 있는 부분인 복수의 오목부(12)를 갖는 요철면인 텍스처링 표면을 형성한다. 이때, 단결정 실리콘의 기관(110)의 전면에 염기성 용액을 이용하여 평탄면인 기관(110)의 전면을 식각하여 피라미드 형상의 복수의 돌출부(11)를 갖는 요철면을 형성한다.
- [0139] 이때, 식각을 원치 않은 기관(110)의 후면에는 식각 방지막을 형성한 후 식각을 행하거나 식각 용액에 기관(110)의 전면만을 침전시켜 기관(110)의 전면만을 식각할 수 있다. 또한, 기관(110)의 전면과 후면을 모두 식각하여 기관(110)의 전면과 후면에 텍스처링 표면을 형성한 후, 기관(110)의 후면에 형성된 텍스처링 표면을 삭제하여 기관(110)의 후면을 평탄면으로 형성할 수 있다.
- [0140] 다음, 도 10c에 도시한 것처럼, 기관(110)의 전면에 3가 원소(예, 붕소)의 불순물을 열확산법이나 이온 주입법 등을 이용하여 주입하여 기관(110)의 전면에 에미터층(120)을 형성한다. 에미터층(120)은 200nm 내지 500nm의 불순물 도핑 두께를 갖고, 80Ω/sq. 내지 150Ω/sq.의 면저항값을 갖는다.
- [0141] 다음, 도 10d에 도시한 것처럼, 평탄면인 기관(110)의 후면에 실리콘 질화물(SiNx)로 이루어진 보호부(192)를 형성한다. 이때, 보호부(192)는 PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition)법 등과 같은 막 적층 공정을 통해 형성될 수 있다. 본 예에서, 보호부(192)의 두께는 70nm 내지 80nm일 수 있다.
- [0142] 그런 다음, 도 10e에 도시한 것처럼, 기관(110)의 전면, 후면 및 측면 위에 알루미늄 산화물(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)로 이루어진 제1 반사 방지막(131)을 형성한다.
- [0143] 따라서, 기관(110)의 후면 위에 형성된 제1 반사 방지막(131)은 실리콘 질화물(SiNx)로 이루어진 보호부(192) 위에 위치하고, 기관(110)의 전면 위에 형성된 제1 반사 방지막(131)은 에미터층(120) 위에 위치하며, 기관(110) 측면 위에 형성된 제1 반사 방지막(131)은 반도체인 기관(110)의 측면 바로 위에 위치한다.
- [0144] 이때, 제1 반사 방지막(131)은 PECVD법과 같은 막 적층 공정을 통해 제1 반사 방지막(131)의 형성을 원하는 기관(110)의 면을 공정 가스에 차례로 노출시켜 기관(110)의 전면 위, 후면 위 및 측면 위에 각각 제1 반사 방지막(131)을 형성하여, 기관(110)의 전면 위, 후면 위 및 측면 위 모두에 제1 반사 방지막(131)을 형성한다.
- [0145] 기관(110)의 전면 위, 후면 위 및 측면 위에 제1 반사 방지막(131)을 형성할 때의 공정 조건이 모두 동일하므로, 기관(110)의 후면의 보호부(192) 위에 형성된 제1 반사 방지막(131), 기관(110)의 전면의 에미터층(120) 위에 형성된 제1 반사 방지막(131) 그리고 기관(110)의 측면 바로 위에 위치한 제1 반사 방지막(131)의 재료, 두께, 굴절률, 조성(예, 조성비) 등과 같은 막 특성이 모두 동일하므로, 기관(110)의 전면, 후면 및 측면 위에 위치한 제1 반사 방지막(131)은 모두 같은 막이다.
- [0146] 또한, 원자층 증착(atomic layer deposition, ALD)법 등을 이용하여 한번의 증착 공정을 통해 기관(110)의 전면, 후면 및 측면 위에 제1 반사 방지막(131)을 형성할 수 있다. 한번의 공정을 통해 기관(110)의 전면, 후면 및 측면에 제1 반사 방지막(131)을 형성할 경우, 전면, 후면 및 측면에 각각 제1 반사 방지막(131)을 형성하는 것보다 제1 반사 방지막(131)의 제조 시간이 크게 감소한다. 이 경우에도, 기관(110)의 전면, 후면 및 측면 위에 위치한 제1 반사 방지막(131)은 동일한 특성을 갖고 있는 동일한 막이다.
- [0147] 본 예에서, 제1 반사 방지막(131)의 두께는 5nm 내지 10nm일 수 있다.
- [0148] 다음, 도 10f에 도시한 것처럼, 기관(110)의 전면 위, 즉, 기관(110)의 전면 위에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위 그리고 기관(110)의 측면 위, 즉, 기관(110)의 측면 위에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위에 실리콘 질화물(SiNx)로 이루어진 제2 반사 방지막(132)이 형성된다.
- [0149] 이때, 제2 반사 방지막(132) 역시 PECVD법과 같은 막 형성 공정을 통해 형성될 수 있고, 두께는 70nm 내지 80nm일 수 있다.

- [0150] 이로 인해, 기판(110)의 전면에는 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )로 이루어진 알루미늄 산화막이고 제1 반사 방지막인 하부막[제1 반사 방지막(131)]과 실리콘 질화물( $SiNx$ )로 이루어진 실리콘 질화막이고 제2 반사 방지막인 상부막[제2 반사 방지막(132)]을 구비한 이중 반사 방지막 구조가 형성되며, 기판(110)의 후면에는 실리콘 질화물( $SiNx$ )로 이루어진 실리콘 질화막이고 제1 보호막인 하부막[보호부(192)]과 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )로 이루어진 알루미늄 산화막이고 제2 보호막인 상부막[제1 반사 방지막(131)]을 구비한 이중 보호막 구조가 형성된다.
- [0151] 다음, 도 10g에 도시한 것처럼, 제2 반사 방지막(132) 위에 선택적으로 또는 부분적으로 에미터층(120)과 동일한 제2 도전성 타입의 불순물을 갖는 불순물부(20)를 도포한다. 이때, 불순물부(20)는 불순물 용액을 잉크젯법(ink jet)으로 에미터층(120) 위에 선택적으로 도포한 후 건조시키거나 스크린 인쇄법(screen printing)을 이용하여 불순물을 함유한 불순물 페이스트(paste)를 에미터층(120) 위에 선택적으로 도포한 후 건조시켜 형성될 수 있다.
- [0152] 그런 다음, 도 10h에 도시한 것처럼, 불순물부(20) 위에 레이저 빔(laser beam)을 조사하여, 불순물부(20) 하부에 위치한 기판(110) 부분에 추가로 p형의 불순물을 도핑하고, 또한 레이저 빔이 조사된 불순물부(20) 하부에 위치한 제2 및 제1 반사 방지막(132, 131) 부분이 관통되어 에미터층(120) 부분이 드러나는 복수의 개구부(복수의 제1 개구부)(181)가 제2 및 제1 반사 방지막(132, 131)에 형성된다.
- [0153] 따라서, 레이저 빔이 조사되지 않은 에미터층(120) 부분은 제1 에미터 부분(1211)이 되고, 레이저 빔이 조사된 에미터층(120) 부분은 제2 에미터 부분(1212)이 되어, 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)을 갖는 선택적 에미터 구조의 에미터부(121)가 형성된다. 따라서, 제1 에미터 부분(1211)은 에미터층(120)과 동일한 불순물 도핑 두께, 불순물 도핑 농도 및 면저항값을 갖고 있고, 제2 에미터 부분(1212)은 제1 에미터 부분(1211)보다 큰 불순물 도핑 두께와 불순물 도핑 농도를 갖고 제1 에미터 부분(1211)보다 작은 면저항값을 갖는다.
- [0154] 또한, 복수의 개구부(181)를 통해 드러난 에미터층(120)의 부분은 제2 에미터 부분(1212)이 된다.
- [0155] 이와 같이, 레이저 빔이 조사된 불순물부(120) 부분에 제2 에미터 부분(1212)이 형성되므로, 불순물부(120)는 제2 에미터 부분(1212)의 형성 위치에 위치하며, 제2 에미터 부분(1212)은 이후에 형성되는 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면 버스바(142)의 형성 위치에 대응되게 위치한다.
- [0156] 따라서, 제1 에미터 부분(1211)의 불순물 도핑 두께는 200nm 내지 500nm일 수 있고, 제2 에미터 부분(1212)의 불순물 도핑 두께는 400nm 내지 700nm일 수 있다. 이때, 기판(110)의 전면에 형성된 텍스처링 표면의 복수의 돌출부(11)로 인해 오차 범위 내에 존재하는 불순물 도핑 두께는 서로 동일한 것으로 간주한다.
- [0157] 이미 설명한 것처럼, 레이저빔이 조사된 부분에 복수의 개구부(181)가 형성되므로, 복수의 개구부(181)는 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212) 위에서 제2 에미터 부분(1212)을 따라서 형성된다. 따라서, 개구부(181)를 통해 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212)이 드러난다.
- [0158] 복수의 개구부(181)는 전면 전극용 개구부(181a)와 전면 버스바용 개구부(181b)를 구비하고 있고, 전면 전극용 개구부(181a)의 폭(d1)보다 전면 버스바용 개구부(181b)의 폭(d2)이 더 크다.
- [0159] 복수의 개구부(181a)는 서로 이격되어 있어 한 방향으로 길게 뻗어 있는 스트라이프 형상을 갖고 있고, 복수의 개구부(181b) 역시 서로 이격되어 있고 개구부(181a)와 교차하는 방향(예, 직교하는 방향)으로 길게 뻗어 있는 스트라이프 형상을 갖고 있다.
- [0160] 본 예에서, 레이저 빔 조사 위치와 불순물부(20)의 형성 위치가 동일하여, 불순물부(20)는 기판(110) 전면 위에 선택적으로 또는 부분적으로 위치하지만, 이와는 달리, 기판(110) 전면에 전체적으로 도포된 후, 원하는 부분의 불순물부(20)에만 레이저 빔이 조사될 수 있다. 그런 다음, DI 용액(deionized water) 등을 이용하여 남아 있는 불순물부(20)를 제거할 수 있다. 이 경우, 레이저 빔이 조사된 불순물부(20) 하부에 제2 에미터 부분(1212)이 형성된다.
- [0161] 다음, 10i에 도시한 것처럼, 복수의 개구부(181a, 181b)를 통해 노출된 에미터부(121)의 제2 에미터 부분(1212) 위에 도금법을 이용하여 금속 재료로 이루어지고 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면 버스바(142)를 구비한 전면 전극부(140)를 형성한다.
- [0162] 이때, 복수의 개구부(181a)에는 복수의 전면 전극(141)을 형성하고, 복수의 개구부(181b)에는 복수의 전면 버스바(142)를 형성한다.
- [0163] 각 전면 전극(141)과 각 전면 버스바(142)의 원활한 도금 동작을 위한 시드층(seed layer)이 복수의 개구부

(181a, 181b) 내에 각각 형성된 후 그 위에 도금 동작이 행해질 수 있다.

- [0164] 대안적인, 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면 버스바(142)는 금속 물질을 함유한 금속 페이스트(metal paste)를 스크린 인쇄(screen printing)법 등을 이용하여 복수의 개구부(181a, 181b) 내에 형성될 수 있다.
- [0165] 이와 같이, 선택적 에미터 구조를 형성하기 위해 에미터층(120) 위에 불순물부(120)를 형성한 후 한번의 레이저 빔 조사 동작으로, 별도의 열처리 없이 제2 에미터 부분(1212)과 전면 전극부(140)를 위한 복수의 개구부(181)가 동시에 형성되므로, 태양 전지의 제조 공정이 간단해진다.
- [0166] 다음, 도 10j에 도시한 것처럼, 이미 도 10g를 참고로 하여 설명한 것과 동일하게, 기관(110)의 후면에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위에 선택적으로 또는 부분적으로 기관(110)과 동일한 제1 도전성 타입의 불순물을 갖는 불순물부(70)를 도포한다. 이때, 불순물부(70)는 잉크젯법이나 스크린 인쇄법 등으로 형성될 수 있다.
- [0167] 그런 다음, 이미 설명한 도 10h처럼, 불순물부(70) 위에 레이저 빔을 조사하여, 불순물부(90) 하부, 즉 레이저 빔이 조사된 부분에 위치한 기관(110) 부분에 추가로 p형의 불순물을 도핑하여 복수의 후면 전계부(172)를 형성하고, 레이저 빔이 조사된 불순물부(70) 하부에 위치한 제1 반사 방지막(131) 부분과 보호부(192) 부분이 관통되어 복수의 후면 전계부(172)가 드러나는 복수의 개구부(복수의 제2 개구부)(183)가 형성된다(도 10k). 따라서, 이미 설명한 것처럼, 한번의 레이저 빔 조사 동작에 의해 복수의 후면 전계부(172)와 복수의 개구부(183)가 동시에 형성된다.
- [0168] 이때, 레이저빔의 조사 형상에 따라 각 후면 전계부(172)는 섬 형상을 갖거나 스트라이프 형상을 가질 수 있고, 각 개구부(183)의 형상 역시 드러내고 있는 각 후면 전계부(172)의 형상과 동일하다.
- [0169] 따라서, 각 개구부(183)의 형상을 원형, 타원형 또는 다각형과 같은 도트 형상을 갖거나 또는 정해진 방향[예, 복수의 전면 전극(141)의 연장 방향]으로 길게 뻗어 있는 스트라이프 형상을 가질 수 있다.
- [0170] 레이저 빔 조사 위치와 불순물부(70)의 형성 위치가 동일하지만, 이와는 달리, 기관(110) 후면 전체에 불순물부(70)를 도포된 후, 원하는 부분의 불순물부(70)에만 레이저 빔이 선택적으로 조사될 수 있다. 그런 다음, DI 용액 등을 이용하여 남아 있는 불순물부(70)를 제거할 수 있다. 이 경우, 레이저 빔이 조사된 불순물부(70) 하부에 위치한 기관(110)의 후면 부분에만 후면 전계부(172)가 형성된다.
- [0171] 다음, 복수의 전면 전극부(140)의 형성 방법과 동일하게, 복수의 개구부(183) 내에 도금법이나 스크린 인쇄법 등을 이용하여 복수의 후면 전극(151)을 형성한다(도 1 내지 도 3).
- [0172] 전면 전극부(140)를 참고로 하여 이미 설명한 것처럼, 도금법으로 복수의 후면 전극(151)을 형성할 경우, 시드층을 형성한 후 전기 도금법이나 무전해 도금법 등을 실시할 수 있다.
- [0173] 후면 전극(151)은 은(Ag), 알루미늄(Al) 또는 구리(Cu) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0174] 태양 전지가 후면 전극(151)과 연결된 후면 버스바를 형성할 경우, 복수의 개구부(183)는 후면 버스바의 형성 위치에 더 형성되며, 후면 버스바를 위한 개구부 내에 복수의 후면 전극(151)의 형성 방법과 동일한 방법으로 복수의 후면 버스바가 형성될 수 있다.
- [0175] 태양 전지가 도 6 및 도 7에 도시한 것처럼, 기관(110)의 후면에 후면 반사부(161)를 구비할 경우, 복수의 후면 전극(151) 형성 후, 기관(110)의 후면 위에 위치한 제1 반사 방지막(131) 위와 복수의 후면 전극(151) 위에 후면 반사부(161)를 형성하여, 태양 전지를 완성한다(도 6 및 도 7).
- [0176] 이때, 후면 반사부(161)는 스퍼터링(sputtering)법이나 도금법으로 형성될 수 있고, 1000Å 내지 3000Å의 두께를 가질 수 있다. 또한, 후면 반사부(161)는 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄(Al)과 은(Ag)의 합금(Al:Ag), 알루미늄 합금(Al alloy) 등과 같은 금속으로 물질로 이루어질 수 있다.
- [0177] 하지만, 이와 달리, 복수의 후면 전계부(172)는 복수의 개구부(183)와 별도로 형성될 수 있다.
- [0178] 예를 들어, 도 11a에 기관(110) 후면을 드러내는 복수의 개구부(188)를 갖는 도핑 방지막(90)을 형성한 후, POCl<sub>3</sub> 가스 등을 이용하여, 도핑 방지막(90)을 통해 드러난 기관(110)의 후면 부분에만 인(P)을 함유한 불순물을 주입하여, 기관(110)의 후면에 선택적 또는 부분적으로 복수의 후면 전계부(172)를 형성한 후, 도핑 방지막(90)을 DI 용액 등을 이용하여 제거한다(도 11b). 이때, 도핑 방지막(90)은 실리콘 산화막 등일 수 있고, 이러한 도핑 방지막(90)은 PECVD법 등으로 형성할 수 있다. 이처럼, 별도의 공정을 통해 후면 전계부(172)가 형성되므로, 후면 전계부(172)의 불순물 도핑 농도나 도핑 위치 등이 좀더 정확하게 제어된다.

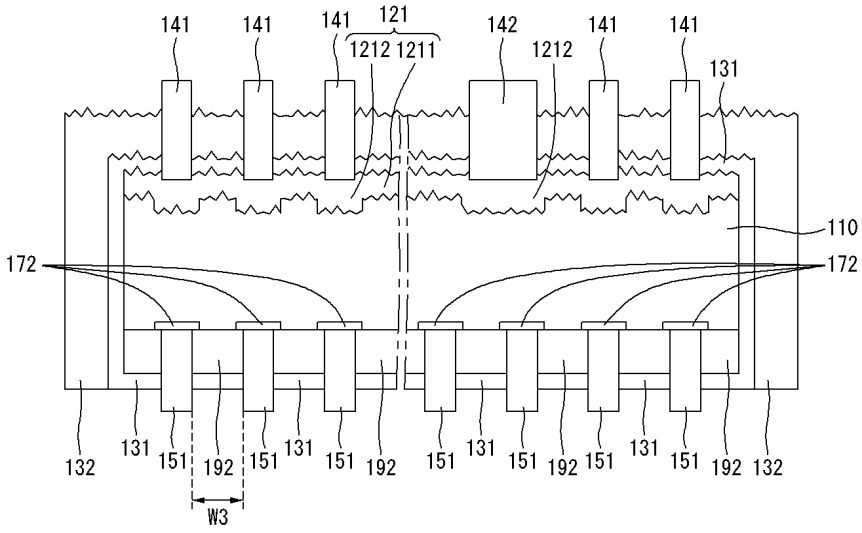
- [0179] 이때, 후면 전계부(172)의 형성 위치와 형상은 도핑 방지막(90)에 형성된 복수의 개구부(188)의 형성 위치와 형상에 따라 정해진다.
- [0180] 그런 다음, 도 11c에 도시한 것처럼, 기관(110)의 전면에 이미 설명한 것과 같은 방식으로 에미터층(120)을 형성한다.
- [0181] 에미터층(120)과 복수의 후면 전계부(172)의 형성 순서는 바뀌어도 상관없다.
- [0182] 그런 다음, 도 10d 내지 도 10i를 참고로 설명한 것처럼, 기관(110)의 전면에 제1 및 제2 에미터 부분(1211, 1212)을 구비한 에미터부(121), 제1 및 제2 반사 방지막(131 132)을 구비한 반사 방지부, 복수의 전면 전극(151)과 복수의 전면 버스바(142)를 구비한 전면 전극부(140)를 형성한다.
- [0183] 그런 다음, 기관(110)의 후면에 위치한 제1 반사 방지부(131) 위에 레이저 빔을 선택적으로 조사하여, 제1 반사 방지부(131) 부분과 그 아래 위치한 보호부(192) 부분을 제거한다. 따라서, 레이저 빔이 조사된 제1 반사 방지부(131) 부분과 보호부(192) 부분에, 제1 반사 방지부(131)과 보호부(192)를 관통하고 복수의 후면 전계부(172)를 드러내는 복수의 개구부가 형성된다. 이때, 레이저 빔은 복수의 후면 전계부(172)가 형성되는 위치에 조사된다.
- [0184] 그런 다음, 이미 설명한 것처럼, 복수의 개구부(172) 내에 도금법 등을 이용하여 복수의 후면 전극(151)을 형성한다.
- [0185] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

**부호의 설명**

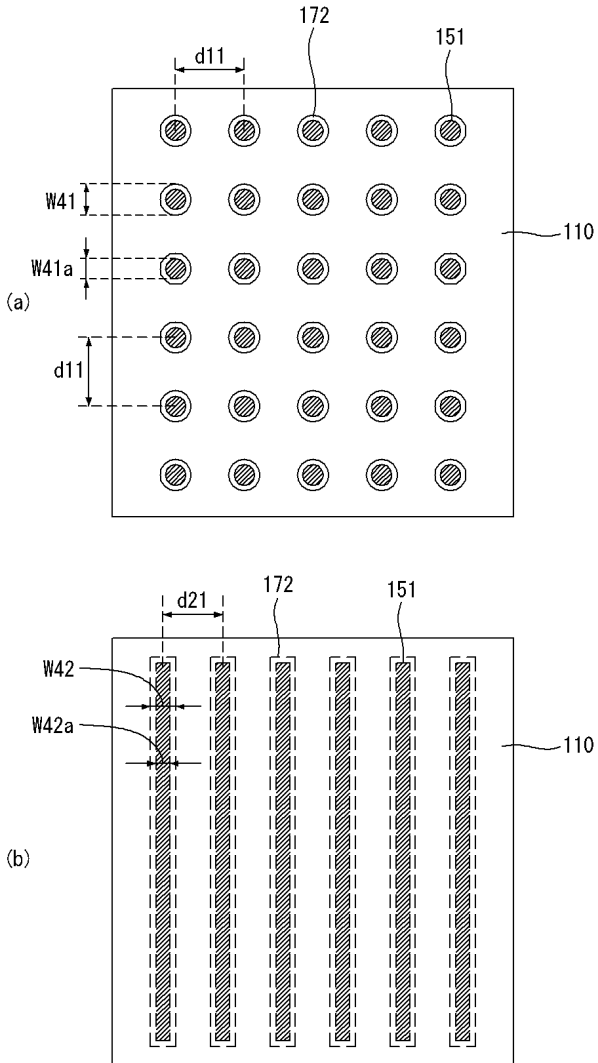
- |        |                                |                 |
|--------|--------------------------------|-----------------|
| [0186] | 20, 70: 불순물부                   | 90: 도핑 방지막      |
|        | 110: 기관                        | 120: 에미터층       |
|        | 121: 에미터부                      | 1211: 제1 에미터 부분 |
|        | 1212: 제2 에미터 부분                | 130: 반사 방지부     |
|        | 131: 제1 반사 방지막                 | 132: 제2 반사 방지막  |
|        | 140: 전면 전극부                    | 141: 전면 전극      |
|        | 142: 전면 버스바                    | 151: 후면 전극      |
|        | 161: 후면 반사부                    | 172: 후면 전계부     |
|        | 181, 181a, 181b, 183, 188: 개구부 | 192: 보호부        |



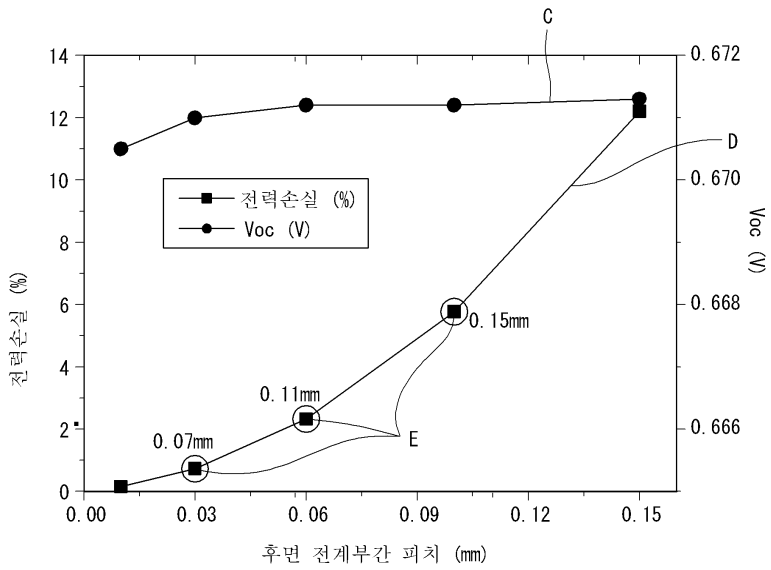
도면3



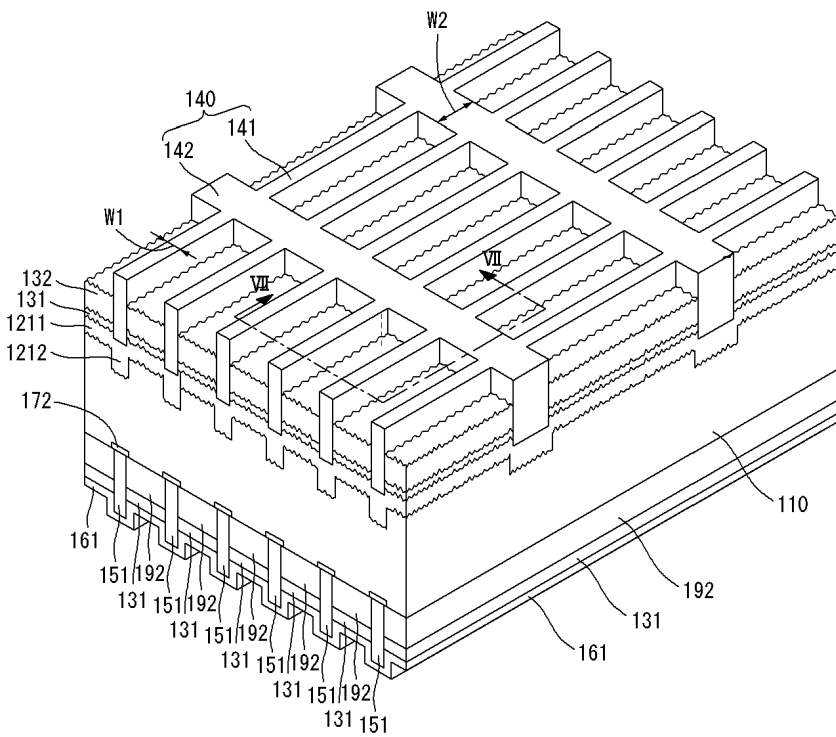
도면4



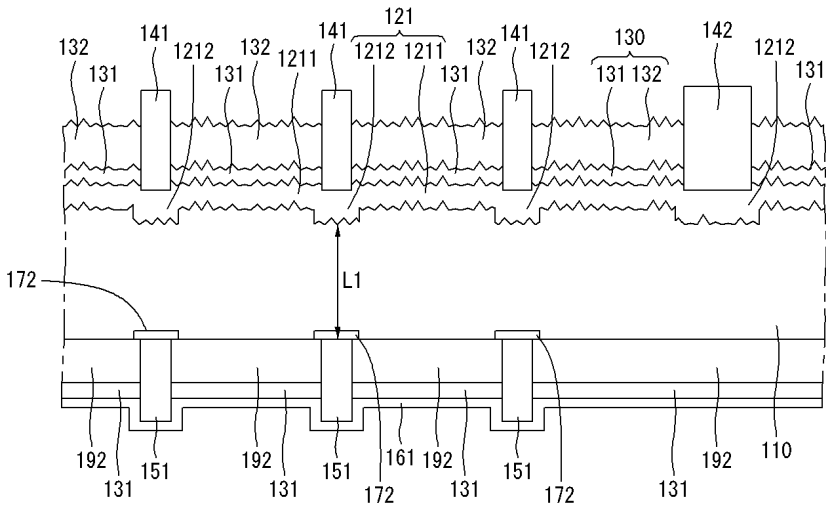
도면5



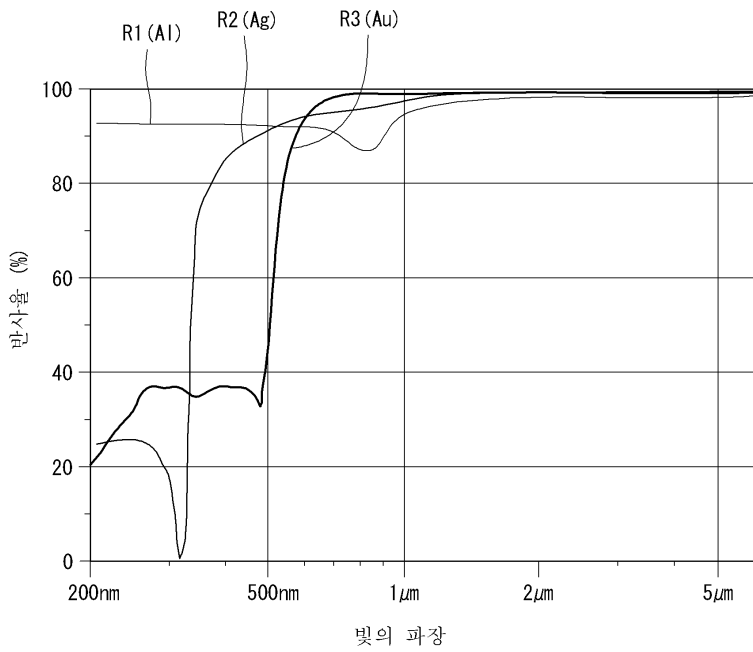
도면6



도면7

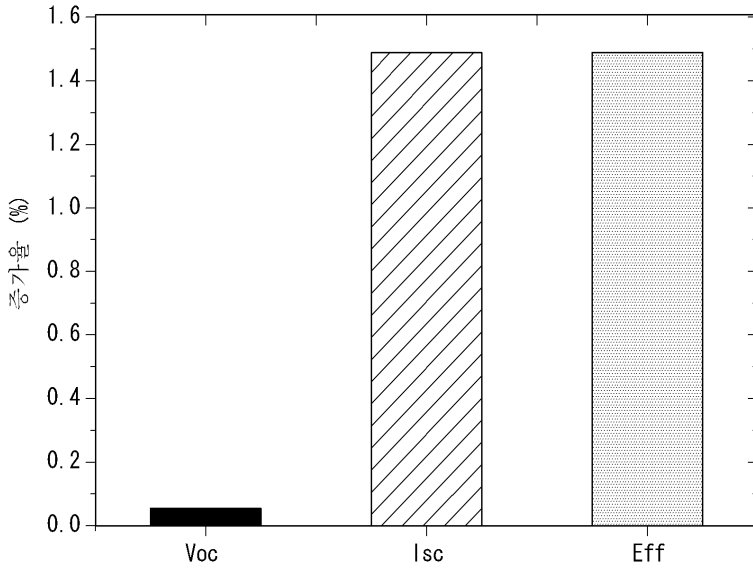


도면8

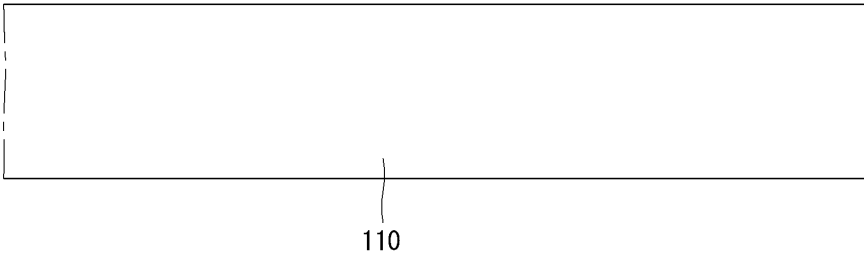




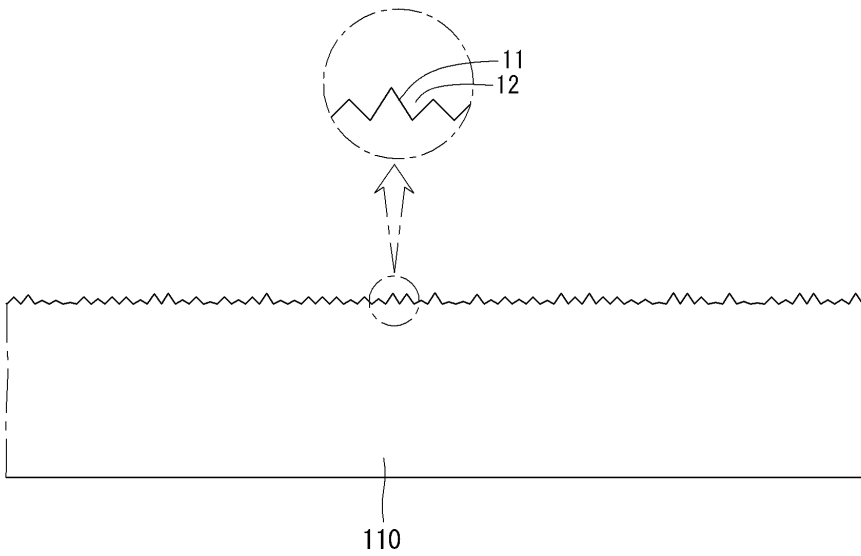
도면9



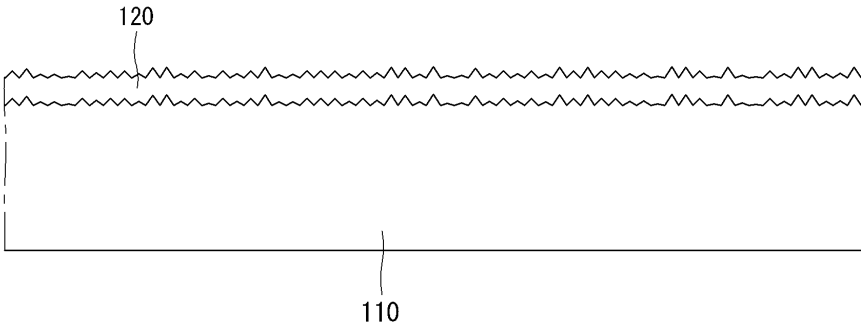
도면10a



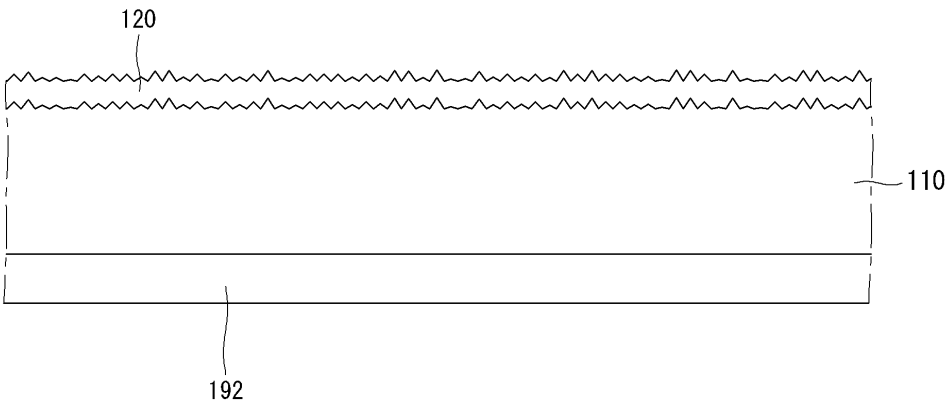
도면10b



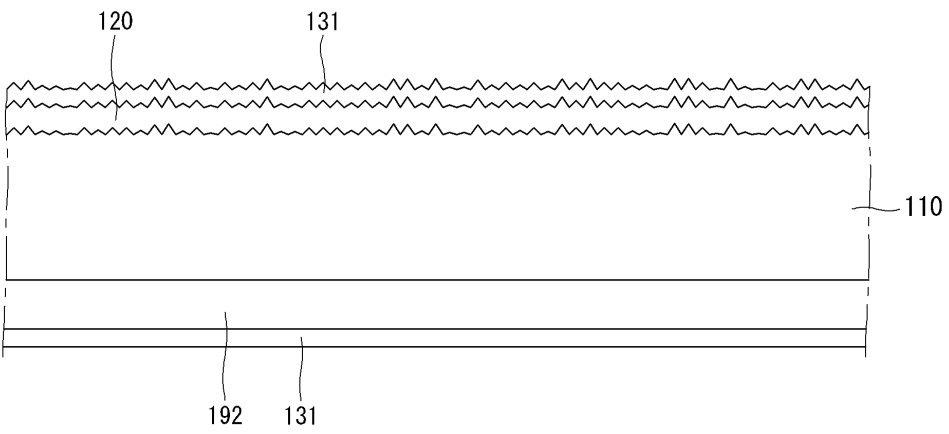
도면10c



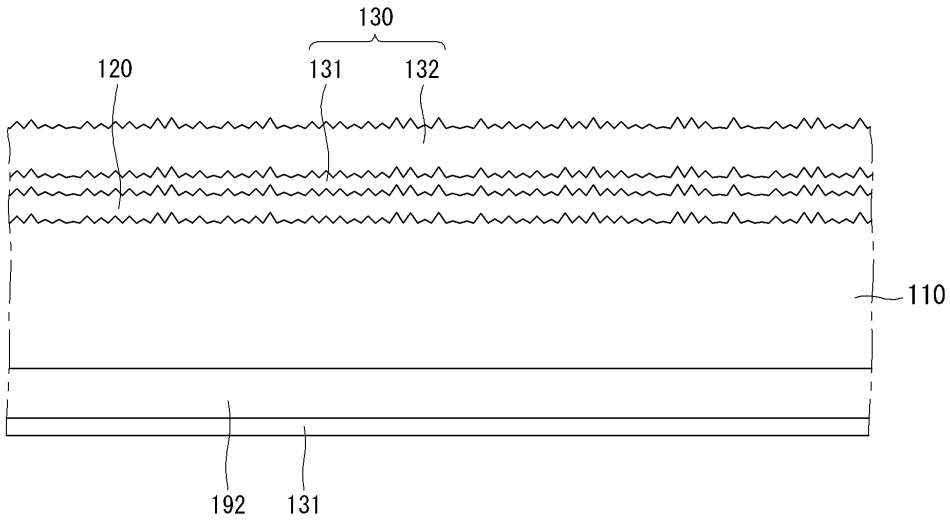
도면10d



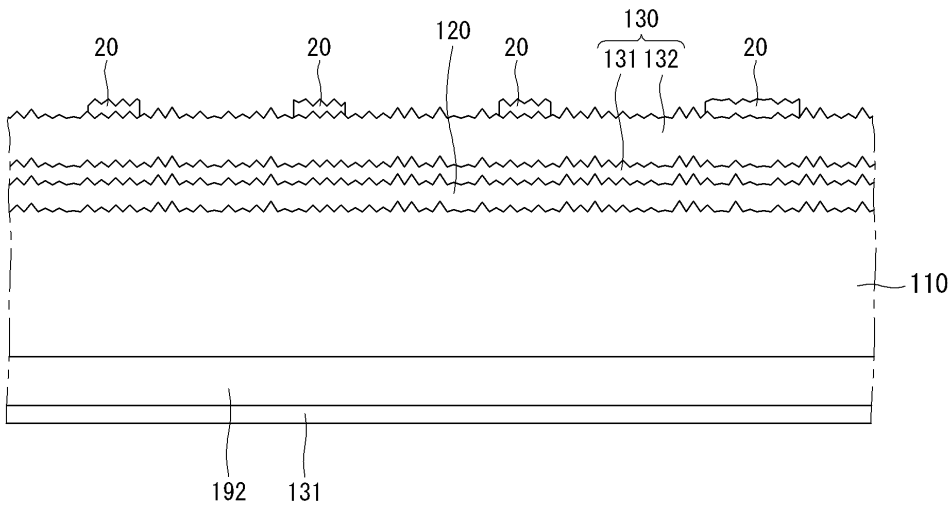
도면10e



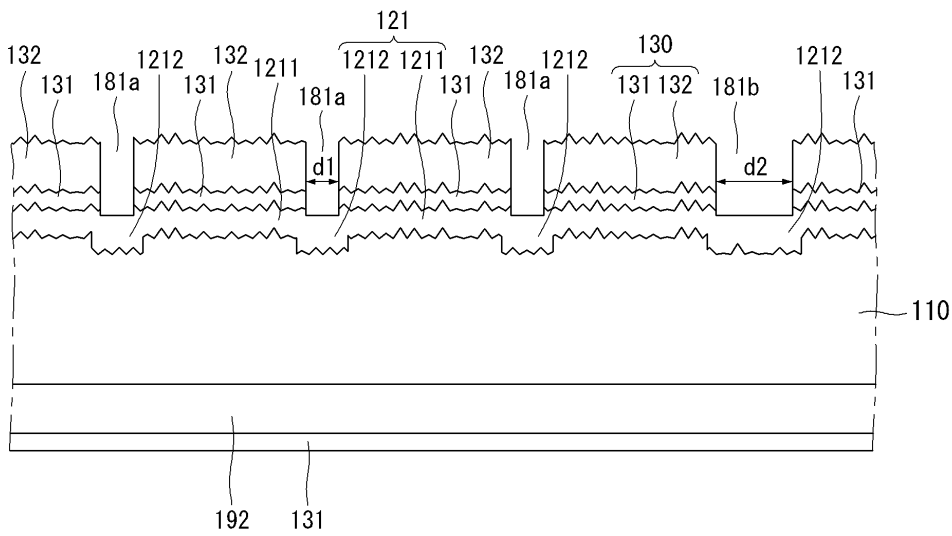
도면10f



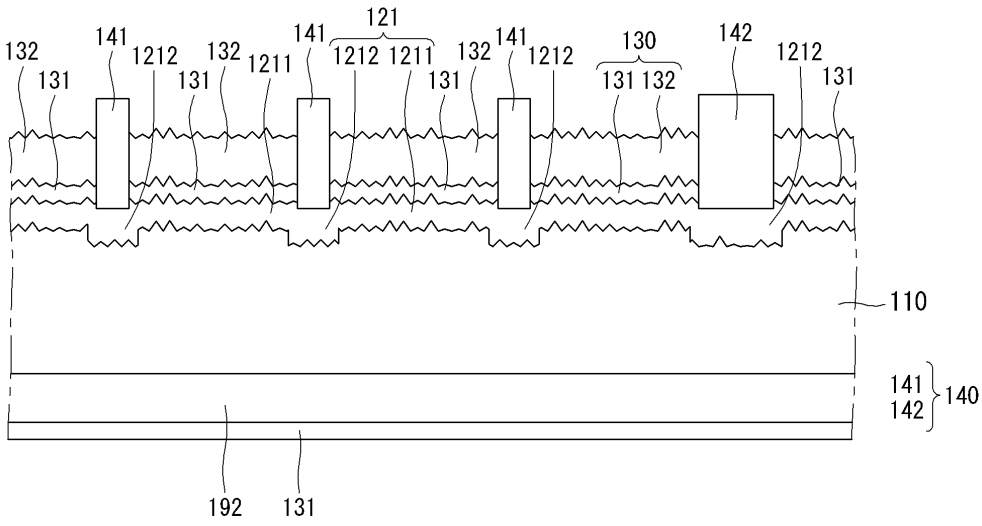
도면10g



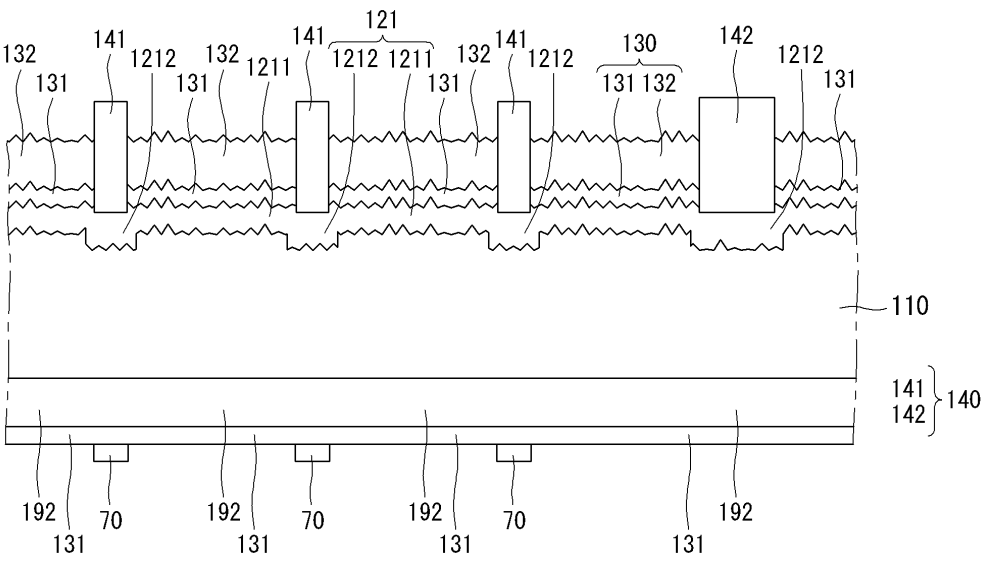
도면10h



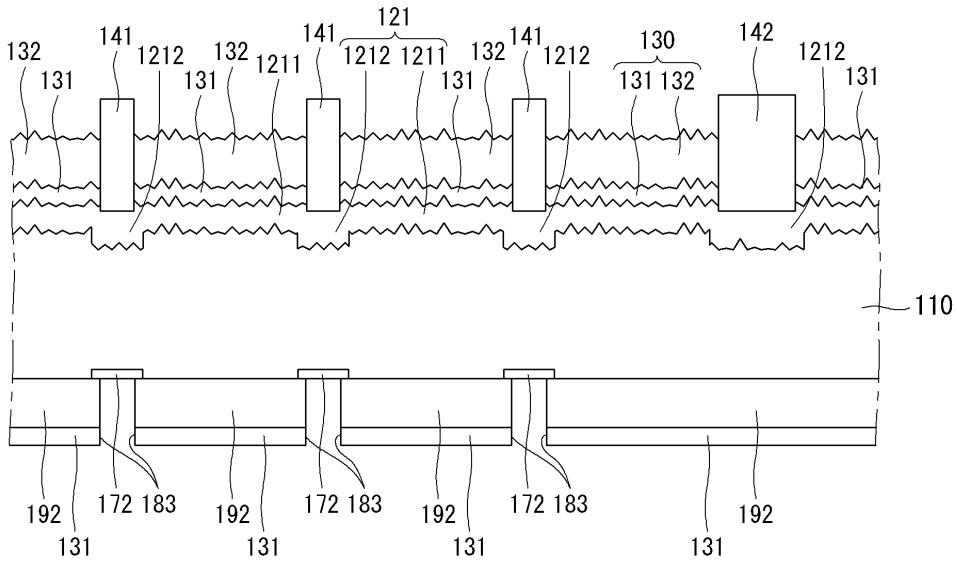
도면10i



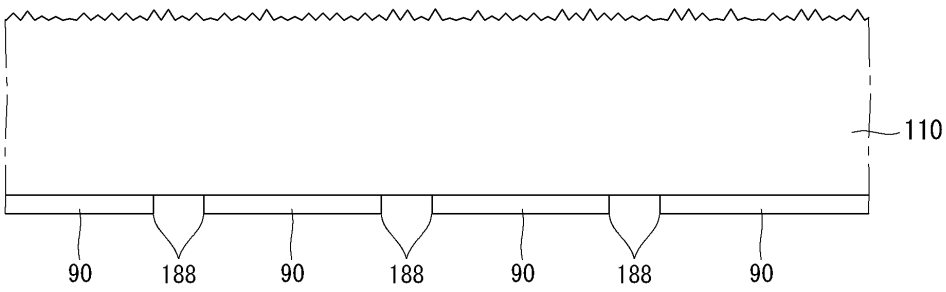
도면10j



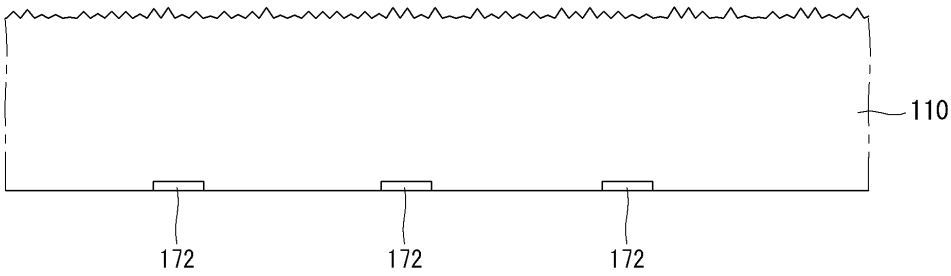
도면10k



도면11a



도면11b



도면11c

