



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월17일  
(11) 등록번호 10-1135584  
(24) 등록일자 2012년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0078312  
(22) 출원일자 2010년08월13일  
심사청구일자 2010년10월21일  
(65) 공개번호 10-2012-0015838  
(43) 공개일자 2012년02월22일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100011945 A\*  
KR1020100056114 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
김성진  
서울특별시 서초구 바우포로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)  
양영성  
서울특별시 서초구 바우포로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인로알

전체 청구항 수 : 총 12 항

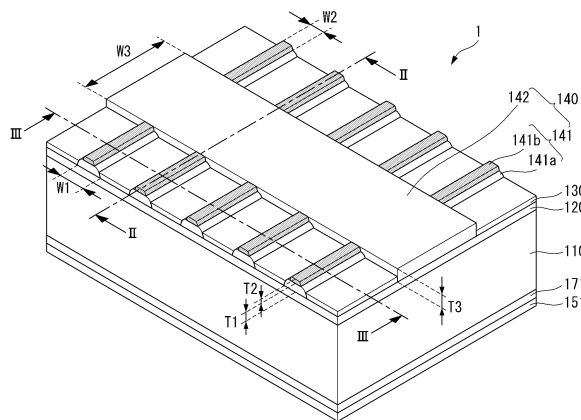
심사관 : 임동우

(54) 발명의 명칭 태양 전지 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 태양전지는 제1 도전성 타입의 기판, 상기 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 가지고 있고 상기 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부, 상기 에미터부와 연결되어 있으며, 제1 선편을 갖는 제1 전극층과 상기 제1 전극층 위에 위치하며 상기 제1 선편보다 작은 제2 선편을 갖는 제2 전극층을 각각 포함하는 복수의 제1 전극, 상기 복수의 제1 전극과 연결되어 있는 적어도 하나의 제1 집전부, 그리고 상기 기판과 연결되어 있는 제2 전극을 포함한다. 이로 인해 태양전지의 효율이 향상되고, 제조 비용이 절감된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**권태형**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

**이성은**

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술  
원 (우면동)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 도전성 타입의 기판,

상기 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 가지고 있고 상기 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부,

상기 에미터부와 연결되어 있으며, 제1 선편을 갖는 제1 전극층과 상기 제1 전극층 위에 위치하며 상기 제1 선편보다 작은 제2 선편을 갖는 제2 전극층을 각각 포함하는 복수의 제1 전극,

상기 복수의 제1 전극과 연결되어 있는 적어도 하나의 제1 집전부, 그리고 상기 기판과 연결되어 있는 제2 전극을 포함하고,

상기 제1 전극층 및 상기 제1 집전부는 은(Ag)을 포함하고,

상기 제2 전극층은 은(Ag)을 포함하지 않거나, 은(Ag)의 함량이 상기 제1 집전부 및 상기 제1 전극층보다 작고, 상기 제2 전극층은 상기 제1 전극층의 상부로부터 상기 제1 집전부의 상부까지 연장되는 태양전지.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1항에서,

상기 제2 전극층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 태양 전지.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

제1항에서,

상기 제1 전극층의 상기 제1 선편은 30 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m인 태양 전지.

### 청구항 6

제1항에서,

상기 제2 전극층의 상기 제2 선편은 25 $\mu$ m 내지 45 $\mu$ m인 태양 전지.

### 청구항 7

제1항에서,

상기 제1 전극층은 10 $\mu$ m 내지 35 $\mu$ m의 높이를 갖는 태양 전지.

### 청구항 8

제1항에서,

상기 제2 전극층은 3 $\mu$ m 내지 15 $\mu$ m의 높이를 갖는 태양 전지.

### 청구항 9

반도체 기관의 제1 영역에 제1 전면 전극부용 페이스트를 스크린 프린팅 방식으로 인쇄하여 제1 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계,

상기 제1 전면 전극부 패턴이 형성된 상기 반도체 기관의 상기 제1 영역에 제2 전면 전극부용 잉크를 롤 프린팅 (roll printing) 방식으로 인쇄하여 제2 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계, 그리고

상기 반도체 기관의 상기 제1 영역과 전기적으로 분리된 제2 영역에 후면 전극 패턴부를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제1 전면 전극부 패턴 형성 단계는,

제1 방향으로 나란하게 형성되는 제1 전극층 패턴부 및 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 형성되는 제1 집전부 패턴부를 동시에 형성하고,

상기 제2 전면 전극부 패턴 형성 단계는,

상기 제1 전극층 패턴부가 형성된 상기 반도체 기관의 상기 제1 영역에 상기 제2 전면 전극부용 잉크를 인쇄하여 상기 제1 전극층 패턴부 바로 위에 형성되며 상기 제1 방향으로 나란하게 형성되는 제2 전극층 패턴부를 형성하는 태양 전지의 전극 제조 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제9항에서,

상기 제2 전면 전극부 패턴 형성 단계는,

형성하고자 하는 상기 제2 전면 전극부 패턴 위치에 대응하는 요판의 홈 내에 상기 제2 전면 전극용 잉크를 충전하는 단계, 그리고

롤 형상의 상기 요판을 상기 반도체 기관과 접촉하여 회전시킴으로써 상기 요판의 홈 내부에 충전된 잉크를 상기 반도체 기관의 표면에 전사하는 단계를 포함하는 태양 전지의 전극 제조 방법.

**청구항 13**

제9항에서,

상기 제2 전면 전극부 패턴 형성 단계는,

형성하고자 하는 상기 제2 전면 전극부 패턴 위치에 대응하는 요판의 홈 내에 상기 제2 전면 전극용 잉크를 충전하는 단계,

상기 요판을 롤 형상의 블랭킷과 접촉하여 회전시킴으로써 상기 요판의 홈 내부에 충전된 잉크를 상기 블랭킷의 표면에 전사하는 단계, 그리고

상기 블랭킷을 상기 반도체 기관과 접촉하여 회전시킴으로써 상기 블랭킷에 전사된 잉크를 상기 반도체 기관의 표면에 재전사하는 단계를 포함하는 태양 전지의 전극 제조 방법.

**청구항 14**

제9항에서,

상기 도전성 페이스트는 은(Ag)을 함유한 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 15**

제9항에서,

상기 도전성 잉크는 은(Ag)을 함유한 태양 전지의 제조 방법.

**청구항 16**

제9항에서,

상기 제1 및 제2 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계는,

상기 제2 전극층 패턴부의 선폭을 상기 제1 전극층 패턴부의 선폭보다 작게 형성하는 단계를 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다

**배경기술**

[0002] 일반적인 태양 전지는 p형과 n형처럼 서로 다른 도전성 타입(conductive type)의 반도체로 이루어진 기판(substrate) 및 에미터부(emitter region), 그리고 기판과 에미터부에 각각 연결된 전극을 구비한다. 이때, 기판과 에미터부의 계면에는 p-n 접합이 형성되어 있다.

[0003] 이러한 태양 전지에 빛이 입사되면 반도체에서 복수의 전자-정공 쌍이 생성되고, 생성된 전자-정공 쌍은 광기전력 효과(photovoltaic effect)에 의해 전하인 전자와 정공으로 각각 분리되어 전자와 정공은 n형의 반도체와 p형 반도체쪽으로, 예를 들어 에미터부와 기판쪽으로 각각 이동하고, 기판과 에미터부와 연결된 전극에 의해 수집되며, 이 전극들을 전선으로 연결하여 전력을 얻는다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 태양 전지의 제조 비용을 줄이기 위한 것이다.

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 태양 전지의 효율을 향상시키는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 한 특징에 따른 태양 전지는 제1 도전성 타입의 기판, 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 가지고 있고 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부, 에미터부와 연결되어 있으며, 제1 선폭을 갖는 제1 전극층과 제1 전극층 위에 위치하며 제1 선폭보다 작은 제2 선폭을 갖는 제2 전극층을 각각 포함하는 복수의 제1 전극, 복수의 제1 전극과 연결되어 있는 적어도 하나의 제1 집전부, 그리고 기판과 연결되어 있는 제2 전극을 포함한다.

[0007] 제1 전극층 및 제1 집전부는 은(Ag)을 함유하는 할 수 있으며, 제2 전극층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 함유할 수 있다.

[0008] 또는, 제1 전극층, 제2 전극층 및 제1 집전부는 은(Ag)을 함유하고, 제1 전극층 및 제1 집전부의 은(Ag)의 함량은 제2 전극층의 은(Ag)의 함량보다 클 수 있다.

[0009] 제1 전극층의 제1 선폭은 30 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m일 수 있다.

[0010] 제2 전극층의 제2 선폭은 25 $\mu$ m 내지 45 $\mu$ m일 수 있다.

[0011] 제1 전극층의 높이는 10 $\mu$ m 내지 35 $\mu$ m일 수 있다.

[0012] 제2 전극층은 높이는 3 $\mu$ m 내지 15 $\mu$ m일 수 있다.

- [0013] 본 발명의 다른 특성에 따른 태양 전지의 전극 제조 방법은 반도체 기관의 제1 영역에 제1 전면 전극부용 페이스트를 스크린 프린팅 방식으로 인쇄하여 제1 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계; 상기 제1 전극층 패턴부가 형성된 상기 반도체 기관의 상기 제1 영역에 제2 전면 전극부용 잉크를 롤 프린팅(Roll Printint) 방식으로 인쇄하여 제2 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계; 그리고 상기 반도체 기관의 상기 제1 영역과 전기적으로 분리된 제2 영역에 후면 전극 패턴부를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0014] 이때, 제1 전면 전극부 패턴 형성 단계는 제1 방향으로 나란하게 형성되는 제1 전극층 패턴부 및 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 형성되는 제1 집전부 패턴부를 동시에 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 제2 전면 전극부 패턴 형성 단계는 제1 전극층 패턴부가 형성된 상기 반도체 기관의 제1 영역에 제2 전면 전극부용 잉크를 인쇄하여 제1 전극층 패턴부 바로 위에 형성되며 제1 방향으로 나란하게 형성되는 제2 전극층 패턴부를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 제2 전면 전극부 패턴 형성 단계는 형성하고자 하는 제2 전면 전극부 패턴 위치에 대응하는 요판의 홈 내에 제2 전면 전극용 잉크를 충전하는 단계 그리고 롤 형상의 요판을 반도체 기관과 접촉하여 회전시킴으로써 요판의 홈 내부에 충전된 잉크를 반도체 기관의 표면에 전사하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 제1 및 제2 전면 전극부 패턴을 형성하는 단계는 제2 전극층 패턴부의 선폰을 상기 제1 전극층 패턴부의 선폰보다 작게 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0018] 이러한 특징에 따르면, 각 제1 전극은 제1 전극층과 그 위에 위치하는 제2 전극층으로 이루어진 이층 구조로 되어 있으므로, 1층 구조의 제1 전극보다 높은 두께를 갖는다. 따라서, 제1 전극의 직렬 저항이 감소하고 이로 인해, 에미터부로부터 복수의 제1 전극으로의 전하 전송 효율이 향상되어 태양전지의 효율이 향상된다. 또한, 에미터부와 접촉하는 제1 전극의 부분은 은(Ag)을 함유하므로 에미터부와와의 접촉 저항이 낮아지며, 에미터부로부터 제1 전극으로의 전하 전송 효율이 향상되므로 태양전지의 효율은 더욱더 향상된다. 또한, 은(Ag)보다 저렴한 도전성 물질을 이용하여 제2 전극층을 형성하므로, 은(Ag) 페이스트의 소모량을 줄이고, 생산 비용을 절감하는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 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 도 1에 도시한 태양 전지를 III-III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 4의 (a) 내지 (e)는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도이다.
- 도 5는 도 4의 (c)를 제1 전극과 나란한 방향으로 도시한 단면도이다.
- 도 6은 도 4의 (d)를 제1 전극과 나란한 방향으로 도시한 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 기관 위에 인쇄된 전면 전극부 패턴을 도시한 것으로서, 도 7의 (a)는 본 발명의 한 실시예에 따라 스크린 인쇄법으로 1차 인쇄하여 형성된 전면 전극부 패턴을 도시한 도면이고, 도 7의 (b)내지 (d)는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 롤 프린팅(roll printing) 공정으로 2차 인쇄하여 형성된 전면 전극부 패턴을 도시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.
- 도 9는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 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.

- [0021] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 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 면(또는 전면)에 형성되어 있는 것 뿐만 아니라 가장 자리 일부에는 형성되지 않은 것을 뜻한다.
- [0022] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지 및 그 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0023] 먼저, 도 1 내지 도 2를 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지에 대하여 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.
- [0025] 도 2는 도 1에 도시한 태양 전지를 II-II선을 따라 잘라 도시한 단면도이고, 도 3은 도 1에 도시한 태양 전지를 III-III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- [0026] 도 1 내지 도 3에 도시한 것처럼, 태양 전지(1)는 기판(110), 빛이 입사되는 기판(110)의 수광면에 위치하는 에미터부(120), 에미터부(120) 위에 위치하는 복수의 제1 전극(141), 복수의 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 에미터부(120) 위에 위치하는 적어도 한 개의 제1 집전부(142), 제1 전극(141)과 제1 집전부(142)가 위치하지 않는 에미터부(120) 위에 위치하는 반사방지막(130), 수광면의 반대쪽 면에 위치하고 기판(110)과 연결되어 있는 제2 전극(151)을 구비한다.
- [0027] 기판(110)은 제1 도전성 타입, 예를 들어 p형 도전성 타입의 실리콘(silicon)으로 이루어진 반도체 기판이다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 또는 비정질 실리콘일 수 있다. 기판(110)이 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 함유한다.
- [0028] 대안적인 실시예에서, 기판(110)은 텍스처링 표면(textured surface)을 구비할 수 있다. 기판(110)의 표면이 텍스처링 표면으로 형성되면 기판(110)의 수광면에서의 빛 반사도가 감소하고, 텍스처링 표면에서 입사와 반사 동작이 이루어져 태양 전지의 내부에 빛이 갇히게 되어 빛의 흡수율이 증가한다. 따라서, 태양 전지(1)의 효율이 향상된다. 이에 더하여, 기판(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기판(110)으로 입사되는 빛의 양은 더욱 증가한다.
- [0029] 에미터부(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입, 예를 들어, n형의 도전성 타입을 구비하고 있는 불순물이 도핑(doping)된 영역으로서, 기판(110)과 p-n 접합을 이룬다.
- [0030] 에미터부(120)가 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터부(120)는 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 기판(110)에 도핑하여 형성될 수 있다.
- [0031] 이에 따라, 기판(110)에 입사된 빛에 의해 기판(110) 내부의 전자가 에너지를 받으면 전자가 여기되어 전자와 정공이 생성되어, 전자는 n형 반도체 쪽으로 이동하고 정공은 p형 반도체 쪽으로 이동한다. 따라서, 기판(110)이 p형이고 에미터부(120)가 n형일 경우, 정공은 기판(110)쪽으로 이동하고 전자는 에미터부(120)쪽으로 이동한다.
- [0032] 본 실시예와는 달리, 기판(110)은 n형 도전성 타입일 수 있고, 실리콘 이외의 다른 반도체 물질로 이루어질 수도 있다. 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 기판(110)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 함유할 수 있다.
- [0033] 에미터부(120)는 기판(110)과 p-n접합을 형성하게 되므로, 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우 에미터부(120)는 p형의 도전성 타입을 가진다. 이 경우, 분리된 전자는 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 정공은 에미터부(120)쪽으로 이동한다. 에미터부(120)가 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터부(120)는 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 기판(110)에 도핑하여 형성할 수 있다.
- [0034] 기판(110)의 에미터부(120) 위에 위치한 반사 방지막(130)은 실리콘 질화막(SiNx)이나 실리콘 산화막(SiOx) 등으로 이루어진다. 반사 방지막(130)은 태양 전지(1)로 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시켜 태양 전지(1)의 효율을 높인다.
- [0035] 도 1 내지 도 3에서 반사 방지막(130)은 단일막으로 이루어져 있지만, 이중막이나 삼중막과 같이 다층막으로 이루어질 수 있고, 필요에 따라 반사 방지막(130)은 생략될 수 있다.



- [0036] 복수의 제1 전극(141) 각각은 에미터부(120)과 연결되어 있는 도전성 물질로 이루어진 제1 전극층(141a)과 제1 전극층(141a) 위에 위치하는 제2 전극층(141b)을 구비한다. 따라서 에미터부(120)쪽으로 이동한 전하(예, 전자)는 복수의 제1 전극층(141a)에 의해 주로 수집되고, 수집된 전하의 적어도 일부는 복수의 제2 전극층(141a)과 연결되어 있는 제2 전극층(141b)으로 이동한다.
- [0037] 본 실시예에서, 제1 전극층(141a)은 전도도가 좋은 은(Ag)을 함유하며, 제2 전극층(141b)은 제1 전극층(141a)과 동일한 물질로 이루어진다. 본 실시예에서, 제2 전극층(141b)의 은(Ag)의 함유량은 제1 전극층(141a)의 은(Ag)의 함유량보다 적다. 예를 들어, 제1 전극층(141a)의 은(Ag)의 함량은 전체 중량 대비 약 80 내지 90 중량%, 그리고 제2 전극층(141b)의 은(Ag)의 함량은 전체 중량 대비 약 70 내지 75 중량%로 형성될 수 있다.
- [0038] 이와는 달리, 제2 전극층(141b)의 은(Ag)의 함유량은 제1 전극층의 (141a)의 은(Ag)의 함유량과 실질적으로 동일하게 형성할 수도 있고, 제2 전극층(141b)은 은(Ag) 대신 니켈(Ni), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나를 주성분으로 할 수도 있다.
- [0039] 본 실시예에 따른 각 제1 전극(141)은 제1 전극층(141a)과 그 위에 위치하는 제2 전극층(141b)으로 이루어진 이층 구조로 되어 있으므로, 1층 구조의 제1 전극보다 높은 두께를 갖는다. 따라서, 태양 전지(1)의 직렬 저항이 감소하고 이로 인해, 에미터부(120)로부터 복수의 제1 전극(141)으로의 전하 전송 효율이 향상되어 전류 손실이 감소한다. 또한, 제2 전극층(141b)과 제1 집전부(142)는 제1 전극층(141a)보다 은(Ag)의 함유량이 적거나, 은(Ag)보다 저렴한 도전성 물질로 이루어져 있으므로, 태양 전지(1)의 제조 비용이 감소한다.
- [0040] 또한, 도 1 및 도 3에 도시한 바와 같이, 제2 전극층(141b)의 선폭(W2)이 제1 전극층(141b)의 선폭(W1)보다 좁다. 본 실시예에 따른 태양전지(1)에서, 제1 전극층(141a)의 선폭(W1)은 30 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m일 수 있고, 제2 전극층(141b)의 선폭(W2)은 25 $\mu$ m 내지 45 $\mu$ m일 수 있다. 또한, 제1 전극층(141a)의 두께(T1)는 약 10 $\mu$ m 내지 35 $\mu$ m일 수 있고, 제2 전극층(141b)의 두께(T2)는 약 3 $\mu$ m 내지 15 $\mu$ m일 수 있다.
- [0041] 여기에서, 제1 전극층(141a)의 선폭(W1)이 약 30 $\mu$ m보다 작을 경우 제1 전극(141)의 단선이 발생할 수 있다. 또한 제1 전극층(141a)의 선폭(W1)이 약 100 $\mu$ m를 초과할 경우 수광 면적이 줄어들어 태양 전지(1)의 효율이 저하될 수 있다. 따라서 제1 전극층(141a)의 선폭(W1)은 30 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m인 것이 적합하다.
- [0042] 또한, 제2 전극층(141b)의 선폭(W2)을 25 $\mu$ m 내지 45 $\mu$ m으로 제1 전극층(141a)의 선폭(W1)보다 좁게 형성하여, 제2 전극층(141b) 형성할 때 사용되는 페이스트의 소모량을 줄이고, 생산 비용을 절감하는 효과가 있다. 또한 제1 전극(141)의 상부를 하부보다 좁게 형성하여, 보다 적은 재료를 가지고 종횡비(aspect ratio)가 높은 제1 전극(141)의 형성이 가능하고, 기판에 대하여 비스듬하게 입사하는 빛에 대한 수광 효율이 향상된다.
- [0043] 또한, 도 1 및 도 3에 도시한 바와 같이, 제1 전극층(141a) 및 제2 전극층(141b)의 단면의 형상은 상부의 양 모서리가 둥근 사다리꼴의 형상이다. 이와는 달리 모서리가 각이 지도록 형성될 수도 있고, 반타원형 내지는 반원형의 형상으로 형성될 수도 있다.
- [0044] 에미터부(120) 위에 위치하는 적어도 하나의 제1 집전부(142)는 버스 바(bus bar)라고도 불리며 복수의 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 뻗어 있다.
- [0045] 도 1 및 도 2에 도시한 것처럼, 제1 집전부(142)는 제1 및 제2 전극층(141a, 141b)과 연결되어 있다.
- [0046] 제1 집전부(142)는 제1 집전부(142)의 측면을 통해 복수의 제1 전극층(141a) 및 제2 전극층(141b)과 부분적으로 연결되어 있다. 이때, 도 1 및 도 2에 도시한 제1 집전부(142)의 두께는 제1 전극(141)의 두께와 실질적으로 동일하나, 제1 집전부(142)의 두께와 제1 전극(141)의 두께는 다르게 형성될 수도 있다. 두께가 다른 경우 제1 전극(141)과 제1 집전부(142)가 만나는 부분은 경사지게 형성될 수도 있다.
- [0047] 본 실시예에서, 제1 집전부(142)는 제1 전극층(141a) 및 제2 전극층(141b)과 동일한 물질로 이루어진다. 이와는 달리, 제1 집전부(142)와 제1 전극층(141a)만 동일한 물질로 이루어지고, 제2 전극층(141b)은 다른 물질로 이루어질 수도 있다.
- [0048] 이때, 도 1 및 도 2에 도시한 제1 집전부(142)의 두께는 제1 전극(141)의 두께와 실질적으로 동일하나, 제1 집전부(142)의 두께와 제1 전극(141)의 두께는 다르게 형성될 수도 있다. 두께가 다른 경우 제1 전극(141)과 제1 집전부(142)가 만나는 부분은 경사지게 형성될 수도 있다.
- [0049] 이미 설명한 것처럼, 제1 전극(141)은 제1 전극층(141a)과 제2 전극층(141b)으로 이루어진 이중막 구조로 되어



있고, 제1 집전부(142)는 단일막 구조로 되어 있으므로, 제1 전극(141)의 제2 전극층(141b)의 두께는 제1 집전부(142)의 두께보다 얇다.

- [0050] 하지만, 이미 설명한 것처럼, 대안적인 실시예에서, 제1 전극(141)와 제1 집전부(142)의 두께는 서로 상이할 수 있고, 이 경우, 제2 전극층(141b)의 두께는 제1 집전부(142)의 두께보다 두껍거나 동일할 수 있다.
- [0051] 복수의 제1 전극(141)의 제1 전극층(141a)은 서로 이격되어 제1 집전부(142)와 교차하는 방향으로 뻗어 있지만, 에미터부(120) 바로 위에 복수의 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 뻗어 있는 제1 집전부(142)가 위치하므로, 복수의 제1 전극층(141a)은 제1 집전부(142)가 위치한 에미터부(120) 위에는 위치하지 않는다.
- [0052] 이처럼, 제1 집전부(142)는 복수의 제1 전극(141)과 에미터부(120) 일부에 연결되어 있으므로, 에미터부(120)와 복수의 제1 전극(141)으로부터 전달되는 전하, 예를 들면 전자를 외부 장치로 출력한다. 이때, 제1 집전부(142)로 전달되는 전하는 제2 전극층(141b) 뿐만 아니라 제1 전극층(141a)을 통해서도 전달된다.
- [0053] 태양 전지(1)는 제2 전극(151)과 기관(110) 사이에 형성되는 후면 전계부(back surface field, BSF, 171)를 더 포함한다. 후면 전계부(171)는 기관(110)과 동일한 도전성 타입의 불순물이 기관(110)보다 고농도로 도핑된 영역, 예를 들면, p+ 영역이다. 이러한 후면 전계부(171)는 기관(110) 전위 장벽으로 작용하게 된다. 따라서, 기관(110)의 후면부 쪽에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 것이 감소하므로 태양 전지(1)의 효율이 향상된다.
- [0054] 기관(110)의 후면에 위치한 제2 전극(151)은 기관(110) 쪽으로 이동하는 전하, 예를 들어 정공을 수집한다.
- [0055] 제2 전극(151)은 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있다. 도전성 물질은 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0056] 본 실시예에 따른 태양 전지(1)는 기관(110)의 후면에 위치하고 후면 전극(151)과 연결되어 있는 적어도 하나의 제2 집전부를 더 구비할 수 있다. 제2 집전부는 실질적으로 기관(110)을 중심으로 제1 집전부(142)과 대응하는 위치에 위치하고, 이로 인해, 제1 집전부(142)와 동일한 방향으로 뻗어 있다.
- [0057] 제2 집전부 또한 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있다. 이러한 제2 집전부는 제2 전극(151)으로부터 전달되는 전하, 예를 들면 정공을 외부 장치로 출력한다.
- [0058] 제2 집전부를 구성하는 적어도 하나의 도전성 금속 물질은 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- [0059] 다음, 도 8 및 도 9를 참고로 하여 본 발명의 다양한 실시예에 따른 태양 전지에 대하여 설명한다.
- [0060] 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이며, 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.
- [0061] 도 8 및 도 9는 도 1에 도시한 본 발명의 실시예와 비교하여, 제1 전극부(140)의 형상이 다르다.
- [0062] 먼저, 도 8에 도시한 것처럼, 복수의 제2 전극층(141b)이 연장되는 부분이 제1 집전부(142)의 영역에 위치한다. 다시 말해, 제1 집전부(142)는 에미터 위에 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 형성된 직사각형 형상의 제1 부분과 제1 부분의 상부에 위치하며 제2 전극층(141b)의 연장선상에 형성된 제2 부분을 구비한다. 이때 제1 집전부(142)의 제2 부분의 선포는 제2 전극층(141b)의 선포와 실질적으로 동일하며, 제2 부분은 서로 이격되어 제1 부분과 교차하는 방향, 즉, 제1 전극(141)과 나란한 방향으로 뻗어 있다.
- [0063] 이 경우, 제1 집전부(142)의 제1 부분은 제1 전극층(141a)과 동일한 물질로 형성되며, 제1 집전부(142)의 제2 부분은 제2 전극층(141b)과 동일한 물질로 형성된다. 제1 전극층(141a) 및 제2 전극층(141b)이 포함하는 물질은 도 1에 따른 실시예에서 설명한 바와 같다.
- [0064] 다음, 도 9에 도시한 것처럼, 제1 집전부(142)는 복수의 층으로 이루어지며, 에미터부(120) 위에 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 형성된 직사각형 형상의 제1 층과 제1 층의 상부에 위치하며, 제1 전극(141)과 교차하는 방향으로 형성된 직사각형 형상의 제2 층을 구비한다. 이때 제1 집전부(142)의 제1 층의 가로 및 세로 각각의 길이보다 제1 층 위에 위치한 제1 집전부(142)의 제2 층의 가로 및 세로 각각의 길이가 더 작다. 이와는 달리, 제1 집전부(142)의 제1 부분의 가로 또는 세로의 길이는 제1 층 위에 위치한 제1 집전부(142)의 제2 층의

가로 또는 세로의 길이와 실질적으로 동일할 수 있다.

- [0065] 이 경우, 제1 집전부(142)의 제1 층은 제1 전극층(141a)과 동일한 물질로 형성되며, 제1 집전부(142)의 제2 층은 제2 전극층(141b)과 동일한 물질로 형성된다. 제1 전극층(141a) 및 제2 전극층(141b)이 포함하는 물질은 도 1에 따른 실시예에서 설명한 바와 같다.
- [0066] 다음, 도 4의 (a) 내지 (e) 및 도 5 내지 도 7을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지(1)의 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0067] 도 4의 (a) 내지 (e)는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도이다.
- [0068] 도 5는 도 4의 (c)를 제1 전극과 나란한 방향, 즉 도 4의 (c)를 도시하는 방향과 교차하는 방향으로 도시한 단면도이다.
- [0069] 도 6은 도 4의 (d)를 제1 전극과 나란한 방향, 즉 도 4의 (c)를 도시하는 방향과 교차하는 방향으로 도시한 단면도이다.
- [0070] 도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 기판 위에 인쇄된 전면 전극부 패턴을 도시한 것으로서, 도 7의 (a)는 본 발명의 한 실시예에 따라 스크린 인쇄법으로 1차 인쇄하여 형성된 전면 전극부 패턴을 도시한 도면이고, 도 7의 (b)내지 (d)는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 롤 프린팅(roll printing) 방식으로 2차 인쇄하여 형성된 전면 전극부 패턴을 도시한 도면이다.
- [0071] 먼저, 도 4의 (a)에 도시한 것처럼, p형의 기판(110)에 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 포함하는 물질, 예를 들어,  $POCl_3$ 이나  $H_3PO_4$  등을 고온에서 열처리하여 5가 원소의 불순물을 기판(110)에 확산시켜 기판(110) 전체면, 즉, 전면, 후면 및 측면에 n형의 에미터부(120)를 형성한다.
- [0072] 본 실시예와 달리, 기판(110)의 도전성 타입이 n형일 경우, 3가 원소의 불순물을 포함하는 물질, 예를 들어,  $B_2H_6$ 를 고온에서 열처리하여 기판(110) 전체면에 p형의 에미터부를 형성할 수 있다. 그런 다음, n형 불순물 또는 p형 불순물이 기판(110) 내부로 확산함에 따라 생성된 인을 포함하는 산화물(phosphorous silicate glass, PSG)이나 붕소를 포함하는 산화물(boron silicate glass, BSG)을 식각 공정을 통해 제거한다.
- [0073] 다음, 도 4의 (b)에 도시한 것처럼, PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition)법과 같은 다양한 막 형성 방법을 이용하여 기판(110)의 전면에 실리콘 질화막( $SiNx$ )으로 이루어진 반사 방지막(130)을 형성한다.
- [0074] 반사 방지막(130)의 굴절률은 공기의 굴절률(1)과 실리콘 기판(110)의 굴절률(예를 들어, 약 3.5) 사이의 굴절률, 예를 들어 약 1.9 내지 2.3의 굴절률을 가질 수 있다. 이로 인해, 공기에서부터 기판(110)으로의 굴절률 변화가 순차적으로 이루어지므로 반사 방지막(130)의 반사 방지 효과가 향상된다.
- [0075] 다음, 도 4의 (c) 및 도 5에 도시한 것처럼, 원하는 부분에 은(Ag)을 함유하는 페이스트를 스크린 인쇄법으로 인쇄한 후 약 120°C 내지 200°C에서 건조하여 제1 전면 전극부 패턴(40a)을 형성한다. 이때, 제1 전면 전극부 패턴(40a)의 형상은 도 7의 (a)에 도시된 바와 같으며, 제1 전면 전극부 패턴(40a)은 제1 전극층 패턴부(41a) 및 제1 집전부 패턴부(42)를 구비한다. 이때, 제1 집전부 패턴부(42)는 제1 전극층 패턴부(41a)와 교차하는 방향으로 뻗어 있다. 제1 전면 전극부 패턴(40a)을 은(Ag) 페이스트로 형성하는 경우, 실리콘 기판(110)과의 접촉 저항이 감소하여 광전 변환 특성을 향상시킨다.
- [0076] 그런 다음, 도 4의 (d) 및 도 6에 도시한 것처럼, 롤 프린팅(roll printing) 방식을 이용하여 은(Ag)이 함유된 잉크를 제1 전면 전극부 패턴(40a) 위에 인쇄한 후 건조하여 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성한다.
- [0077] 롤 프린팅(roll printing) 방식은 직접 프링팅(direct printing) 방법으로, 접촉식이며, 그라비아(gravure), 플렉소(flexo), 오프셋(offset), 그라비아/오프셋 인쇄 방식이 있다. 그라비아 인쇄 공정은 음각의 패턴이 형성되어 있는 실린더에 잉크가 배어들어 피 인쇄물인 기판에 잉크가 전이되는 방법이며, 플렉소 인쇄 공정은 양각의 패턴에 잉크를 묻혀서 도장을 찍듯이 패터닝하는 방법이다. 오프셋 인쇄 공정은 잉크를 블랭킷 실린더(blanket cylinder)에 전이하고, 이를 다시 기판에 인쇄하는 방법이며, 그라비아/오프셋 인쇄법은 잉크를 인쇄판에서 블랭킷에 전사하고 그 블랭킷의 잉크를 다시 기판에 전사하여 인쇄하는 오프셋 인쇄 방식에 있어서, 오프셋 인쇄 방식의 인쇄판을 그라비아 인쇄 방식에서 쓰이는 인쇄판으로 대체하는 인쇄법이다.
- [0078] 본 실시예에서는 오프셋 롤 프린팅 방식을 이용한다. 오프셋 롤 프린팅 방식에서는 먼저, 기판(110) 상에 형성하고자 하는 제2 전면 전극부 패턴(40b)에 대응하는 요판의 특정 위치에 홈을 형성하고, 제2 전면 전극용 잉크

를 충전한다. 이렇게 충전된 제2 전면 전극용 잉크는 회전하는 블랭킷의 표면에 전사된다. 다음으로 블랭킷을 기관(110)과 접촉시킨 상태에서 회전시킴에 따라 블랭킷에 전사된 제2 전면 전극용 잉크가 기관(110)에 재전사된다. 기관(110)에 재전사된 제2 전면 전극용 잉크를 건조하여 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성한다.

- [0079] 이와는 달리, 블랭킷에 제2 전면 전극용 잉크를 전사하는 단계를 생략할 수 있다. 다시 말해, 기관(110) 상에 형성하고자 하는 제2 전면 전극부 패턴(40b)에 대응하는 요판의 특정 위치에 홈을 형성하고, 제2 전면 전극용 잉크를 충전한 다음, 제2 전면 전극용 잉크가 충전된 롤형상의 요판을 기관(110)과 직접 접촉시킨 상태에서 회전시킴에 따라 제2 전면 전극용 잉크는 기관(110)의 특정 위치에 전사된다. 다음으로, 기관(110)에 전사된 제2 전면 전극용 잉크를 건조하여 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성한다.
- [0080] 대안적인 실시예에서, 오프셋 롤 프린팅 방식 대신 그라비아 인쇄 방식, 플렉소 인쇄 방식, 그리비아/오프셋 인쇄 방식에 의한 롤 프린팅 방식에 의해서 제2 전면 전극부 패턴(40b)이 형성될 수 있다.
- [0081] 본 실시예에서, 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성할 때 사용되는 도전성 잉크는 은(Ag)을 함유한다. 이때, 도전성 잉크의 은의 함량은 전체 중량 대비 약 10 내지 70 중량%이며, 점도는 300-1000cP이다.
- [0082] 본 실시예에서, 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성할 때 사용되는 잉크의 은(Ag)의 함유량은 제1 전면 전극부 패턴(40a)을 형성할 때 사용한 페이스트의 은(Ag)의 함유량보다 적다. 즉, 반사 방지막(130) 위에 전체 중량 대비 은(Ag) 파우더의 함량이 상대적으로 높은 페이스트를 인쇄하여 제1 전면 전극부 패턴(40a)을 형성하고, 전체 중량 대비 은(Ag) 파우더의 함량이 제1 전면 전극부 패턴(40a) 형성시 이용한 페이스트에 비하여 낮은 잉크를 제1 전면 전극부 패턴(40a)의 제1 전극층 패턴부(41a) 위에 인쇄하여 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성할 수 있다.
- [0083] 이와는 달리, 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 형성할 때 사용되는 페이스트의 은(Ag)의 함유량과 제1 전면 전극부 패턴(40a)을 형성할 때 사용한 잉크의 은(Ag)의 함유량이 동일할 수도 있고, 제2 전면 전극부 패턴(40b)용 잉크는 은(Ag) 대신 다른 도전성 물질을 포함할 수 있다.
- [0084] 본 실시예에서는, 도 6에 도시한 바와 같이, 제2 전극층 패턴부(41b)의 선포이 제1 전극층 패턴부(41a)의 선포이보다 좁다. 이와는 달리, 제1 전극층 패턴부(41a)의 선포이와 실질적으로 동일하게 형성할 수도 있다.
- [0085] 본 실시예에서, 기관(110) 위에 인쇄된 제2 전면 전극부 패턴(40b)은 도 7의 (b)에 도시한 것과 같다.
- [0086] 이와는 달리, 도 7의 (c)에 도시된 바와 같이, 제2 전면 전극부 패턴(40b)을 제1 집전부 영역에서 끊어지지 않고 이어지도록 2차 인쇄하는 것도 가능하며, 도 7의 (d)에 도시한 바와 같이, 제1 전면 전극부 패턴(40a)과 동일한 형상으로 인쇄하는 것도 가능하다.
- [0087] 도 4의 (d)에서 제1 집전부 패턴부(42)의 두께는 제1 전극 패턴부(41)의 두께와 실질적으로 동일하지만, 이와는 달리 서로 다를 수 있다.
- [0088] 다음, 도 4의 (e)에 도시한 것처럼, 스크린 인쇄법 또는 롤 프린팅 방식 등을 이용하여, 기관(110) 후면의 해당 부분에 알루미늄(Al)을 함유한 후면전극용 페이스트 또는 은(Ag)을 함유한 잉크를 도포한 후 건조시켜, 후면 전극 패턴(50)을 형성한다.
- [0089] 후면전극용 페이스트는 알루미늄(Al) 대신 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0090] 전면 전극부 패턴(40)과 후면 전극 패턴(50)의 형성 순서는 변경 가능하다.
- [0091] 그런 다음, 약 750℃ 내지 약 800℃의 온도에서 전면 전극부 패턴(40)과 후면 전극 패턴(50)을 구비한 기관(110)을 소성하여(firing), 복수의 제1 전극(141)과 적어도 하나의 제1 집전부(142), 후면 전극(151) 및 후면 전계부(171)를 형성한다.
- [0092] 즉, 열처리가 공정에 의해 전면전극부 패턴(40)의 글래스 프리트에 함유된 납(Pb) 등에 의해 전면전극부 패턴(40)은 하부의 반사 방지막(130) 부분을 관통하고, 이로 인해, 에미터부(120)와 접촉하는 복수의 제1 전극(141)과 적어도 하나의 제1 집전부(142)를 구비한 전면전극부(140)를 완성한다. 이때, 전면전극부 패턴(40)의 제1 전극 패턴부(41)는 복수의 전면 전극, 즉, 제1 전극(141)이 되고, 제1 집전부 패턴부(42)는 제1 집전부(142)가 된다.
- [0093] 또한 열처리 공정에 의해 후면전극 패턴(50)은 기관(110)과 연결되는 후면 전극, 즉 제2 전극(151)이 되며, 후면 전극(151)의 함유물인 알루미늄(Al)이 후면 전극(151)과 접촉한 기관(110)쪽으로 확산되어 주로 후면 전극

(151)과 접하고 있는 기관(110)의 후면에 후면 전계부(171)를 형성한다. 이때, 기관(110)의 후면에 위치하는 에미터부(120)를 넘어서까지 알루미늄(A1)이 확산되어 후면 전계부(171)가 형성된다.

[0094] 그런 다음, 레이저 빔 등을 이용하여 기관(110)의 측면이나 가장자리 부분에 형성된 에미터부(120)의 적어도 일부 제거하는 측면 분리(edge isolation)를 실시하여(도시하지 않음), 기관(110)의 전면에 형성된 에미터부(120)와 기관(110)의 후면에 형성된 에미터부(120)를 전기적으로 분리하여 태양 전지(1)를 완성한다(도 1 및 도 2).

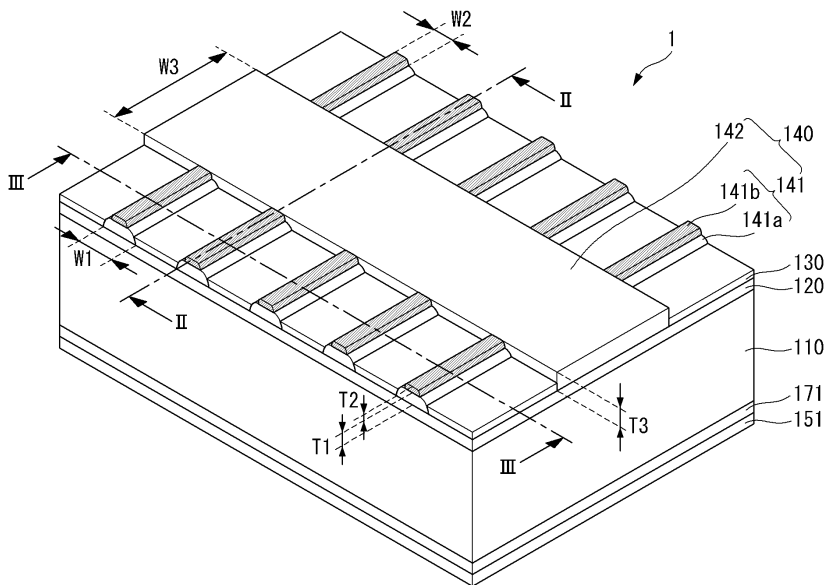
[0095] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

**부호의 설명**

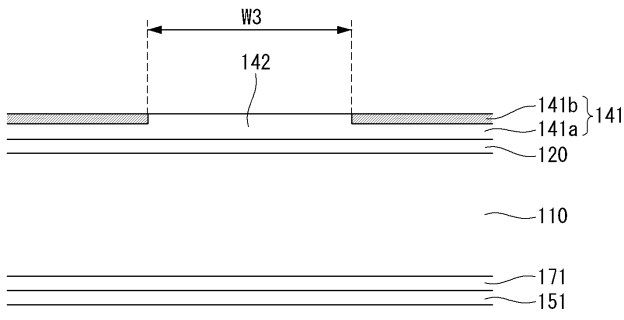
- [0096] 1: 태양 전지
- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 40: 전면 전극부 패턴          | 40a 제1 전면 전극부 패턴       |
| 40b: 제2 전면 전극부 패턴      | 41a: 제1 전극층 패턴부        |
| 41b: 제2 전극층 패턴부        | 42: 제1 집전부 패턴부         |
| 50: 후면 전극 패턴           |                        |
| 110: 기관                | 120: 에미터부              |
| 130: 반사 방지막            | 140: 제1 전극부, 전면전극부     |
| 141: 제1 전극, 전면 전극      | 141a: 제1 전극층, 제1 전면전극층 |
| 141b: 제2 전극층, 제2 전면전극층 | 142: 제1 집전부, 전면전극용 집전부 |
| 151: 제2 전극, 후면 전극      | 171: 후면전계부             |

**도면**

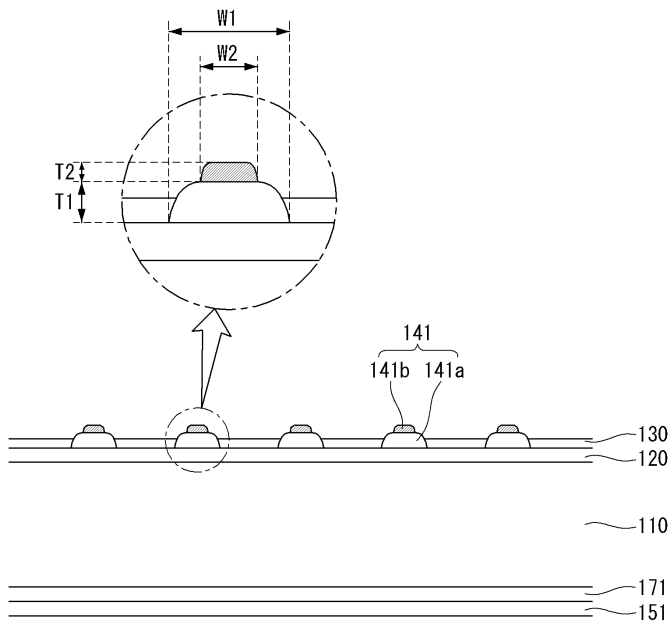
**도면1**



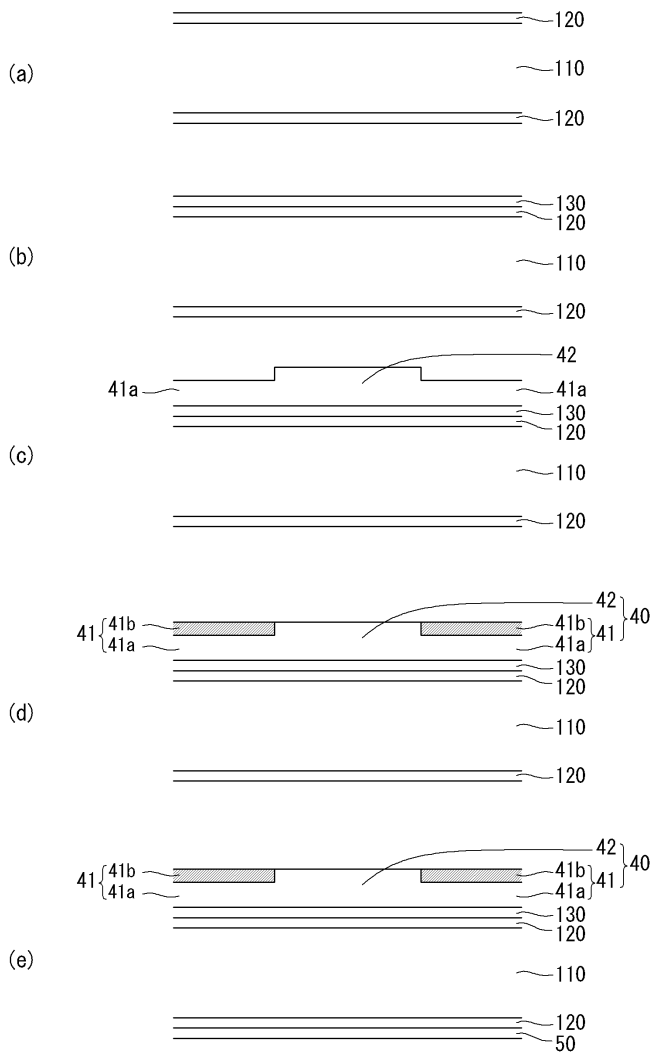
도면2



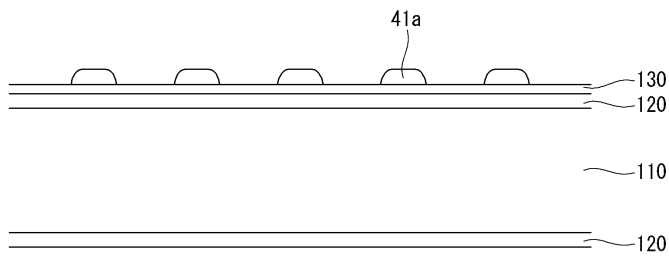
도면3



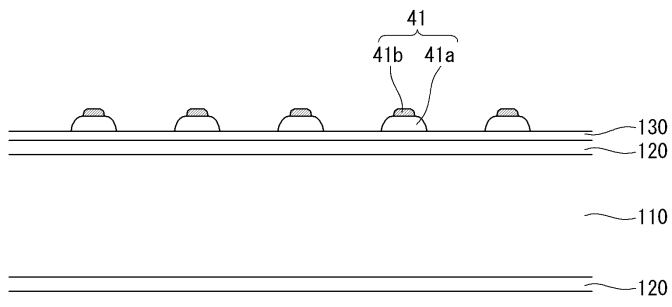
도면4



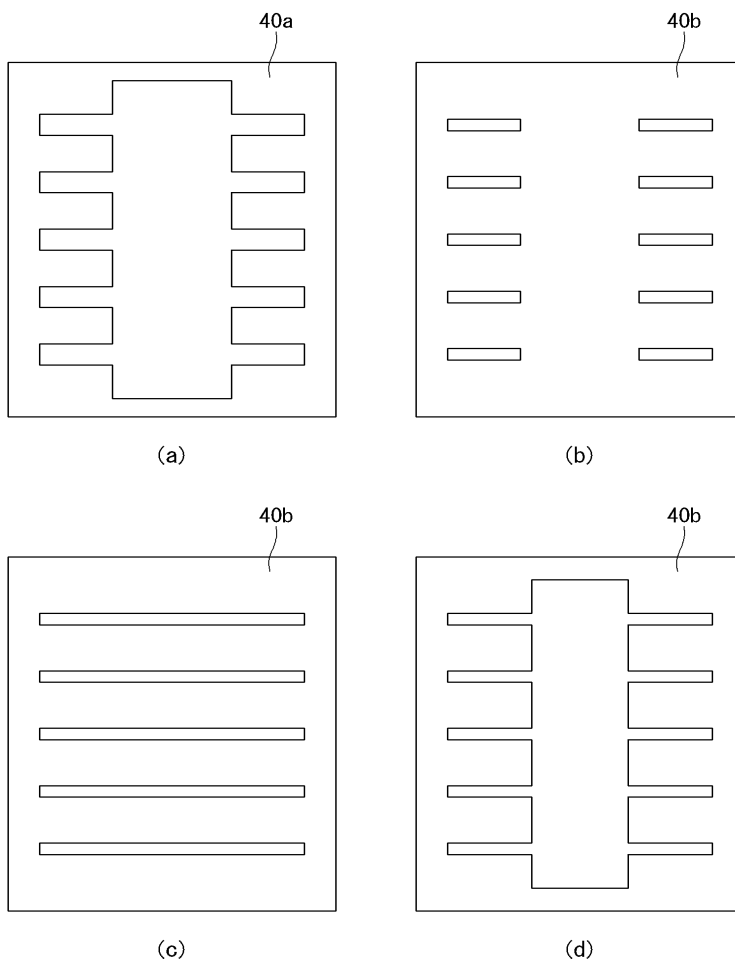
도면5



도면6

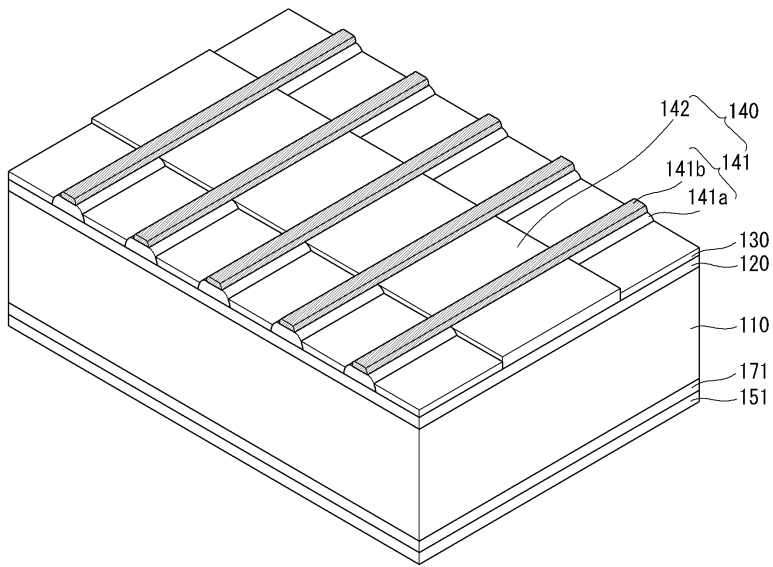


도면7





도면8



도면9

