



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월15일  
(11) 등록번호 10-1969032  
(24) 등록일자 2019년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/04 (2014.01) H01L 31/0224 (2006.01)  
H01L 31/18 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0090802  
(22) 출원일자 2011년09월07일  
심사청구일자 2016년03월29일  
(65) 공개번호 10-2013-0027301  
(43) 공개일자 2013년03월15일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2003298080 A\*  
KR1020080014751 A\*  
WO2010119512 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
진윤실  
경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)  
박현정  
경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)  
최영호  
경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)  
(74) 대리인  
박병창

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 전병식

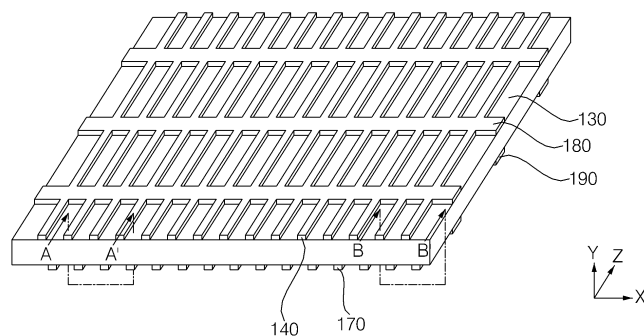
(54) 발명의 명칭 태양전지 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지는, 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판, 제1 도전형과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물이 도핑되고, 기판의 일면 상에 위치하는 에미터층, 에미터층과 접속하는 복수의 전면 핑거라인, 일면과 대향하는 기판의 타면에 형성되며, 제1 도전형을 가지는 제2 불순물이 도핑된 후면 전계층 및 후면 전계층과 접속하는 복수의 후면 핑거라인을 포함하고, 에미터층의 두께와 후면 전계층의 두께가 상이하다. 이에 의해, 태양전지의 광전변환효율이 향상될 수 있다.

대표도 - 도1

100



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판;

상기 제1 도전형과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물이 도핑되고, 상기 기판의 일면 상에 위치하는 에미터층;

상기 에미터층과 접속하는 복수의 전면 핑거라인;

상기 일면과 대향하는 상기 기판의 타면에 형성되며, 상기 제1 도전형을 가지는 제2 불순물이 도핑된 후면 전계층; 및

상기 후면 전계층과 접속하는 복수의 후면 핑거라인;을 포함하고,

상기 전면 핑거라인의 개수와 상기 후면 핑거라인의 개수가 다르고,

상기 전면 핑거라인과 상기 후면 핑거라인이 서로 오버랩되지 않으며,

상기 기판은 N형이고, 상기 후면 전계층의 두께가 상기 에미터층의 두께보다 두꺼운 태양전지.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에미터층은 상기 복수의 전면 핑거라인과 접하는 제1 영역과, 상기 제1 영역 사이에 위치하고, 상기 제1 영역보다 도핑 농도가 작은 제2 영역을 포함하고,

상기 후면 전계층은 상기 복수의 후면 핑거라인과 접하는 제3 영역과, 상기 제3 영역 사이에 위치하고, 상기 제3 영역보다 도핑 농도가 작은 제4 영역을 포함하는 태양전지.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 영역의 두께가 상기 제2 영역의 두께보다 두꺼우며, 상기 제3 영역의 두께가 상기 제4 영역의 두께보다 두꺼운 태양전지.

#### 청구항 6

제2항에 있어서

상기 제2 영역의 두께가 상기 제1 영역의 두께보다 두꺼우며, 상기 제4 영역의 두께가 상기 제3 영역의 두께보다 두꺼운 태양전지.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 에미터층 및 상기 후면 전계층 중 적어도 어느 하나는 상기 기판의 모서리와 이격되어 형성된 태양전지.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 에미터층 및 상기 후면 전계층 중 적어도 어느 하나와 상기 모서리간의 이격거리는 2~300 $\mu$ m인 태양전지.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 후면 핑거라인의 수가 상기 전면 핑거라인의 수보다 많은 태양전지.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 에미터층 상의 제1 반사방지막과 상기 후면 전계층 상의 제2 반사방지막을 포함하는 태양전지.

#### 청구항 11

N형 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판의 일면 전체에 P형 도전형을 가지는 제1 불순물을 이온 주입하여 제1 불순물층을 이온 주입하여 제1 불순물층을 형성하는 단계;

상기 일면에 대향하는 기판의 타면에 상기 N형 도전형을 가지는 제2 불순물을 이온 주입하여 제2 불순물층을 형성하는 단계;

상기 제1 불순물층 및 상기 제2 불순물층을 동시에 열처리 하여, 상기 제1 불순물 및 상기 제2 불순물을 활성화 하여 동시에 각각 에미터층 및 상기 에미터층의 두께보다 두꺼운 후면 전계층을 형성하는 단계

상기 에미터층과 접하는 복수의 전면 핑거라인을 형성하는 단계; 및

상기 후면 전계층과 접하는 복수의 후면 핑거라인을 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 전면 핑거라인의 개수와 상기 후면 핑거라인의 개수가 다르고,

상기 전면 핑거라인과 상기 후면 핑거라인이 서로 오버랩되지 않는

태양전지 제조방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 에미터층 상에 제1 반사방지막을 형성하는 단계; 및

상기 후면 전계층 상에 제2 반사방지막을 형성하는 단계;를 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 에미터층과 접하는 복수의 제1 핑거라인을 형성하는 단계; 및

상기 후면 전계층과 접하는 복수의 제2 핑거라인을 형성하는 단계;를 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 에미터층은 상기 복수의 전면 핑거라인과 접하는 제1 영역과, 상기 제1 영역 사이에 위치하고, 상기 제1 영역보다 도핑 농도가 작은 제2 영역을 포함하며,

상기 후면 전계층은 상기 복수의 후면 핑거라인과 접하는 제3 영역과, 상기 제3 영역 사이에 위치하고, 상기 제3 영역보다 도핑 농도가 작은 제4 영역을 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

제11항에 있어서,

상기 후면 전계층은 상기 기판 후면의 모서리와 이격되어 형성되는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 후면 전계층과 상기 모서리간의 이격거리는  $2\sim300\mu\text{m}$ 인 태양전지 제조방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 에미터층과 후면 전계층의 두께가 상이한 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예상되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 반도체 소자를 이용하여 태양광 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 차세대 전지로서 각광받고 있다.

[0003] 즉, 태양전지란 광기전력 효과(Photovoltaic Effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로서, 그 구성 물질에 따라서 실리콘 태양전지, 박막형 태양전지, 염료감응형 태양전지 및 유기고분자형 태양전지 등으로 구분될 수 있으며, 그 중 실리콘 태양전지가 주류를 이루고 있다. 이러한 태양전지에서는, 입사되는 태양 광을 전기 에너지로 변환시키는 비율과 관계된 변환효율(Efficiency)을 높이는 것이 매우 중요하다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 광전변환효율이 우수한 태양전지 및 이의 제조방법을 제공함에 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지는, 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판, 제1 도전형과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물이 도핑되고, 기판의 일면 상에 위치하는 에미터층, 에미터층과 접촉하는 복수의 전면 핑거라인, 일면과 대향하는 기판의 타면에 형성되며, 제1 도전형을 가지는 제2 불순물이 도핑된 후면 전계층 및 후면 전계층과 접촉하는 복수의 후면 핑거라인을 포함하고, 에미터층의 두께와 후면 전계층의 두께가 상이하다.

[0006] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은, 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판의 전면에 제1 도전형과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물을 도핑하여 제1 불순물층을 형성하는 단계, 기판의 후면에 제1 도전형을 가지는 제2 불순물을 도핑하여 제2 불순물층을 형성하는 단계 및 제1 불순물층과 제2 불순물층을 동시에 열처리 하여 에미터 및 후면 전계층을 형성하는 단계를 포함하고, 에미터층과 후면 전계층의 두께는 서로 상이하게 형성된다.

## 발명의 효과

- [0007] 본 발명에 따르면, 상이한 두께를 가지는 에미터층과 후면 전계층을 포함함으로써, 태양전지의 광전변환효율이 향상될 수 있다.
- [0008] 또한, 에미터층과 후면 전계층의 불순물을 이온 임플란테이션에 의해 주입하고, 동시 소성함으로써 태양전지의 생산성이 증가할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 도시한 사시도,  
 도 2는 도 1의 태양전지의 A-A'의 단면을 도시한 단면도,  
 도 3은 도 1의 태양전지의 B-B'의 단면을 도시한 단면도,  
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 단면을 도시한 단면도,  
 도 5는 도 4의 태양전지의 에미터층의 도핑 프로필을 도시한 도,  
 도 6은 도 5에 따른 결과를 도시한 도,  
 도 7 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시한 도,  
 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 모듈의 단면을 도시한 단면도, 그리고,  
 도 14는 도 13의 C를 확대한 확대도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0011] 이하의 도면에서, 각 구성요소의 "위(on)"에 또는 "아래(under)"에는 "직접(directly)" 또는 "다른 구성요소를 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함하며, 각 구성요소의 위 또는 아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다. 또한, 각 구성요소는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었다.
- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 도시한 사시도, 도 2는 도 1의 태양전지의 A-A'의 단면을 도시한 단면도, 그리고, 도 3은 도 1의 태양전지의 B-B'의 단면을 도시한 단면도이다. 여기서, 도 2 및 도 3은 도 1의 태양전지를 X-Y 평면으로 절단한 후, Z방향으로 관찰한 단면도이다.
- [0013] 도면을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(100)는 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판(110), 기판(110)의 일면 상에 위치하는 에미터층(120), 에미터층(120)과 접속하는 다수의 전면 핑거라인(140), 기판(110)의 타면 상의 후면 전계층(150)과 후면 전계층(150)과 접속하는 다수의 후면 핑거라인(170)을 포함할 수 있다. 또한, 에미터층(120) 상의 제1 반사방지막(130)과 후면 전계층(150) 상의 제2 반사방지막(160)을 포함할 수 있다.
- [0014] 기판(110)은, 실리콘으로 형성될 수 있으며, P형 또는 N형 불순물이 도핑되어 제1 도전형을 가질 수 있다. 예를 들어, 실리콘에 3족 원소인 B, Ga, In 등이 불순물로 도핑 되어 P형으로 구현될 수 있고, 5족 원소인 P, As, Sb 등이 도핑되어 N형으로 구현될 수 있다.
- [0015] 도면에 도시하지는 않았으나, 기판(110)의 표면은 요철구조를 가질 수 있다. 요철구조는 기판(110)의 표면을 텍스처링(texturing) 하여 요철 형상의 패턴을 형성하는 것을 의미하는데, 기판(110)이 이와 같이 텍스처링 되면, 후술하는 바와 같이, 기판(110)상에 형성되는 에미터층(120), 제1 반사방지막(130), 후면전계층(152), 제2 반사방지막(160) 역시 요철의 형상을 따라 형성될 수 있다. 따라서, 태양전지(100)로 입사하는 광의 반사율이 감소하고, 광 포획량이 증가하여 태양전지(100)의 광학적 손실이 감소한다.
- [0016] 에미터층(120)은, 기판(110)과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물이 도핑되어 형성된다. 예를 들어, 기판(110)이 P형인 경우는 에미터층(120)에는 N형의 불순물이 도핑되고, 기판(110)이 N형인 경우는 에미터층(120)에는 P형의 불순물이 도핑된다. 이와같이, 기판(110)과 에미터층(120)에 반대 도전형의 불순물이 도핑 되면, 기판(110)과 에미터층(120)의 계면에는 P-N접합(junction)이 형성된다.

- [0017] 한편, 에미터층(120)은 복수의 전면 핑거라인(140)과 접하는 제1 영역(124)과, 복수의 전면 핑거라인(140) 사이 즉, 복수의 제1 영역(124) 사이의 제2 영역(122)을 포함할 수 있다.
- [0018] 일반적으로, 에미터층(120)에 불순물이 더 많이 존재할수록 광전효과에 의해 발생한 전자-정공 쌍이 더 많이 재결합하므로, 광이 전자-정공 쌍으로 주로 변환되는 제2 영역(122)은 불순물의 농도가 상대적으로 낮은 것이 유리하고, 분리된 전자 또는 정공이 전면 핑거라인(140)으로 이동하는 제1 영역(124)에서는 접촉저항의 감소를 위해 불순물의 농도가 높은 것이 유리하다.
- [0019] 따라서, 본 발명에 따른 태양전지(100)는 전면 핑거라인(140)과의 접촉 저항을 낮추고, 표면 재결합에 따른 태양전지(100)의 효율 저하를 방지하도록, 전면 핑거라인(140)과 접하는 제1 영역(124)이 제2 영역(122)에 비해 상대적으로 높은 도핑 농도를 가지도록 형성될 수 있다. 이에 따라, 에미터층(120)의 제1 영역(124)의 면저항은 제2 영역(122)의 면저항보다 작게 형성된다. 또한, 제1 영역(124)의 도핑 두께(b)는 제2 영역(122)의 도핑 두께(a)보다 클 수 있다.
- [0020] 이러한 에미터층(120)의 제1 영역(124)은  $1\text{E}19\sim 1\text{E}21$ 의 도핑 농도를 가질 수 있고, 제2 영역(122)은  $5\text{E}18\sim 1\text{E}20$ 의 도핑 농도를 가질 수 있다. 이때, 에미터층(120)의 제1 영역(124)의 면저항은 30 내지  $70\Omega/\square$ , 바람직하게는 40 내지  $60\Omega/\square$ 로 설정될 수 있고, 제2 영역(122)의 면저항은 70 내지  $150\Omega/\square$ , 바람직하게는 90 내지  $120\Omega/\square$ 로 설정될 수 있다.
- [0021] 제1 반사방지막(130)은 기판(110)의 전면으로 입사되는 태양광의 반사율을 감소시키고, 이에 따라, P-N 접합까지 도달되는 광량이 증대되어 태양전지(100)의 단락전류( $I_{sc}$ )가 증가한다. 제1 반사방지막(130)은, 예를 들어, 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 실리콘 산화 질화물, 인트린식 비정질 실리콘,  $\text{MgF}_2$ , ZnS,  $\text{TiO}_2$  및  $\text{CeO}_2$ 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가질 수 있으며, 기판(110)이 P형일 경우 패시베이션층의 기능도 수행한다.
- [0022] 이러한 제1 반사방지막(130)은 1.8 내지 2.5의 굴절율을 가지고, 60 내지  $100\mu\text{m}$ 의 두께로 형성될 수 있다. 특히, 제1 반사방지막(130)의 굴절율이 1.8 보다 작은 경우는 반사방지 효과가 현저하지 않고, 반대로 굴절율이 2.5보다 크면, 입사광중 전류 변환에 기여하는 파장을 가지는 광이, 제1 반사방지막(130)에 광학적인 흡수를 발생시켜 오히려 태양전지(100)의 광전 변환효율이 저하될 수 있다.
- [0023] 한편, 도면에 도시하지는 않았으나, 기판(110)이 N형일 경우는 에미터층(120)과 제1 반사방지막(130) 사이에 패시베이션층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 패시베이션층(미도시)은  $\text{SiO}_x$ ,  $\text{Al}_x\text{O}_y$  등으로 형성될 수 있고, 이에 따라,  $\text{SiO}_2/\text{SiNx}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiNx}$  등의 패시베이션/제1 반사방지막(130)의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0024] 전면 핑거라인(140)은 복수개 형성되어, 광전효과에 의해 발생한 전자 또는 정공을 수집한다. 또한, 다수의 전면 핑거라인(140)은 전면 핑거라인(140)과 교차하는 전면 버스 전극(180)과 접할 수 있고, 전면 버스 전극(180)은 리본(미도시)과 연결되어 태양전지(100)에서 발생한 전류를 외부로 공급할 수 있다.
- [0025] 전면 핑거라인(140)은, 일 예로, 에미터층(120)과의 오믹접촉을 위해, 에미터층(120)이 P형인 경우는 AgAl, 유리 프리트 등이 포함된 페이스트를 개구가 형성된 마스크를 사용하여 전면 핑거라인(140) 형성 지점에 스크린 인쇄한 후 열처리를 행하여 형성할 수 있으며, 에미터층(120)이 N형인 경우는 Ag, 유리 프리트 등이 포함된 페이스트를 스크린 인쇄한 후 열처리를 행하여 형성할 수 있다.
- [0026] 또한, 전면 핑거라인(140)은, 레이저의 조사에 의해 제1 반사방지막(130)을 제거(Laser ablation)하고, Ni 등에 의한 시드층(Seed layer)을 증착한 후, 도금 또는 Sputtering 등에 의해 금속층을 증착하여 형성할 수 있다. 이와 같이 형성되는 전면 핑거라인(140)은 Ni/Cu/Sn, Ni/Ag, Ni/Cu/Ag 등의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 이와 같이 형성되는 전면 핑거라인(140)은  $10\mu\text{m}$  이상의 폭과, 60 내지  $80\mu\text{m}$ 의 높이를 가지고 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 후면 전계층(150)은 고농도 도핑 영역으로, 분리된 전자 정공 쌍의 재결합을 방지하고, 누설 전류를 줄이며, 후면 핑거라인(170)과의 우수한 오믹 컨택성을 가지도록 할 수 있다. 이러한 후면 전계층(150)은 기판(110)과 동일한 제1 도전형을 가지는 제2 불순물을 도핑하여 형성할 수 있다.
- [0028] 또한, 후면 전계층(150)은 상술한 에미터층(150)과 동일한 구조를 가질 수 있다. 즉, 복수의 후면 핑거라인(170)과 접하는 제3 영역(154)과, 복수의 후면 핑거라인(170) 사이 즉, 복수의 제3 영역(154) 사이의 제4 영역



(152)을 포함할 수 있으며, 제3 영역(154)의 불순물의 도핑농도가 제4 영역(152)의 불순물의 도핑 농도보다 클 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(100)는 선택적 에미터층(120)과 동시에 선택적 후면 전 계층(150)의 구조를 가지는 양면 수광형 태양전지(Bifacial solar cell)일 수 있다.

[0029] 한편, 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)의 도핑 농도는 제4 영역(152)의 도핑 농도보다 크기 때문에, 제3 영역(154)과 후면 핑거라인(170) 간의 접촉 저항이 감소하고, 제4 영역(152)은 기판(110)의 후면 전체에 걸쳐 형성되므로 전자와 정공의 재결합을 효과적으로 방지할 수 있다. 따라서, 전자와 정공의 재결합에 따른 손실이 감소하고, 동시에 광전효과에 의해 생성된 전자 또는 정공을 후면 핑거라인(170)으로 전달하는 능력은 더욱 향상되므로, 태양전지(100)의 광전변환 효율이 더욱 향상될 수 있다.

[0030] 이러한, 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)은  $1E19 \sim 1E21$ 의 도핑 농도를 가질 수 있고, 제4 영역(152)은  $5E18 \sim 1E20$ 의 도핑 농도를 가질 수 있다. 또한, 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)의 면저항은 20 내지  $70 \Omega/\square$ , 바람직하게는 40 내지  $60 \Omega/\square$ 로 설정될 수 있고, 제4 영역(152)의 면저항은 60 내지  $150 \Omega/\square$ , 바람직하게는 90 내지  $120 \Omega/\square$ 로 설정될 수 있으며, 제3 영역(154)의 두께가 제4 영역(152)의 두께보다 두껍게 형성될 수 있다.

[0031] 한편, 본 발명에 따르면, 후면 전계층(150)의 두께는 에미터층(120)의 두께와 상이하게 형성될 수 있다.

[0032] 먼저, 기판(110)이 N형의 도전형질을 가지는 경우는, 예를 들어, 후면 전계층(150)은 P를 도핑하여 형성하고, 에미터층(120)은 B를 도핑하여 형성할 수 있는데, 이와 같은 경우는 후면 전계층(150)의 두께가 에미터층(120)의 두께보다 클 수 있다. 이를 구체적으로 살펴보면, 에미터층(120)의 제1 영역(124)의 도핑 두께(b) 보다 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)의 도핑 두께(d)가 더 깊고, 에미터층(120)의 제2 영역(122)의 도핑 두께(a)보다 후면 전계층(150)의 제4 영역(152)의 도핑 두께(d)가 더 깊게 형성될 수 있다. 또한, 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)의 폭은 에미터층(120)의 제1 영역(124)의 폭보다 크게 형성될 수 있다.

[0033] 이와 같이 후면 전계층(150)의 두께가 에미터층(120)의 두께보다 크게 형성되면, 태양전지(100)의 전체 직렬 저항이 감소하여 태양전지(100)의 FF가 상승할 수 있다.

[0034] 또한, 다른 예로, 기판(110)이 P형의 도전형질을 가지는 경우는, 일 예로, 후면 전계층(150)은 B를 도핑하여 형성하고, 에미터층(120)은 P를 도핑하여 형성할 수 있는데, 이와 같은 경우는 에미터층(120)의 두께가 후면 전계층(150)의 두께보다 크게 형성될 수 있다. 이와 같은 경우는, 에미터층(120)의 표면 불순물의 농도를 줄일 수 있고, deep junction의 형성이 유리하여 태양전지(100)의 개방전압(Voc)을 증가시킬 수 있다.

[0035] 한편, 후면 전계층(150) 상에는 제2 반사방지막(160)이 위치한다. 제2 반사방지막(160)은 상술한 제1 반사방지막(130)과 동일할 수 있다. 즉, 제2 반사방지막(160)은, 예를 들어, 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 실리콘 산화 질화물, 인트린식 비정질 실리콘,  $MgF_2$ , ZnS,  $TiO_2$  및  $CeO_2$ 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가지고 있어, 기판(110)의 후면으로 입사되는 태양광의 반사율을 감소시키며, 기판(110)이 기판(110)이 N형일 경우 패시베이션층의 기능도 수행한다. 이러한 제2 반사방지막(160)은 1.8 내지 2.5의 굴절율을 가지고, 60 내지  $100 \mu m$ 의 두께로 형성될 수 있다.

[0036] 한편, 도면에 도시하지는 않았으나, 기판(110)이 P형일 경우는 후면 전계층(150)과 제2 반사방지막(160) 사이에 패시베이션층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 패시베이션층(미도시)은  $SiO_x$ ,  $AlxOy$  등으로 형성될 수 있고, 이에 따라,  $SiO_2/SiNx$ ,  $Al_2O_3/SiNx$  등의 패시베이션/제2 반사방지막(160)의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.

[0037] 후면 핑거라인(170)은 복수개 형성될 수 있으며, 후면 전계층(150)과의 오믹접촉을 위해 기판(110)이 N형인 경우는 Ag와 유리 프린트 등이 포함된 페이스트를 스크린 인쇄하여 형성할 수 있으며, 기판이 P형인 경우는 AgAl와 유리 프린트 등이 포함된 페이스트를 사용하여 형성할 수 있다.

[0038] 또한, 후면 핑거라인(170)은 레이저의 조사에 의해 반사방지막(130) 및/또는 패시베이션층(미도시)을 제거(Laser ablation)하고, Ni 등에 의한 시드층(Seed layer)을 증착한 후, 도금 또는 Sputtering 등에 의해 증착하여 형성할 수 있다. 이와 같이 형성되는 전면 핑거라인(140)은 Ni/Cu/Sn, Ni/Ag, Ni/Cu/Ag 등의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 이와 같이 형성되는 전면 핑거라인(140)은  $10 \mu m$  이상의 폭과, 60 내지  $80 \mu m$ 의 높이를 가지고 형성될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 이러한 다수의 후면 핑거라인(170)은 후면 핑거라인(170)과 교차하는 후면 버스 전극(190)과 접하여 광전효과에

의해 발생한 전류를 외부로 공급할 수 있다.

- [0040] 한편, 후면 핑거라인(170)의 갯수와 전면 핑거라인(140)의 갯수는 어느 한쪽의 증가에 따라 서로 다르게 형성될 수 있다. 일 예로 후면 핑거라인(170)의 수가 전면 핑거라인(140)의 수보다 많을 수 있다.
- [0041] 후면 핑거라인(170)의 갯수가 전면 핑거라인(140)의 갯수 보다 많이 형성되면, 후면 핑거라인(170)으로의 전자 또는 정공의 이동거리가 짧아짐에 따라 태양전지(100)의 전체 저항이 감소할 수 있다. 또한, 저항을 감소시키기 위해 전면 핑거라인(140)의 갯수를 증가시킬 필요가 없으므로, 태양전지(100)의 전면에서의 광 흡수를 추가적으로 방해하지 않아 태양전지(100)의 광흡수율이 감소되는 것을 방지할 수 있다.
- [0042] 도 3은 도 1의 태양전지의 B-B'의 단면을 도시한 단면도로, 도 3은 일 예로, 후면 전계층(150)이 기판(110) 후면의 모서리로부터 'T' 만큼 이격되어 형성되는 것을 도시한다. 다만, 도면과는 달리 에미터층(120)이 기판(110)의 모서리와 이격되어 형성될 수 있으며, 에미터층(120)과 후면 전계층(150)이 모두 기판(110)의 모서리와 'T'만큼 이격되어 형성될 수도 있다. 이하에서는 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0043] 도 3에 도시된 바와 같이, 후면 전계층(150)이 기판(110)의 모서리와 이격되어 형성되면, 후면 전계층(150)과 에미터층(120) 간의 단락을 방지할 수 있으며, 후술하는 바와 같이 기판(110)의 전면과 후면의 단락을 방지하기 위한 edge isolation 공정을 생략할 수 있다. 또한, 후면 전계층(150)을 형성하기 위해 불순물을 도핑할 때, 불순물이 태양전지(100)의 측면에까지 확산되는 것을 방지하여 태양전지(100)의 측면에 과도한 전류가 흘러 발생할 수 있는 Hot spot의 발생을 방지할 수 있다.
- [0044] 다만, 후면 전계층(150)과 기판(110) 후면의 모서리간의 간격(T) 내에도 후면 전계층(150)을 형성하기 위한 제2 불순물이 확산 등에 의해 포함될 수 있으나, 이는 후면 전계층(150)과 에미터층(120) 간의 단락을 일으키지 않을 정도이므로 무시할 수 있다.
- [0045] 한편, 후면 전계층(150)과 기판(110) 후면의 모서리간의 거리(T)는 2~300 $\mu$ m 일 수 있다. 후면 전계층(150)과 기판(110) 후면의 모서리간의 거리(T)가 2 $\mu$ m 보다 작은 경우는, 불순물의 확산 등에 의해 후면 전계층(150)과 에미터층(120) 간의 단락이 발생할 수 있고, 이는 태양전지(100)의 효율을 감소시키는 원인이 될 수 있다. 반면에, 후면 전계층(150)과 기판(110) 후면의 모서리간의 거리(T)가 300 $\mu$ m 보다 큰 경우는, 형성되는 후면 전계층(120)의 면적이 감소하여 전자 정공쌍의 재결합의 증가에 따라 태양전지(100)의 효율이 감소할 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 단면을 도시한 단면도이고, 도 5는 도 4의 태양전지의 에미터층의 도핑 프로필을 도시한 도이며, 도 6은 도 5에 따른 결과를 도시한 도이다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(200)는, 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판(210), 기판(210)의 일면 상에 위치하는 에미터층(220), 에미터층(220)과 접속하는 다수의 전면 핑거라인(240), 기판(210)의 타면 상의 후면 전계층(250)과 후면 전계층(250)과 접속하는 다수의 후면 핑거라인(270)을 포함할 수 있다. 또한, 에미터층(220) 상의 제1 반사방지막(230)과 후면 전계층(250) 상의 제2 반사방지막(260)을 포함할 수 있다.
- [0048] 기판(210), 제1 반사방지막(230), 전면 핑거라인(240), 제2 반사방지막(260), 후면 핑거라인(270)은 도 1 내지 도 3에서 도시하고 설명한 바와 동일하므로, 반복하여 설명하지 않는다.
- [0049] 도 4를 참조하면, 에미터층(220)은 복수의 전면 핑거라인(240)과 접하는 제1 영역(224)과, 복수의 전면 핑거라인(240) 사이 즉, 복수의 제1 영역(224) 사이의 제2 영역(222)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 영역(224)의 도핑 농도는 제2 영역(222)의 도핑 농도보다 크게 형성되고, 제2 영역(222)의 도핑 깊이(b')가 제1 영역(224)의 도핑 깊이(a')보다 깊게 형성될 수 있다.
- [0050] 도 5는 도 4의 에미터층(220)의 도핑 프로필을 도시한 도로, 도 5의 A는 에미터층(220) 전체가 제2 영역(222)의 도핑 깊이(b')를 가지는 경우이며, 도 5의 B는 에미터층(220) 전체가 제1 영역(224)의 도핑 깊이(a')를 가지는 경우이다. 이때, 도 5의 A와 B는 그래프의 하부 면적이 동일하다. 즉, 도 5의 A는 B보다 도핑 깊이가 크나, A와 B는 동일한 저항을 가지며, A와 B 모두 70 $\Omega/\square$ 으로 설정되어 있다.
- [0051] 도 6은 도 4과 같은 형태의 도핑 프로필을 가지는 에미터층(220)의 저항을 변화시켜 측정한 태양전지의 결과를 도시한다. 도 6을 참조하면, 도 6의 (a)와 같이 에미터층(220)의 도핑 깊이가 보다 큰 A의 경우가 B에 비해 다소 Jsc가 감소하나, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, A는 표면의 도핑 농도가 낮아짐에 따라 SRV(Surface recombination velocity)가 개선되기 때문에, B에 비해 Voc가 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 그 결과, (c)에



서 나타내는 바와 같이, 도핑 깊이가 보다 큰 A가 B에 비해 전체적인 태양전지의 효율이 향상됨을 알 수 있다.

- [0052] 한편, 제1 영역(224)은 전면 핑거라인(240)과의 접촉저항을 줄이기 위한 고농도 도핑 영역으로, 소수 캐리어의 재결합(Recombination) 사이트가 증가할 수 있기 때문에, 제1 영역(224)의 도핑 깊이(a')는 제2 영역(222)의 도핑 깊이(b') 보다 작게 형성되는 것이 바람직하며, 이에 의해, 캐리어의 재결합에 의한 Jsc의 감소가 증가하는 것을 방지할 수 있다.
- [0053] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(200)는 제2 영역(222)의 두께(b')를, 전면 핑거라인(240)이 접하는 제1 영역(224)의 두께(a') 보다 크게 형성하여, Voc의 증가와 동시에 캐리어의 재결합에 의한 Jsc의 감소를 보완하며, 전면 핑거라인(240)과의 접촉 저항을 낮추어 태양전지(200)의 Fill Factor를 향상시킬 수 있다.
- [0054] 이러한 에미터층(220)의 제1 영역(224)은 1E19~1E21의 도핑 농도와 30 내지 70Ω/□, 바람직하게는 40 내지 60Ω/□의 면저항을 가지도록 설정될 수 있으며, 제2 영역(222)은 5E18~1E20의 도핑 농도와 70 내지 150Ω/□, 바람직하게는 90 내지 120Ω/□의 면저항을 가지도록 설정될 수 있다.
- [0055] 한편, 후면 전계층(250)은 에미터층(220)과 동일한 구조를 가질 수 있다. 즉, 다수의 후면 핑거라인(270)과 접하는 제3 영역(254)과, 다수의 후면 핑거라인(270) 사이 즉, 다수의 제3 영역(254) 사이의 제4 영역(252)을 포함하며, 제4 영역(252)의 도핑 깊이(d')가 제3 영역(254)의 도핑 깊이(c')보다 크게 형성될 수 있다.
- [0056] 이러한 구조는 상술한 에미터층(220)과 동일한 결과를 가져온다. 즉, Jsc는 다소 감소할 수 있으나, 이는 제3 영역(254)의 도핑 두께(c')를 감소시킴에 따라 보완되고, 제4 영역(252)의 도핑 두께(d')를 크게 하여 Voc가 향상됨에 따라, 전체적인 태양전지의 효율이 더욱 증가할 수 있다.
- [0057] 한편, 제3 영역(254)의 불순물의 도핑농도는 제4 영역(252)의 불순물의 도핑 농도보다 크게 형성되어, 후면 핑거라인(270)과의 접촉저항을 감소시킬 수 있다. 이때, 제3 영역(254)은 1E19~1E21의 도핑 농도와 30 내지 70Ω/□, 바람직하게는 40 내지 60Ω/□의 면저항을 가지도록 설정될 수 있으며, 제4 영역(252)은 5E18~1E20의 도핑 농도와 70 내지 150Ω/□, 바람직하게는 90 내지 120Ω/□의 면저항을 가지도록 설정될 수 있다.
- [0058] 이때, 후면 전계층(250)의 두께와 에미터층(220)의 두께는 서로 상이하게 형성될 수 있다. 즉, 기판(210)이 N형의 도전형을 가지는 경우는, P가 도핑되어 형성되는 후면 전계층(250)의 두께가 B이 도핑되어 형성되는 에미터층(220)의 두께보다 크게 형성될 수 있으며, 이에 의해, 태양전지(200)의 전체 직렬 저항이 감소하여 태양전지(100)의 FF가 상승할 수 있다.
- [0059] 또한, 기판(210)이 P형의 도전형을 가지는 경우는, P가 도핑되어 형성되는 에미터층(220)의 두께가 B이 도핑되어 형성되는 후면 전계층(250)의 두께보다 크게 형성될 수 있으며, 이에 의해, 에미터층(220)의 표면 불순물의 농도를 줄일 수 있고, deep junction의 형성이 유리하여 태양전지(200)의 개방전압(Voc)을 증가시킬 수 있다.
- [0060] 도 7 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시한 도이다.
- [0061] 먼저, 도 7 내지 도 11은 도 1 내지 도 3에 도시된 태양전지(100)를 제조하는 공정의 일 예를 도시한다. 도 7 내지 도 11을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(100)의 제조방법을 설명하면, 우선, 도 7과 같이 제1 도전형을 가지는 실리콘 반도체 기판(110) 상에 제1 도전형과 반대의 제2 도전형을 가지는 제1 불순물을 제1 도핑농도로 1차 도핑하여 제1 불순물층을 형성한다. 상기 제1 불순물층은 상기 1차 도핑 및 후술할 2차 도핑에 의해 형성된 상기 제1 불순물을 포함하는 층을 통칭하며, 후술할 열처리에 의해 상기 제1 불순물이 활성화되어 에미터층(120)이 될 수 있다. 즉, 우선적으로 전체적으로 상기 제1 불순물의 도핑에 의해 제2 영역(122)을 형성한다. 제2 영역(122)의 형성은 제1 불순물을 열확산법, 레이저 도핑법(Laser doping), 이온 주입법(Ion implantation) 등의 방법에 의해 도핑하여 의할 수 있다.
- [0062] 한편, 도면에 도시하지는 않았으나, 기판(110)에는 요철구조를 먼저 형성할 수 있다. 요철구조는 기판(110)에 에칭액 등에 담그는 공정 등을 이용할 수 있으며, 요철구조는 피라미드, 정사각형, 삼각형 등 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- [0063] 다음으로 도 8과 같이, 다수의 전면 핑거라인(140)이 형성될 위치에 대응하는 개구(310)를 포함하는 제1 마스크(300)를 기판(110) 상에 위치시킨 다음, 이온 주입법 등에 의해 제1 불순물을 2차 도핑하여 제1 영역(124)을 형성한다. 개구(310)는 전면 핑거라인(140)이 형성되는 위치에 대응할 뿐만 아니라, 전면 버스 전극(도 1의 180)이 형성될 위치에도 대응하여 형성될 수 있다.
- [0064] 2차 도핑은 이온 주입법(Ion implantation) 등의 방법에 의할 수 있으며, 2차 도핑에 의해 형성되는 제1 영역

(124)은 제2 영역(122)에 비해 높은 제2 도핑 농도를 가지고 형성된다. 제2 도핑 농도는 1E19~1E21일 수 있다. 이에 의해 후술하는 바와 같이, 전면 핑거라인(140)과의 접촉 저항이 감소할 수 있다. 따라서, 선택적 에미터 구조를 가질 수 있다.

- [0065] 이어서, 상기 제2 불순물 도핑하여 제2 불순물층을 형성한다. 상기 제2 불순물층은 도핑된 상기 제2 불순물을 포함하는 층을 통칭하며, 후술할 열처리에 의해 상기 제2 불순물이 활성화되어 후면 전계층(150)이 될 수 있다. 구체적으로, 도 9를 참고하면, 기판(110) 후면의 모서리 부분(412)을 커버하는 제2 마스크(410)를 이용하여, 제 4 영역(152)을 형성한다.
- [0066] 제4 영역(152)은 기판(110)의 후면에서 분리된 전자 정공 쌍의 재결합을 방지한다. 제4 영역(152)은 기판(110)과 동일한 도전형을 가지는 제2 불순물을 열 확산법, 레이저 도핑법, 이온 주입법 등의 방법으로 도핑하여 형성할 수 있다. 제4 영역(152)은 5E18~1E20의 도핑 농도를 가지고, 0.3 내지 1 $\mu$ m의 깊이로 형성될 수 있다.
- [0067] 또한, 제4 영역(152)을 형성하기 위해 사용된 제2 마스크(410)는 기판(110) 후면의 모서리 부분(412)부터 T만큼의 거리를 커버하므로, 제4 영역(152)과 기판(110)의 측면에도 도핑될 수 있는 에미터층(120)과의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 기판(110)의 전면과 후면의 절연을 위한 edge isolation 공정을 생략할 수 있게 된다.
- [0068] 이에 의해, 도 3에서 상술한 바와 같이, 후면 전계층(150)은 기판(110) 후면의 모서리로부터 'T' 만큼 이격되어 형성된다. 이때, 후면 전계층(150)과 기판(110) 후면의 모서리간의 거리(T)는 2~300 $\mu$ m 일 수 있다. 다만, 도 9는 도 1의 태양전지의 A-A'의 단면을 도시하므로, 이를 도시하지는 않았다.
- [0069] 한편, 제2 마스크(410)는 상술한 제2 영역(122)을 형성할 경우에도 사용되어 에미터층(120)이 기판(110)의 모서리와 이격되게 형성될 수도 있고, 에미터층(120)과 후면 전계층(150)의 형성시 모두 사용되어, 에미터층(120)과 후면 전계층(150)이 모두 기판(100)의 모서리와 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0070] 다음으로, 도 10에 도시된 바와 같이, 복수의 후면 핑거라인(170)이 형성될 위치에 대응하는 개구(422)를 포함하는 제3 마스크(420)를 기판(110)의 후면 상에 위치시킨 후, 제2 불순물을 이온 주입법 등의 방법으로 2차 도핑하여, 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)을 형성한다.
- [0071] 이때, 제3 마스크(420)에 형성된 개구(422)의 갯수는 제1 마스크(300)에 형성된 개구(310)의 갯수 보다 많을 수 있다.
- [0072] 이어서, 상기 제1 불순물이 도핑된 상기 제1 불순물층과 상기 제2 불순물이 도핑된 상기 제2 불순물층을 동시에 열처리하여 제1 불순물 및 제2 불순물을 각각 활성화하므로써 에미터(120) 및 후면 전계층(150)을 형성할 수 있다.
- [0073] 한편, 제1 불순물과 제2 불순물은, 일 예로, 이온 주입법(Ion implantation)에 의해 도핑할 수 있으며, 이 경우, 제1 불순물과 제2 불순물의 도핑을 위한 이온 주입법(Ion implantation)은, 조건의 변경없이 실시할 수 있고, 이에 따라 태양전지(100)의 생산성이 증가할 수 있다. 즉, 제1 불순물을 이온 주입법(Ion implantation)에 의해 도핑한 후, 동일한 조건으로 제2 불순물을 이온 주입법(Ion implantation)에 의해 도핑할 수 있고, 이에 의해 제1 불순물과 제2 불순물은 유사한 Rp(Projected range)를 가지고 도핑될 수 있다.
- [0074] 한편, 일 예로, 기판(210)이 N형의 도전형을 가지는 경우는, 제1 불순물은 B일 수 있고, 제2 불순물은 P일 수 있는데, 제1 불순물이 도핑된 에미터층(120)과 제2 불순물이 도핑된 후면 전계층(150)을 동시에 소성하면, P가 B에 비해 확산이 활발히 일어나기 때문에, 제2 불순물이 도핑된 후면 전계층(150)의 두께가 에미터층(120)의 두께보다 크게 형성될 수 있고, 이에 의해, 태양전지(200)의 전체 직렬 저항이 감소하여 태양전지(100)의 FF가 상승할 수 있다.
- [0075] 다른 예로, 기판(210)이 N형의 도전형을 가지는 경우는, 제1 불순물은 P일 수 있고, 제2 불순물은 B일 수 있으므로, 에미터층(120)의 두께가 후면 전계층(150)의 두께보다 크게 형성되어, deep junction의 형성이 유리하여 태양전지(200)의 개방전압(Voc)을 증가시킬 수 있다.
- [0076] 다음으로, 도 9와 같이 에미터층(120) 상에 제1 반사방지막(130)과 전면 핑거라인(140)을 형성하고, 후면 전계층(150)상에 제2 반사방지막(160)과 후면 핑거라인(170)을 형성한다. 전면 핑거라인(140)의 개수와 후면 핑거라인(170)의 개수가 다를 수 있고, 구체적으로, 후면 핑거라인(170)의 개수가 더 많을 수 있다. 나아가, 전면 핑거라인(140)과 후면 핑거라인(170)이 서로 오버랩되지 않을 수 있다.
- 또한, 도면에 도시하지는 않았으나, 에미터층(120) 상과 후면 전계층(150) 상에는 패시베이션 층을 더 형성할

수 있다. 한편, 에미터층(120)과 후면 전계층(150)의 열처리시 산화막이 형성되는데, 이 산화막을 패시베이션층으로 이용할 수도 있다.

- [0077] 제1 반사방지막(130)과 제2 반사방지막(160)은 진공 증착법, 화학 기상 증착법, 스퍼드 코팅, 스크린 인쇄 또는 스프레이 코팅에 의해 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0078] 전면 핑거라인(140)은 일 예로, 전면 전극용 페이스트를 마스크를 사용하여 전면 핑거라인(140) 형성 지점에 스크린 인쇄한 후 열처리를 행하여 형성할 수 있다. 인쇄된 페이스트는 소정과정을 통해 페이스트에 포함된 은이 고온에서 액상이 되었다가 다시 고상으로 재결정되면서, 유리 프린트를 매개로 하여 제1 반사방지막(130)을 관통하는 파이어 스루(fire through) 현상에 의해 에미터층(120)의 제1 영역(124)과 접촉하게 된다.
- [0079] 또한, 전면 핑거라인(140)은 레이저의 조사에 의해 제1 반사방지막(130) 및/또는 패시베이션층(미도시)을 제거(Laser ablation)하고, Ni 등에 의한 시드층(Seed layer)을 증착한 후, 도금 또는 Sputtering 등에 의해 증착하여 형성할 수 있다. 이 밖에, 전면 핑거라인(140)은 Laser firing 법, Laser ablation 후의 스크린 프린팅을 하는 방법 등에 의해 형성할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0080] 후면 핑거라인(170)은 전면 핑거라인(140)을 형성하는 방법과 동일할 수 있으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0081] 한편, 형성되는 후면 핑거라인(170)의 갯수는, 태양전지(100)의 저항 감소 및 태양전지(100)의 광전변환 효율이 저하되는 것을 방지하기 위해, 전면 핑거라인(140)의 수와 다르게 형성될 수 있으며, 일 예로 전면 핑거라인(140) 보다 많이 형성될 수 있다.
- [0082] 도 12는 콤 마스크(Comb mask)를 도시하는 도로, 콤 마스크(500)를 이용하여 에미터층(120)의 제1 영역(124)과 제2 영역(122) 또는 후면 전계층(150)의 제3 영역(154)과 제4 영역(152)에 불순물을 한번에 도핑할 수 있다.
- [0083] 콤 마스크(500)는 지지부(510)와 지지부(510)에서 연장되는 다수의 살(520)을 포함하고, 다수의 살(520) 사이는 개구인 슬롯(530)을 형성하는데, 일 예로, 이와 같은 콤 마스크(500)를 사용하여 에미터층(120)을 형성하는 방법을 간략하게 설명하면, 콤 마스크(500)는 기판(110) 상에 위치가 고정되고, 제1 불순물은 슬롯(530)을 통해 기판(110) 상에 주입되어 에미터층(120)의 제1 영역(124)을 형성한다. 제1 영역(124)을 형성한 후에는 콤 마스크(500)의 하부에 위치하는 기판(110)이 이동하고, 제1 불순물은 계속 기판(110)에 주입되어, 제2 영역(122)을 형성한다. 이때, 제1 영역(124)과 제2 영역(122)은 이온을 주입하는 시간, 도핑되는 이온의 양, 이온 가속 에너지 등을 조절하여 도핑 농도를 조절할 수 있다.
- [0084] 따라서, 에미터층(120)과 후면 전계층(150) 또는 도 4의 에미터층(220)과 후면 전계층(250)은 콤 마스크를 이용하여 한 번에 형성할 수도 있다.
- [0085] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 모듈의 단면을 도시한 단면도이고, 도 14는 도 13의 C부분을 확대한 확대도이다.
- [0086] 도 13을 참조하면, 본 발명에 따른 태양전지 모듈(600)은 복수의 태양전지(650), 복수의 태양전지(650)를 전기적으로 연결하는 복수의 리본(643), 복수의 태양전지(650)를 양면에서 밀봉하는 제1 밀봉 필름(631)과 제2 밀봉 필름(632), 태양전지(650)의 일면을 보호하는 전면 기판(610) 및 태양전지(650)의 이면을 보호하는 후면 기판(620)을 포함할 수 있다.
- [0087] 복수의 태양전지(650)는 리본(643)에 의해 서로 전기적으로 연결되어 스트링(640)을 이룬다. 리본(643)은 일 예로 두 라인이 각각 태빙공정에 의해 태양전지(650)의 상,하부에 부착되어 복수의 태양전지(650)를 전기적으로 연결할 수 있다. 즉, 태빙공정은 태양전지(650)의 일면에 플럭스(flux)를 도포하고, 플럭스(flux)가 도포된 태양전지(650)에 리본(643)을 위치시킨 다음 소성 과정을 거쳐 할 수 있다.
- [0088] 또는, 도 14에 도시된 바와 같이, 태양전지(650)의 일면과 리본(643) 사이에 전도성 필름(Conductive film, 660)을 부착시킨 다음, 열 압착에 의해 복수의 태양전지(650)를 직렬 또는 병렬로 연결할 수 있다.
- [0089] 전도성 필름(650)은 베이스 필름(662)과 베이스 필름(662)에 분산된 도전성 입자(664)를 포함할 수 있다. 열압착에 의해 도전성입자(664)는 베이스 필름(662)의 외부로 드러나게 되고, 드러난 도전성 입자(664)에 의해 태양전지(650)와 리본(643)은 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0090] 베이스 필름(662)은 접착성과 절연성이 우수한 열경화성 수지, 예를 들어 에폭시 수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 폴리카보네이트 수지 등으로 형성될 수 있으며, 도전성 입자(664)는 도전성이 우수한 금, 은, 니켈,

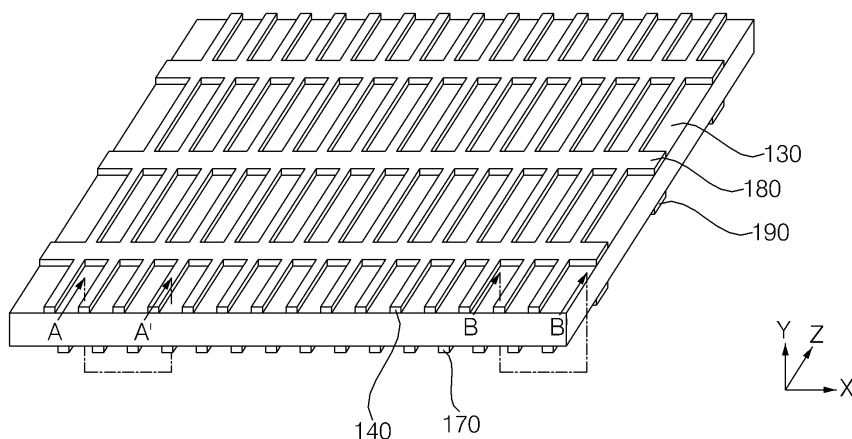
구리 입자 동일 수 있다. 또한, 도전성 입자(664)는 고분자 재질 등에 상술한 금속 입자를 도금한 입자일 수도 있다.

- [0091] 이와 같이 전도성 필름에 의해 복수의 태양전지(650)를 연결하여 모듈화하는 경우는, 공정온도가 낮아져 스트링(640)의 휘어짐이 방지될 수 있다.
- [0092] 다시 도 13을 참조하면, 제1 밀봉 필름(631)과 제2 밀봉 필름(632)은 복수의 태양전지(650)를 양면에서 밀봉한다. 제1 밀봉 필름(631)과 제2 밀봉 필름(632)은 라미네이션에 의해 접착하여, 태양전지(650)에 악영향을 미칠 수 있는 수분이나 산소를 차단할 수 있다.
- [0093] 또한, 제1 밀봉 필름(631)과 제2 밀봉 필름(632)은 태양전지(650)의 각 요소들이 화학적으로 결합할 수 있도록 한다. 이러한 제1 밀봉 필름(631)과 제2 밀봉 필름(632)은 에틸렌초산비닐 공중합체 수지(EVA), 폴리비닐부티랄, 에틸렌초산비닐 부분 산화물, 규소 수지, 에스테르계 수지, 올레핀계 수지 등이 사용될 수 있다.
- [0094] 전면 기판(610)은 태양광을 투과하도록 제1 밀봉 필름(631) 상에 위치하며, 외부의 충격 등으로부터 태양전지(650)를 보호하기 위해 강화유리인 것이 바람직하다. 또한, 태양광의 반사를 방지하고 태양광의 투과율을 높이기 위해 절분이 적게 들어간 저절분 강화유리인 것이 더욱 바람직하다.
- [0095] 후면 기판(620)은 태양전지(650)의 이면에서 태양전지를 보호하는 층으로서, 방수, 절연 및 자외선 차단 기능을 하며, TPT(Tedlar/PET/Tedlar) 타입일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 또한, 태양광이 입사될 수 있는 투명 재질로 형성될 수 있다.
- [0096] 본 발명에 따른 태양전지는 상기한 바와 같이 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.
- [0097] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

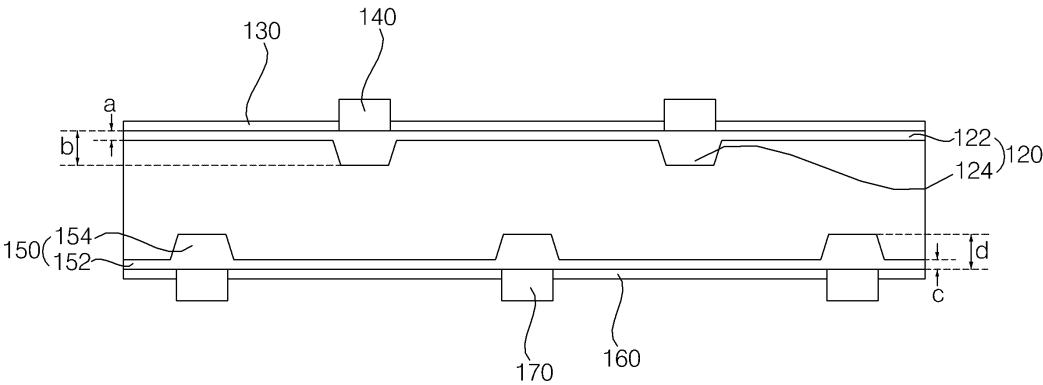
## 도면

### 도면1

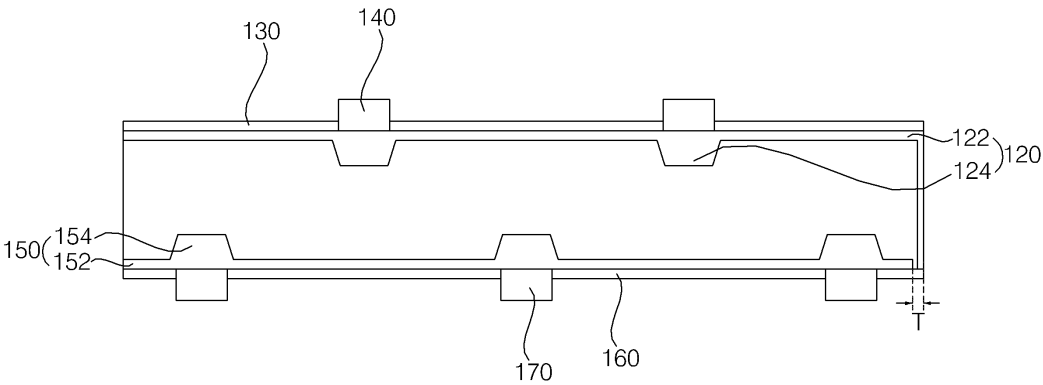
100



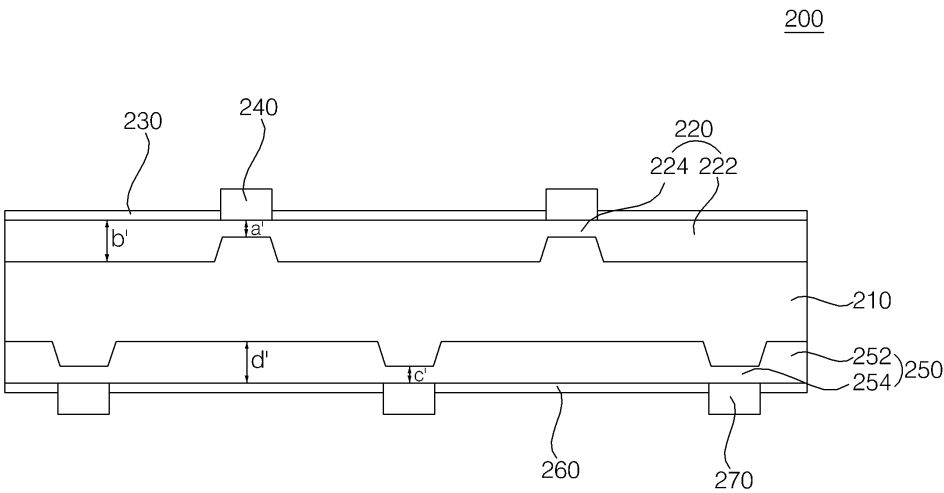
도면2



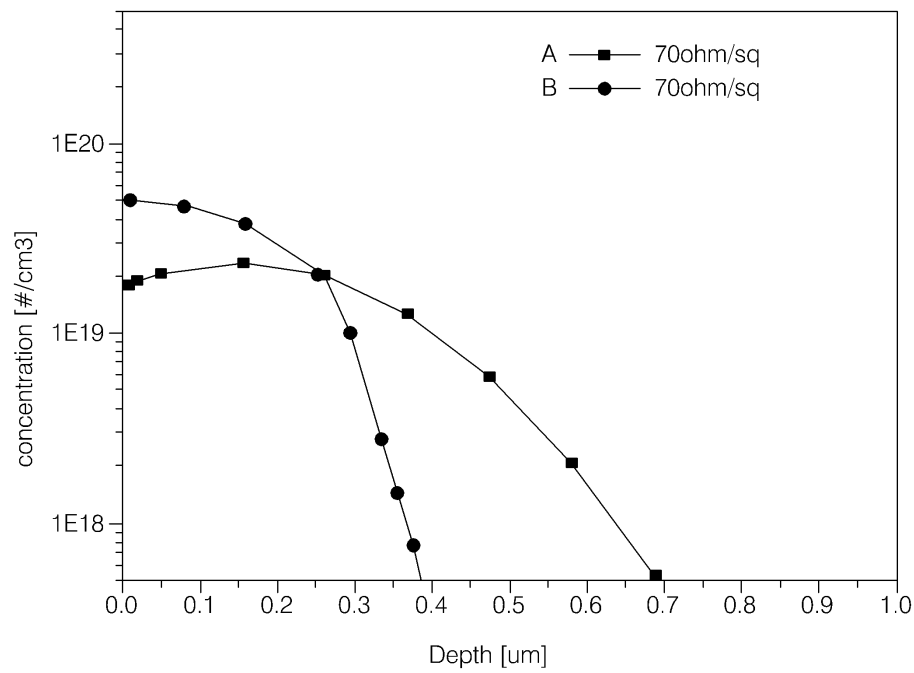
도면3



도면4

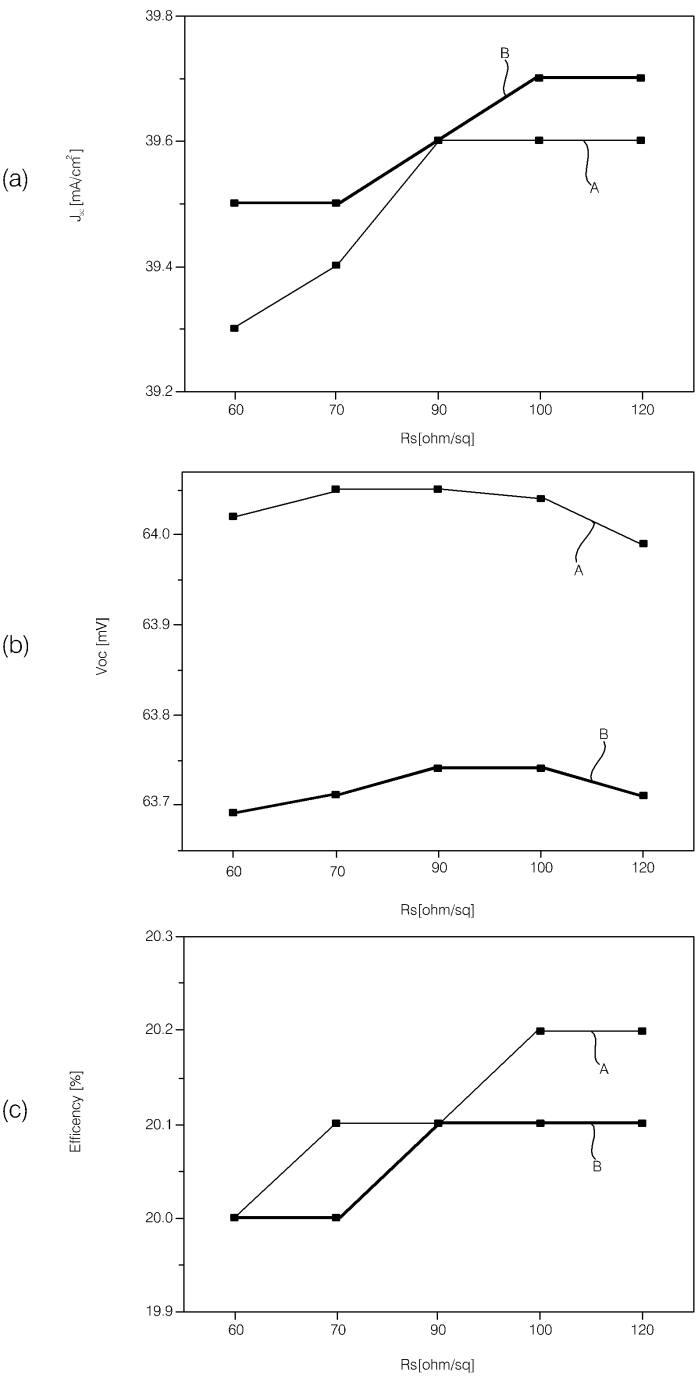


도면5

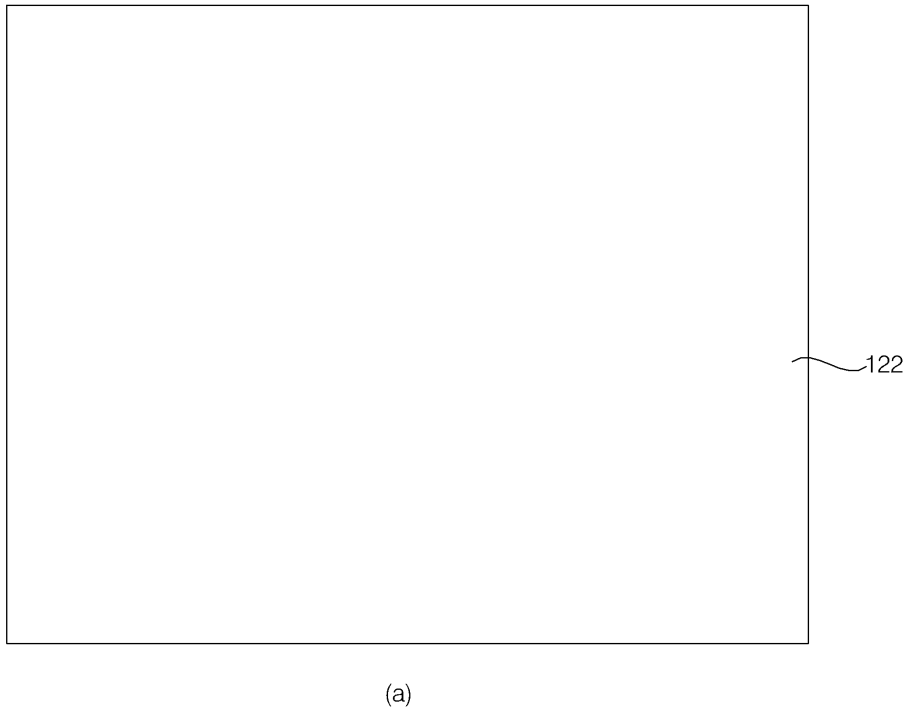




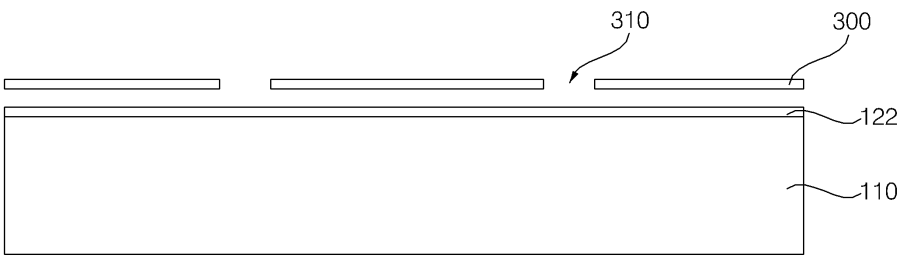
도면6



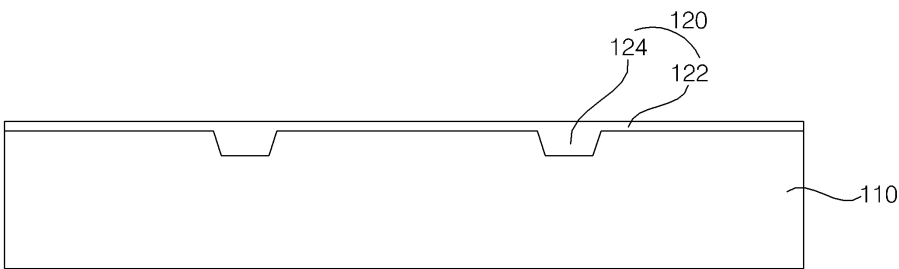
도면7



도면8

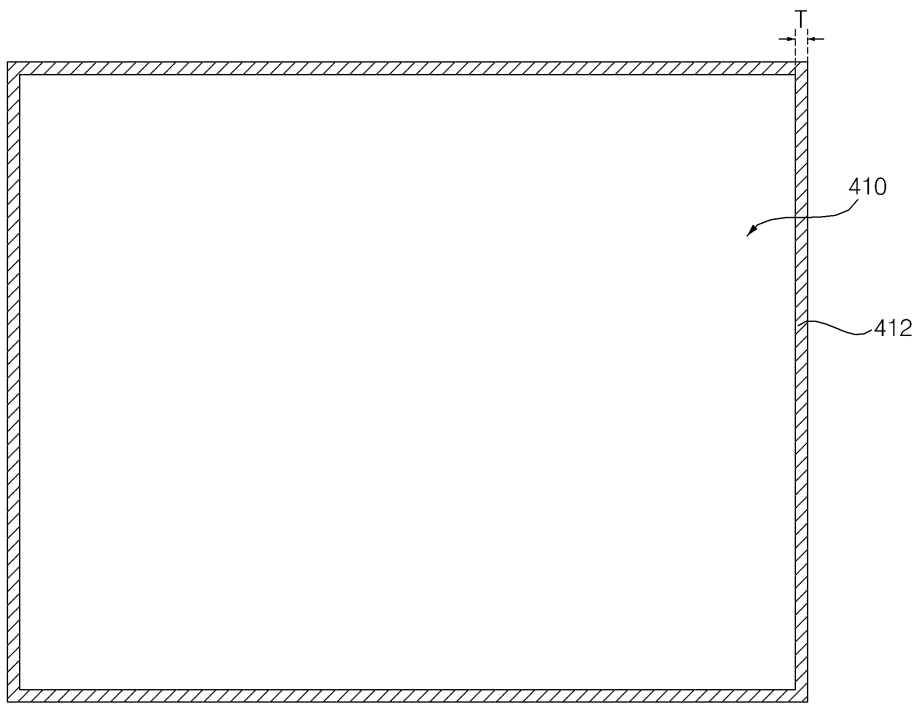


(a)

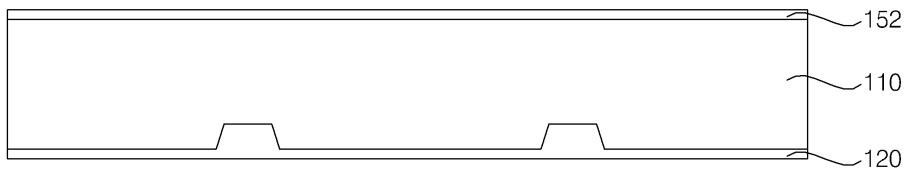


(b)

도면9

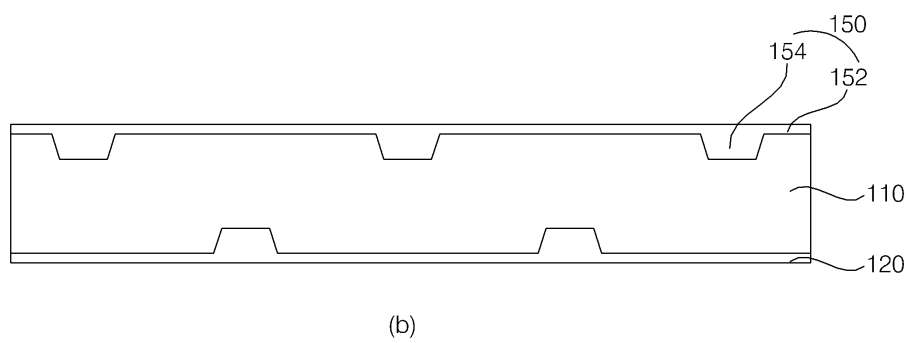
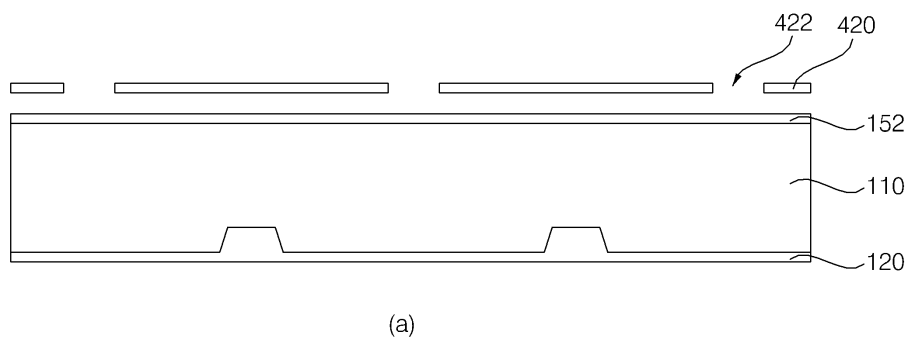


(a)

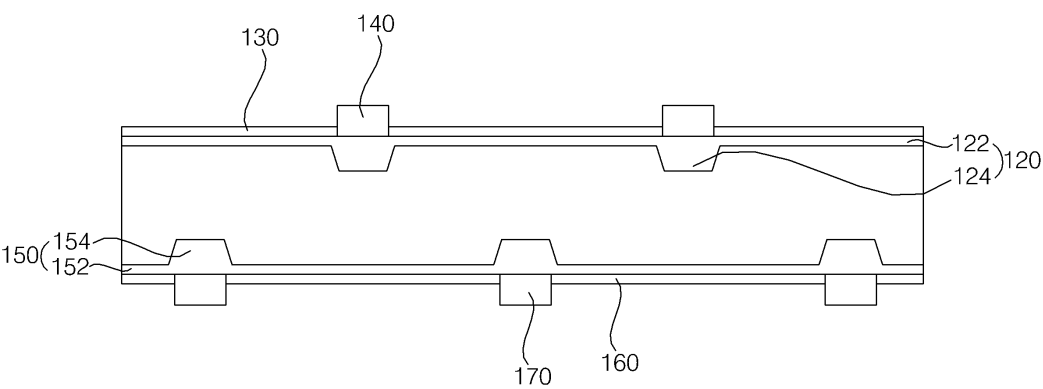


(b)

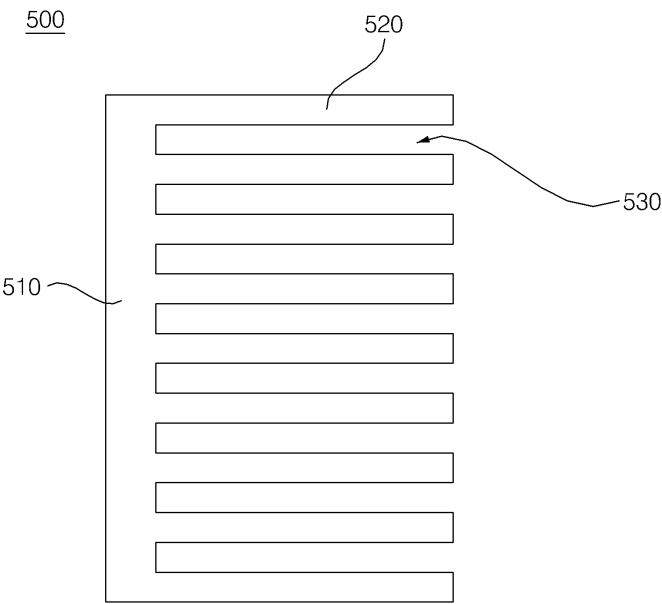
도면10



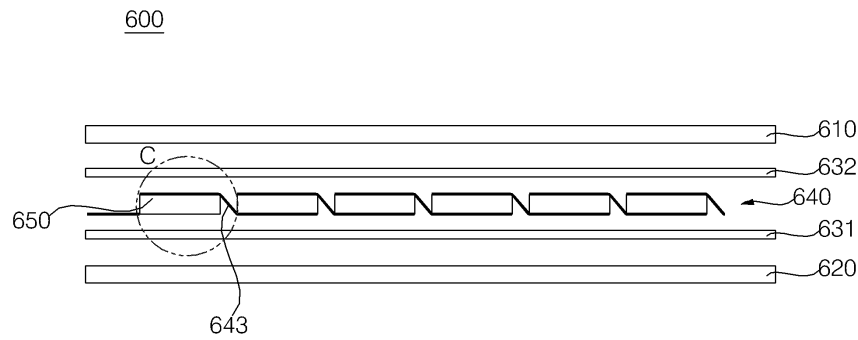
도면11



도면12



도면13



도면14

