



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년09월04일  
 (11) 등록번호 10-1894585  
 (24) 등록일자 2018년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 31/042 (2014.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0014116  
 (22) 출원일자 2012년02월13일  
 심사청구일자 2016년08월29일  
 (65) 공개번호 10-2013-0092693  
 (43) 공개일자 2013년08월21일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110120582 A\*  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 엘지전자 주식회사  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
 (72) 발명자  
 한정민  
 서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, LG종합기술원)  
 최영호  
 서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, LG종합기술원)  
 박창서  
 서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, LG종합기술원)  
 (74) 대리인  
 특허법인로알

전체 청구항 수 : 총 19 항

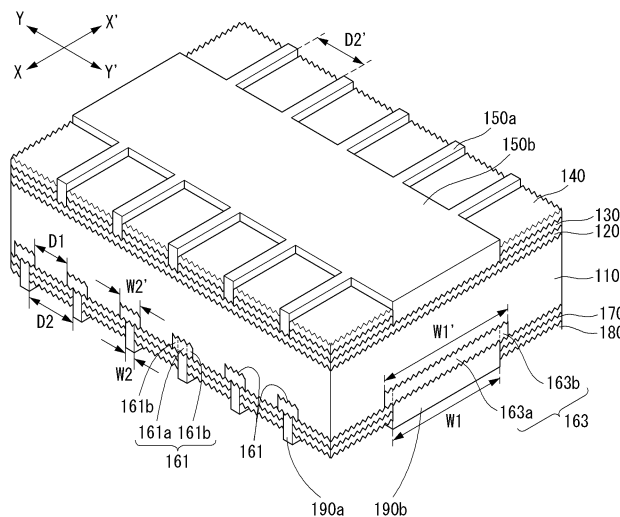
심사관 : 방기인

(54) 발명의 명칭 태양전지

**(57) 요약**

태양전지는 제1 도전성 타입을 갖는 기판; 기판의 한쪽 면에 위치하며, 제1 방향으로 길게 형성된 복수의 제1 전극; 복수의 제1 전극과 전기적으로 연결되며, 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖는 에미터부; 기판의 다른 쪽 면에 위치하며, 제1 방향으로 길게 형성된 복수의 제2 전극; 및 복수의 제2 전극과 대응하는 위치에 국부적으로 위치하며, 복수의 제2 전극과 동일한 방향으로 형성되어 복수의 제2 전극과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 전계부를 포함하는 후면 전계부를 포함하며, 제1 방향과 직교하는 제2 방향을 따라 서로 인접한 제1 전계부 간의 간격은 제2 방향을 따라 서로 인접한 제2 전극 간의 간격보다 좁게 형성된다.

**대표도 - 도1**



(56) 선행기술조사문헌

KR1020080003840 A

US20100263725 A1

KR1020110124532 A

KR1020100130931 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 도전성 타입을 갖는 기판;

상기 기판의 한쪽 면에 위치하며, 제1 방향으로 형성된 복수의 제1 전극;

상기 복수의 제1 전극과 전기적으로 연결되며, 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향으로 형성되는 적어도 하나의 제1 집전부;

상기 복수의 제1 전극과 전기적으로 연결되며, 상기 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖는 에미터부;

상기 기판의 다른 쪽 면에 위치하며, 상기 제1 방향으로 형성된 복수의 제2 전극;

상기 복수의 제2 전극과 전기적으로 연결되며, 상기 제2 방향으로 형성되는 적어도 하나의 제2 집전부;

상기 복수의 제2 전극과 대응하는 위치에 국부적으로 위치하며, 상기 복수의 제2 전극과 동일한 방향으로 형성되어 상기 복수의 제2 전극과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 전계부를 포함하는 후면 전계부;

상기 복수의 제1 전극이 위치하지 않는 영역의 상기 에미터부의 전면(front surface)에 위치하는 제1 보호막; 및

상기 복수의 제2 전극이 위치하지 않는 영역의 상기 기판의 후면(back surface)에 위치하는 제2 보호막을 포함하며,

상기 제2 방향을 따라 서로 인접한 상기 제1 전계부 간의 간격은 상기 제2 방향을 따라 서로 인접한 상기 제2 전극 간의 간격보다 좁게 형성되고,

상기 제1 보호막 및 제2 보호막은 상기 제1 도전성 타입과 동일한 도전성 타입의 고정 전하를 갖는 물질로 형성되며,

상기 기판의 상기 다른 쪽 면의 외부에서, 상기 복수의 제2 전극은 상기 적어도 하나의 제2 집전부에 의해서만 물리적 및 전기적으로 직접 연결되는 태양전지.

#### 청구항 2

제1항에서,

상기 제2 전극 간의 간격은 1.0mm 내지 2.5mm의 범위 내에서 상기 제1 전극 간의 간격보다 좁게 형성되는 태양전지.

#### 청구항 3

제1항에서,

상기 후면 전계부의 표면 농도는  $1E19/cm^2$  내지  $5E20/cm^2$ 인 태양전지.

#### 청구항 4

제1항에서,

상기 후면 전계부의 접합 깊이는 0.3 $\mu$ m 내지 1.8 $\mu$ m인 태양전지.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에서,

상기 제1 전계부는 상기 제2 전극과 직접 접촉하며 상기 제2 전극과 중첩하는 제1 영역과, 상기 제2 방향으로

상기 제1 영역의 주변에 위치하며 상기 제2 전극과 중첩하지 않는 제2 영역을 포함하며, 상기 제1 전계부의 선평은 상기 제2 전극의 선평의 2배 내지 4.5배로 형성되는 태양전지.

**청구항 6**

제5항에서,

상기 제2 전극은 50 $\mu\text{m}$  내지 150 $\mu\text{m}$ 의 선평으로 형성되고, 상기 제1 전계부의 선평은 100 $\mu\text{m}$  내지 600 $\mu\text{m}$ 로 형성되는 태양전지.

**청구항 7**

제5항에서,

상기 제2 영역은 상기 제2 방향으로 상기 제1 영역의 한쪽 측부 또는 양쪽 측부에 위치하는 태양전지.

**청구항 8**

제5항에서,

상기 제1 전계부의 일부는 상기 제2 집전부의 일부와 중첩하는 태양전지.

**청구항 9**

제5항에서,

상기 후면 전계부는 상기 제2 집전부와 직접 접촉하며 상기 제2 집전부와 중첩하는 제3 영역과, 상기 제3 영역의 주변에 위치하며 상기 제2 집전부와 중첩하지 않는 제4 영역을 포함하는 제2 전계부를 더 포함하는 태양전지.

**청구항 10**

제9항에서,

상기 제2 전계부의 선평은 제2 집전부의 선평의 1배 초과 1.5배 이하로 형성되는 태양전지.

**청구항 11**

제9항에서,

상기 제2 전계부의 선평은 1.6mm 내지 2.0mm로 형성되는 태양전지.

**청구항 12**

제9항에서,

상기 제4 영역은 상기 제1 방향으로 상기 제3 영역의 한쪽 측부 또는 양쪽 측부에 위치하는 태양전지.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

제1항에서,

상기 제1 보호막 및 제2 보호막은 음(-)의 고정 전하(negative fixed charge)를 갖는 알루미늄 산화물 또는 이트륨 산화물( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )을 포함하는 태양전지.

**청구항 15**

제14항에서,

상기 제1 보호막 및 제2 보호막은 1.55 내지 1.7의 굴절률을 갖고, 5nm 내지 30nm의 두께로 형성되는 태양전지.

**청구항 16**

제14항에서,

상기 제1 보호막 위에 위치하는 제1 반사방지막 및 상기 제2 보호막의 후면에 위치하는 제2 반사방지막을 더 포함하며, 상기 제1 반사방지막 및 상기 제2 반사방지막은 양(+)의 고정 전하를 갖는 실리콘 질화물로 형성되는 태양전지.

**청구항 17**

제16항에서,

상기 제1 반사방지막 및 제2 반사방지막은 1.9 내지 2.3의 굴절률을 갖고, 50nm 내지 100nm의 두께로 형성되는 태양전지.

**청구항 18**

제5항에서,

상기 에미터부가 위치하는 기판의 표면 및 후면 전계부가 위치하는 기판의 표면은 제1 텍스처링 표면 및 제2 텍스처링 표면으로 각각 형성되는 태양전지.

**청구항 19**

제5항에서,

상기 기판은 인(P)이 도핑된 n형 실리콘 웨이퍼로 이루어지는 태양전지.

**청구항 20**

제5항에서,

상기 에미터부는 상기 제2 도전성 타입을 갖는 불순물이 저농도로 도핑된 제1 도핑부와, 상기 제2 도전성 타입을 갖는 불순물이 상기 제1 도핑부에 비해 고농도로 도핑된 제2 도핑부를 포함하는 태양전지.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 태양전지에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 광전 변환 효과를 이용하여 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양광 발전은 무공해 에너지를 얻는 수단으로서 널리 이용되고 있다. 그리고 태양전지의 광전 변환 효율의 향상에 수반하여, 개인 주택에서도 다수의 태양전지 모듈을 이용하는 태양광 발전 시스템이 설치되고 있다.

[0003] 통상의 태양전지는 기판 및 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부를 포함하며, 기판의 한쪽 면을 통해 입사된 빛을 이용하여 전류를 발생시킨다.

[0004] 이때, 기판으로 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 빛 투과도를 증가시켜 태양전지의 광전 변환 효율을 증가시키기 위해, 기판의 수광면에는 반사방지막이 위치한다.

[0005] 한편, 통상의 태양전지는 빛이 기판의 한쪽 면을 통해서만 입사되므로 전류 변환 효율이 낮다.

[0006] 따라서, 근래에는 기판의 양쪽 면을 통해 빛이 입사되도록 한 양면 수광형 태양전지가 개발되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 고효율 태양전지를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0008] 본 발명의 한 측면에 따른 태양전지는, 제1 도전성 타입을 갖는 기관; 기관의 한쪽 면에 위치하며, 제1 방향으로 길게 형성된 복수의 제1 전극; 복수의 제1 전극과 전기적으로 연결되며, 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖는 에미터부; 기관의 다른 쪽 면에 위치하며, 제1 방향으로 길게 형성된 복수의 제2 전극; 및 상기 복수의 제2 전극과 대응하는 위치에 국부적으로 위치하며, 상기 복수의 제2 전극과 동일한 방향으로 형성되어 상기 복수의 제2 전극과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 전계부를 포함하는 후면 전계부를 포함하며, 제1 방향과 직교하는 제2 방향을 따라 서로 인접한 상기 제1 전계부 간의 간격은 제2 방향을 따라 서로 인접한 제2 전극 간의 간격보다 좁게 형성된다.
- [0009] 본 실시예의 태양전지에서, 제2 전극 간의 간격은 1.0mm 내지 2.5mm의 범위 내에서 상기 제1 전극 간의 간격보다 좁게 형성될 수 있고, 후면 전계부의 표면 농도는  $1E19/cm^2$  내지  $5E20/cm^2$ 일 수 있으며, 후면 전계부의 접합 깊이는 0.3 $\mu m$  내지 1.8 $\mu m$ 일 수 있다.
- [0010] 제1 전계부는 제2 전극과 직접 접촉하며 제2 전극과 중첩하는 제1 영역과, 제2 방향으로 제1 영역의 주변에 위치하며 제2 전극과 중첩하지 않는 제2 영역을 포함하며, 제1 전계부의 선평은 제2 전극의 선평의 2배 내지 4.5배로 형성될 수 있다.
- [0011] 바람직하게, 제2 전극은 50 $\mu m$  내지 150 $\mu m$ 의 선평으로 형성되고, 제1 전계부의 선평은 100 $\mu m$  내지 600 $\mu m$ 로 형성된다.
- [0012] 제2 영역은 제2 방향으로 제1 영역의 한쪽 측부에 위치하거나, 양쪽 측부에 각각 위치할 수 있으며, 제1 영역의 양쪽 측부에 각각 위치하는 제2 영역의 선평은 서로 동일하거나, 서로 다를 수 있다.
- [0013] 태양전지는 복수의 제2 전극과 전기적으로 연결되며 제2 방향으로 길게 형성되는 적어도 하나의 제2 집전부를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 이때, 제1 전계부의 일부는 상기 제2 집전부의 일부와 중첩할 수 있다.
- [0015] 이와는 달리, 후면 전계부는 제2 집전부와 직접 접촉하며 제2 집전부와 중첩하는 제3 영역과, 제3 영역의 주변에 위치하며 제2 집전부와 중첩하지 않는 제4 영역을 포함하는 제2 전계부를 더 포함할 수 있으며, 이때, 제2 전계부의 선평은 제2 집전부의 선평의 1배 초과 1.5배 이하로 형성될 수 있다.
- [0016] 바람직하게, 제2 전계부의 선평은 1.6mm 내지 2.0mm로 형성된다.
- [0017] 제4 영역은 제1 방향으로 제3 영역의 한쪽 측부에 위치하거나, 제3 영역의 양쪽 측부에 각각 위치할 수 있으며, 제3 영역의 양쪽 측부에 각각 위치하는 제4 영역의 선평은 서로 동일하거나, 서로 다를 수 있다.
- [0018] 태양전지는 복수의 제1 전극이 위치하지 않는 영역의 에미터부의 전면(front surface)에 위치하는 제1 보호막 및 복수의 제2 전극이 위치하지 않는 영역의 기관의 후면(back surface)에 위치하는 제2 보호막을 더 포함할 수 있으며, 제1 보호막 및 제2 보호막은 제1 도전성 타입과 동일한 도전성 타입의 고정 전하를 갖는 물질로 형성될 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 제1 보호막 및 제2 보호막은 음(-)의 고정 전하(negative fixed charge)를 갖는 알루미늄 산화물( $AlO_x$ ) 또는 이트리움 산화물( $Y_2O_3$ )을 포함하며, 제1 보호막 및 제2 보호막은 1.55 내지 1.7의 굴절률을 갖고, 5nm 내지 30nm의 두께로 형성될 수 있다.
- [0020] 태양전지는 제1 보호막 위에 위치하는 제1 반사방지막 및 제2 보호막의 후면에 위치하는 제2 반사방지막을 더 포함할 수 있으며, 이때 제1 반사방지막 및 제2 반사방지막은 양(+)의 고정 전하를 갖는 실리콘 질화물( $SiN_x$ )로 형성될 수 있다.
- [0021] 양(+)의 고정 전하를 갖는 실리콘 질화물( $SiN_x$ )로 형성된 제1 반사방지막 및 제2 반사방지막은 1.9 내지 2.3의 굴절률을 갖고, 50nm 내지 100nm의 두께로 형성될 수 있다.
- [0022] 기관은 인(P)이 도핑된 n형 실리콘 웨이퍼로 이루어질 수 있으며, 에미터부는 제2 도전성 타입을 갖는 불순물이 저농도로 도핑된 제1 도핑부와, 제2 도전성 타입을 갖는 불순물이 제1 도핑부에 비해 고농도로 도핑된 제2 도핑부를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0023] 보호막은 전하의 재결합율을 감소시키는 역할을 하는데, 이러한 역할을 하는 보호막의 성능은 기판 표면 근처의 불순물 도핑 농도가 낮을수록 향상된다.
- [0024] 따라서, 제2 전극 및 제2 집전부가 형성된 영역의 기판 후면에만 후면 전계부가 형성된 본 실시예의 태양전지는 보호막의 성능이 향상되어 전하의 재결합 속도가 효과적으로 감소되고, 이에 따라 태양전지의 전류밀도와 개방 전압이 상승하여 태양전지의 효율이 향상된다.
- [0025] 그리고 후면 전계부가 기판의 후면에 형성된 제2 전극과 대응하는 스트라이프 형상으로 형성되거나, 제2 전극 및 제2 집전부와 대응하는 그리드 형상으로 기판 후면의 국부적인 영역에만 형성되어 있으므로, 후면 전계부를 통한 전하 전송 효율이 상승하며, 기판의 가장자리 영역에는 불순물이 도핑되지 않으므로, 에지 절연(edge isolation)을 위해 필요한 공정을 제거할 수 있다.
- [0026] 또한, 제2 전극 간의 간격이 제1 전극 간의 간격보다 작게 형성되므로, 기판 후면의 면저항 증가로 인해 직렬 저항이 증가하는 것을 억제할 수 있다.
- [0027] 또한, 후면 전계부의 선평이 제2 전극의 선평보다 크게 형성되고, 이에 따라 후면 전계부 사이의 간격이 제2 전극 사이의 간격보다 좁게 형성되므로, 후면 전계부를 형성할 때 공정 마진을 용이하게 확보할 수 있다.
- [0028] 또한, 제1 보호막 및 제2 보호막을 형성하는 알루미늄 산화물 또는 이트륨 산화물은 낮은 인터페이스 트랩 밀도(interface trap density)에 따른 화학적 패시베이션(passivation) 특성과 음(-)의 고정 전하에 의한 전계 효과 패시베이션 특성이 우수하다. 그리고 안정성, 투습률, 내마모성 특성이 매우 우수하다.
- [0029] 따라서, 기판 표면에서 전하의 재결합 속도를 감소시켜 태양전지의 효율을 향상시킬 수 있으며, 장기적인 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0030] 또한, 후면 전계부가 제2 전극과 동일한 위치에만 국부적으로 형성되므로, 알루미늄 산화물 또는 이트륨 산화물로 형성된 제2 보호막이 후면 전계부로 이동하는 전하에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.
- [0031] 또한, 에미터부의 제2 도핑부가 제1 전극과 동일한 위치에만 형성되고 나머지 영역에는 제2 도핑부에 비해 불순물 농도가 낮은 제1 도핑부가 형성되므로, 에미터부의 전체 영역을 고농도 도핑 영역으로 형성하는 경우에 비해 전하의 재결합을 더욱 감소시킬 수 있어 낮은 직렬 저항을 확보하는 것이 가능하다.
- [0032] 또한, 제1 전극이 위치하는 기판의 전면(front surface) 및 제2 전극이 위치하는 기판의 후면(back surface)이 모두 텍스처링 표면으로 형성되고, 기판의 전면에는 제1 보호막 및 제1 반사방지막이 형성되며, 기판의 후면에는 제2 보호막 및 제2 반사방지막이 형성되어 있으므로, 기판의 전면으로 입사된 후 기판을 투과한 빛을 기판의 후면으로 다시 입사시켜 전류를 발생시키는 데 사용할 수 있다.
- [0033] 따라서, 기판의 전면(front surface)으로 입사되는 빛만 이용하여 전류를 발생시키는 구조의 태양전지에 비해 효율을 증가시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0034] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 태양전지의 주요부 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 태양전지의 후면을 나타내는 평면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 태양전지의 주요부 사시도이다.
- 도 4는 도 3에 도시한 태양전지의 후면을 나타내는 평면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0035] 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.
- [0036] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유

사한 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.

- [0037] 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 것도 포함한다.
- [0038] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 대하여 설명한다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 태양전지의 주요부 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시한 태양전지의 후면을 나타내는 평면도이다.
- [0040] 태양전지는 기판(110), 기판(110)의 한쪽 면, 예를 들면 전면(front surface)에 위치하는 에미터부(120), 에미터부(120)의 위에 위치하는 제1 보호막(130) 및 제1 보호막(130) 위에 위치하는 제1 반사방지막(140), 제1 보호막(130) 및 제1 반사방지막(140)이 위치하지 않는 영역의 에미터부(120) 위에 위치한 제1 전극(front electrode)(150a) 및 제1 집전부(150b), 기판(110)의 후면(back surface)에 위치하는 후면 전계(back surface field, BSF)부, 기판(110)의 후면에 위치하는 제2 보호막(170) 및 제2 보호막(170)의 후면에 위치하는 제2 반사방지막(180), 제2 보호막(170) 및 제2 반사방지막(180)이 위치하지 않는 영역의 후면 전계부의 후면에 위치하는 제2 전극(back electrode)(190a) 및 제2 집전부(190b)를 포함한다.
- [0041] 기판(110)은 제1 도전성 타입, 예를 들어 n형 도전성 타입의 실리콘 웨이퍼로 이루어진다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 기판 또는 비정질 실리콘일 수 있다.
- [0042] 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가지므로, 기판(110)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 함유한다. 이때, 기판(110)은  $1\Omega \cdot \text{cm}^2$  내지  $10\Omega \cdot \text{cm}^2$ 의 비저항을 갖는 것이 바람직하다.
- [0043] 이러한 기판(110)은 표면이 텍스처링(texturing)된 텍스처링 표면(texturing surface)을 갖는다. 보다 구체적으로, 기판(110)은 에미터부(120)가 위치하는 전면(front surface)과 전면의 반대쪽에 위치하는 후면(back surface)이 텍스처링 표면으로 각각 형성된다.
- [0044] 기판(110)의 전면에 위치하는 에미터부(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입, 예를 들어, p형의 도전성 타입을 갖는 불순물부로서, 기판(110)과 p-n 접합을 이룬다.
- [0045] 이러한 p-n 접합으로 인한 내부 전위차(built-in potential difference)에 의해, 기판(110)에 입사된 빛에 의해 생성된 전하인 전자-정공 쌍은 전자와 정공으로 분리되어 전자는 n형 쪽으로 이동하고 정공은 p형 쪽으로 이동한다.
- [0046] 따라서, 기판(110)이 n형이고 에미터부(120)가 p형일 경우, 분리된 전자는 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 정공은 에미터부(120)쪽으로 이동한다.
- [0047] 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.
- [0048] 기판 전면(front surface)의 에미터부(120) 위에 형성된 제1 보호막(first passivation layer)(130)은 음(-)의 고정 전하(negative fixed charge)를 갖는 물질, 예를 들면 알루미늄 산화물( $\text{AlO}_x$ ) 또는 이트륨 산화물( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )로 형성된다.
- [0049] 상기 물질은 낮은 인터페이스 트랩 밀도(interface trap density)에 따른 화학적 패시베이션 특성과 음(-)의 고정 전하에 의한 전계 효과 패시베이션 특성이 우수하다. 또한 안정성, 투습률, 내마모성 특성이 매우 우수하다.
- [0050] 따라서, 기판 표면에서 전하의 재결합 속도를 감소시켜 태양전지의 효율을 향상시킬 수 있으며, 장기적인 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0051] 제1 보호막(130) 위에 위치하는 제1 반사방지막(140)은 양(+)의 고정 전하를 갖는 물질, 예를 들어 실리콘 질화물( $\text{SiN}_x$ )로 이루어진다.
- [0052] 제1 반사방지막(140)은 기판(110)의 전면(front surface)을 통해 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시켜 태양전지의 효율을 높인다.



- [0053] 이때, 기관 전면에서의 빛 반사도를 최소화 하기 위해, 제1 보호막(130)은 1.55 내지 1.7의 굴절률을 가지며, 5 nm 내지 30nm의 두께로 형성된다. 그리고 제1 반사방지막(140)은 1.9 내지 2.3의 굴절률을 갖고, 50nm 내지 100nm의 두께로 형성된다.
- [0054] 본 발명인의 실험에 의하면, 제1 보호막(130) 및 제1 반사방지막(140)의 굴절률 및 두께가 상기 범위에 속하는 경우 기관 전면에서의 빛 반사도가 가장 낮은 것을 알 수 있었다.
- [0055] 한편, 도시하지는 않았지만, 제1 보호막(130)과 에미터부(120)의 계면에는 1nm 내지 3nm의 두께로 실리콘 산화막이 더 형성될 수 있다.
- [0056] 복수의 제1 전극(150a)은 기관 전면(front surface)의 에미터부(120) 위에 위치하며, 에미터부(120)와 전기적 및 물리적으로 연결된다. 이때, 복수의 제1 전극(150a)은 도 1에 도시한 제1 방향, 즉 X-X' 방향을 따라 길게 형성되며 인접한 제1 전극(150a)과 일정한 간격을 두고 평행하게 뻗어 있다.
- [0057] 이러한 복수의 제1 전극(150a)은 에미터부(120)쪽으로 이동한 전하, 예를 들면 정공을 수집한다.
- [0058] 복수의 제1 전극(150a)은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 도전성 물질로 형성된다.
- [0059] 제1 전극(150a)은 도전성 물질을 포함하는 도전성 페이스트를 인쇄 및 소성하는 스크린 인쇄법으로 형성하거나, 시드층(seed layer)을 이용한 도금 공정을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0060] 기관 전면(front surface)의 에미터부(120) 위에 위치하는 복수의 제1 집전부(150b)는 제1 전극(150a)과 마찬가지로 에미터부(120)와 전기적 및 물리적으로 연결되며, 또한 복수의 제1 전극(150a)과 전기적 및 물리적으로 연결된다. 이때, 복수의 제1 집전부(150b)은 제1 방향과 직교하는 제2 방향, 즉 도 1에 도시한 제2 방향(Y-Y' 방향)을 따라 길게 형성된다.
- [0061] 제1 집전부(150b)는 제1 전극(150a)과 동일한 물질로 동일한 방법에 따라 형성될 수 있다.
- [0062] 기관(110)의 후면에는 후면 전계부가 국부적으로(locally) 형성된다. 여기에서, 후면 전계부가 국부적으로 형성된다는 기관 후면의 전체 영역에 형성되지 않고, 기관 후면의 일부 영역, 예를 들면 제2 전극(190a) 및 제2 집전부(190b)와 대응하는 위치에만 후면 전계부가 형성된 것을 의미한다.
- [0063] 후면 전계부는 기관(110)의 도전성 타입과 동일한 제1 도전성 타입의 불순물이 기관(110)보다 고농도로 도핑된 영역, 예를 들어, n+ 영역이다.
- [0064] 이러한 구성의 후면 전계부는 기관(110)과 후면전계부와와의 불순물 농도 차이로 인해 발생하는 전위 장벽으로 인해 기관(110)의 후면쪽으로 전하가 이동하는 것을 방해하여, 기관(110) 후면에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 것을 방지한다. 본 실시예에서, 후면 전계부는 제2 전극(190a)과 대응하는 위치에 형성되는 제1 전계부(161)와, 제2 집전부(190b)와 대응하는 위치에 형성되는 제2 전계부(163)를 포함한다.
- [0065] 이러한 구성의 후면 전계부에 있어서, 후면 전계부를 형성하기 위해 주입된 이온의 도즈(dose) 농도는 기관 후면에서 최소한의 접촉 저항 특성을 보장할 수 있는 농도, 바람직하게 3.5E20/cm<sup>2</sup> 내지 5.5 E20/cm<sup>2</sup>로 형성된다.
- [0066] 상기한 농도로 이온을 주입하면, 열처리 후의 기관 후면의 표면 농도는 1 E19/cm<sup>2</sup> 내지 5E20/cm<sup>2</sup>로 형성된다. 그리고 후면 전계부의 접합 깊이는 0.3 $\mu$ m 내지 1.8 $\mu$ m로 형성되는 것이 바람직하다. 여기에서, 접합 깊이는 후면 전계부의 두께를 말한다.
- [0067] 제1 전계부(161)를 구성하는 제1 영역(161a)과 제2 영역(161b)은 제2 전극(190a)의 하부에 위치하며, 제2 전계부(163)를 구성하는 제3 영역(163a) 및 제4 영역(163b)은 제2 집전부(190b)의 하부에 위치한다.
- [0068] 제1 전계부(161)의 제1 영역(161a)은 제1 방향으로 길게 형성된 복수의 제2 전극(190a)과 직접 접촉하며 상기 제2 전극(190a)과 중첩하는 영역이고, 제2 전계부(163)의 제3 영역(163a)은 제2 방향으로 길게 형성된 적어도 하나의 제2 집전부(190b)와 직접 접촉하며 상기 제2 집전부(190b)와 중첩하는 영역이다.
- [0069] 그리고 제1 전계부(161)의 제2 영역(162)은 제2 방향으로 제1 영역(161a)의 주변에 위치하며 제2 전극(190a)과 중첩하지 않는 영역이고, 제2 전계부(163)의 제4 영역(163b)은 제1 방향으로 제3 영역(163a)의 주변에 위치하며 제2 집전부(190b)와 중첩하지 않는 영역이다.
- [0070] 따라서 제2 전극(190a)은 제1 전계부(161)의 제1 영역(161a) 위에 위치하며 상기 제1 영역(161a)과 직접 접촉하

고, 제2 집전부(190b)는 제2 전계부(163)의 제3 영역(163a) 위에 위치하며 상기 제3 영역(163a)과 직접 접촉한다.

- [0071] 제2 전극(190a) 및 제2 집전부(190b)는 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 하나의 도전성 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- [0072] 복수의 제2 전극(190a) 및 제2 집전부(190b)은 기관(110) 쪽으로 이동한 전하를 수집하여 외부로 출력한다.
- [0073] 따라서 전하의 수집 효율을 높이기 위해, 제2 집전부(190b)의 선폭(W1)은 제2 전극(140)의 선폭(W2)보다 크다. 본 실시예에서, 제2 집전부(190b)의 선폭(W1)은 1,000 $\mu$ m 내지 3,000 $\mu$ m, 바람직하게는 1,500 $\mu$ m이고, 제2 전극(190a)의 선폭(W2)은 50 $\mu$ m 내지 150 $\mu$ m이다.
- [0074] 본 실시예에서, 제1 영역(161a)과 제2 영역(161b)을 합한 제1 전계부(161)의 선폭(W2')은 제2 전극(190a)의 선폭(W2)의 2배 내지 4.5배로 형성된다. 일례로, 제2 전극(190b)의 선폭(W2)은 50 $\mu$ m 내지 150 $\mu$ m로 형성되고, 제1 전계부(161)의 선폭(W2')은 100 $\mu$ m 내지 600 $\mu$ m로 형성된다.
- [0075] 도 1에 도시한 바와 같이, 제2 영역(161b)은 제2 방향으로 제1 영역(161a)의 양쪽 측부에서 서로 동일한 선폭으로 형성될 수 있다. 하지만, 제2 영역(161b)은 제1 영역(161a)의 양쪽 측부에서 서로 다른 선폭으로 위치할 수도 있으며, 제2 방향으로 제1 영역(161a)의 한쪽 측부에만 형성될 수도 있다.
- [0076] 이상에서 설명한 바와 같이, 제1 전계부(161)가 제2 전극(190a)과 중첩하지 않는 제2 영역(161b)을 구비하므로, 제2 방향을 따라 서로 인접한 제1 전계부 사이의 간격(D1)은 제2 방향을 따라 서로 인접한 제2 전극 사이의 간격(D2)보다 좁게 형성된다.
- [0077] 따라서, 제1 전계부(161)와 제2 전극(190a)을 형성할 때, 공정 마진(margin)을 충분히 확보할 수 있으며, 이에 따라, 제1 전계부(161)와 제2 전극(190a)의 오정렬로 인해 발생하는 문제점을 제거할 수 있다.
- [0078] 한편, 기관(110)의 후면에 후면 전계부가 국부적으로 형성되면, 후면 전계부가 형성되지 않은 부분에서 직렬 저항이 증가하게 된다. 따라서, 본 실시예에서는 기관 후면에서의 직렬 저항이 증가하는 것을 억제하기 위해, 제2 전극(190a) 간의 간격(D2)은 제1 전극(150a) 간의 간격(D2')보다 좁게 형성한다. 바람직하게, 제1 전극(150a) 간의 간격(D2')은 2.5mm 이상으로 형성되고, 제2 전극(150b) 간의 간격(D2)은 1.0mm 이상 2.5mm 미만으로 형성된다.
- [0079] 한편, 제2 집전부(190b)의 선폭(W1)이 제2 전극(190a)의 선폭(W2)보다 크게 형성되므로, 제2 집전부(190b)가 위치하는 영역에 형성되는 제2 전계부(163)는 제1 전계부(161)에 비해 큰 선폭(W1')으로 형성된다.
- [0080] 따라서, 제2 집전부(190b)와 대응하는 위치에 형성된 제2 전계부(163)는 제2 전극(190a)이 위치하는 영역의 제1 전계부(161)에 비해 공정 마진을 줄더라도 오정렬로 인한 문제점을 용이하게 제거할 수 있다.
- [0081] 이러한 이유로 인해, 본 실시예에서는 제3 영역(163a)과 제4 영역(163b)을 합한 제2 전계부(163)의 선폭(W1')이 제2 집전부(190b)의 선폭(W1)의 1배 초과 1.5배 이하로 형성된다.
- [0082] 바람직하게, 제2 집전부(190b)가 1.5mm의 선폭(W1)으로 형성될 때, 제2 전계부(163)의 선폭(W2')은 1.6mm 내지 2.0mm로 형성된다.
- [0083] 그리고 제4 영역(163b)은 제1 방향으로 제3 영역(163a)의 양쪽 측부에서 서로 동일한 선폭으로 형성될 수 있지만, 이와는 달리 제4 영역(163b)은 제3 영역(163a)의 양쪽 측부에서 서로 다른 선폭으로 형성될 수도 있으며, 또한 제4 영역(163b)은 제1 방향으로 제3 영역(163a)의 한쪽 측부에만 형성될 수도 있다.
- [0084] 이상에서 설명한 바와 같이 기관의 후면에 국부적으로 형성된 제1 전계부(161)와 제2 전계부(163)를 갖는 후면 전계부는 마스크를 이용한 이온 주입 공정에 따라 형성할 수 있다.
- [0085] 따라서, 이온 주입 공정을 이용하여 후면 전계부를 형성하면, 기관(110)의 가장자리에는 후면 전계부가 형성되지 않으므로, 에지 절연(edge isolation)을 위한 별도의 공정을 실시할 필요가 없다.
- [0086] 그리고 후면 전계부가 형성되지 않은 영역에서의 보호막의 성능이 향상되므로 전하의 재결합률이 감소되어 태양 전지의 전류밀도와 개방전압이 상승하고, 이에 따라 태양전지의 효율이 향상된다.
- [0087] 제2 전극(190a) 및 제2 집전부(190b)가 위치하지 않는 영역의 기관 후면에는 제2 보호막(170) 및 제2 반사방지

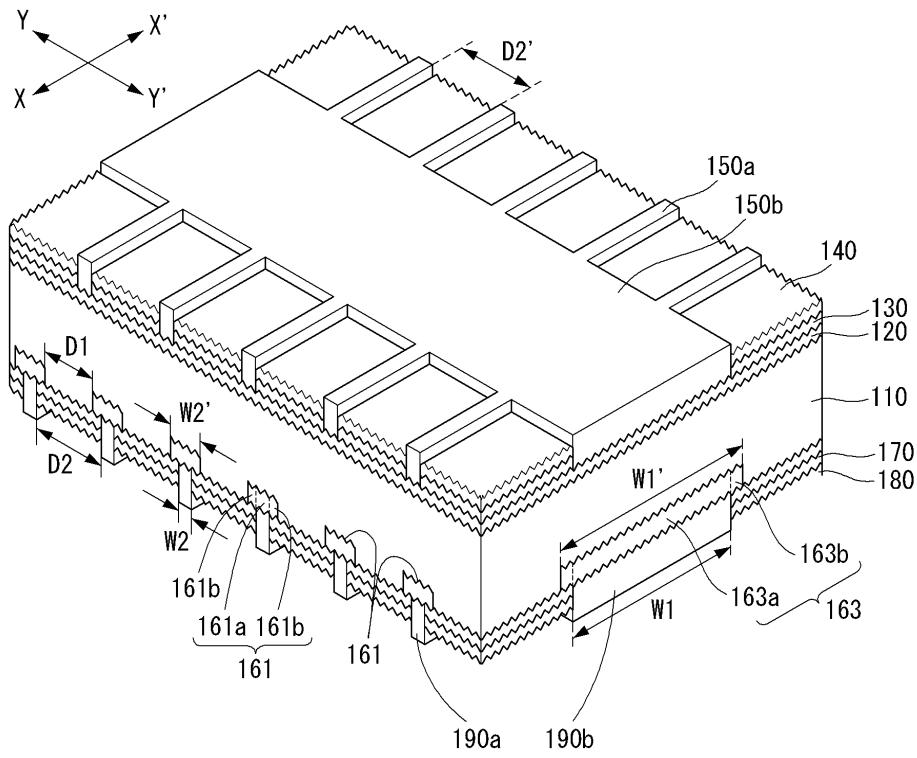
막(180)이 위치한다.

- [0088] 본 실시예에서, 제2 보호막(170)은 제1 보호막(130)과 동일한 물질로 형성되고, 제1 보호막(130)과 동일한 두께를 갖는다. 그리고 제2 반사방지막(180)은 제1 반사방지막(140)과 동일한 물질로 형성되고, 제2 반사방지막(140)과 동일한 두께를 갖는다.
- [0089] 기관의 후면에 위치하는 제2 보호막(170)이 음(-)의 고정 전하를 갖는 알루미늄 산화물 또는 이트륨 산화물로 형성되므로, 기관의 후면으로 이동하는 전하가 제2 보호막(170)의 영향을 받게 된다.
- [0090] 하지만, 본 실시예는 후면 전계부가 제2 전극(190a) 및 제2 집전부(190b)의 형성 위치에만 국부적으로 형성되므로, 알루미늄 산화물 또는 이트륨 산화물로 형성된 제2 보호막(170)이 후면 전계부로 이동하는 전하에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.
- [0091] 이와 같은 구조를 갖는 본 실시예에 따른 태양전지는 양면 수광형 태양전지로 사용될 수 있으며, 그 동작은 다음과 같다.
- [0092] 태양전지로 조사된 빛이 에미터부(120) 및/또는 기관의 후면을 통해 기관(110)의 내부로 입사되면, 기관(110)으로 입사된 빛 에너지에 의해 전자-정공 쌍이 발생한다.
- [0093] 이때, 기관(110)의 전면(front surface) 및 후면(back surface)이 텍스처링 표면으로 각각 형성되므로, 기관(110)의 전면 및 후면에서의 빛 반사도가 감소하고, 텍스처링 표면에서 입사와 반사 동작이 행해져 태양전지 내부에 빛이 갇히게 된다. 따라서, 빛의 흡수율이 증가되어 태양전지의 효율이 향상된다.
- [0094] 이에 더하여, 기관의 전면에 위치하는 제1 보호막(130) 및 제1 반사방지막(140)과 기관의 후면에 위치하는 제2 보호막(170) 및 제2 반사방지막(180)에 의해 기관(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기관(110)으로 입사되는 빛의 양은 더욱 증가한다.
- [0095] 이들 전자-정공 쌍은 기관(110)과 에미터부(120)의 p-n접합에 의해 서로 분리되며, 전자는 n형의 도전성 타입을 갖는 기관(110)쪽으로 이동하고, 정공은 p형의 도전성 타입을 갖는 에미터부(120)쪽으로 이동한다. 이처럼, 기관(110)쪽으로 이동한 전자는 후면 전계부의 제1 전계부(161)와 제2 전계부(163)를 통해 제2 전극(190a)과 제2 집전부(190b)로 이동하고, 에미터부(120)쪽으로 이동한 정공은 제1 전극(150a)과 제1 집전부(150b)로 이동한다.
- [0096] 따라서, 어느 한 태양전지의 제1 집전부(150b)와 인접한 태양전지의 제2 집전부(190b)을 인터커넥터 등의 도선으로 연결하면 전류가 흐르게 되고, 이를 외부에서 전력으로 이용하게 된다.
- [0097] 이러한 구성의 태양전지는 광 투과성 전면 기관 및 광 투과성 후면 기관 사이에서 보호막에 의해 밀봉된 상태로 사용된다.
- [0098] 이하, 도 3 및 도 4를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 태양전지를 설명한다.
- [0099] 본 실시예의 태양전지는 에미터부 및 후면 전계부를 제외한 나머지 구성이 전술한 제1 실시예와 동일하므로, 이하에서는 에미터부 및 후면 전계부의 구성에 대해서만 설명하며, 도 1의 실시예와 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 도면부호를 부여한다.
- [0100] 제1 실시예에 따른 태양전지의 에미터부(120)는 기관 전면(front surface)의 전체 영역에 있어서 실질적으로 균일한 도핑 농도를 갖는다. 이러한 구성의 에미터부(120)는 공정이 간단한 이점이 있지만, 고농도 도핑에 따른 전하의 재결합률이 증가하여 태양전지의 효율 향상에 제약이 따르는 문제점이 있다.
- [0101] 따라서, 전하의 재결합률을 감소시키기 위해, 본 실시예의 태양전지는 제1 전극(150a) 및 제1 집전부(150b)와 대응하는 위치의 에미터부만 고농도 도핑 영역으로 형성하고, 이외의 에미터부는 저농도 도핑 영역으로 형성한 선택적 에미터부(220)를 포함한다.
- [0102] 선택적 에미터부(220)는 p형 불순물이 저농도로 도핑된 제1 도핑부(221)와, 제1 도핑부(221)에 비해 p형 불순물이 고농도로 도핑된 제2 도핑부(222)를 포함한다.
- [0103] 이와 같이, 선택적 에미터부(220)는 제1 도핑부(221)와 제2 도핑부(222)의 불순물 도핑 농도가 다르므로, 제2 도핑부(222)의 불순물 도핑 두께는 제1 도핑부(221)의 불순물 도핑 두께보다 크다. 따라서 제2 도핑부(222)의 두께는 제1 도핑부(221)의 두께보다 크며, 제1 도핑부(221)와 제2 도핑부(222)의 하부면은 서로 동일한 평면상에 위치한다. 이러한 구조의 선택적 에미터부(220)는 에치백(etch back) 공정을 이용하여 형성할 수 있다.

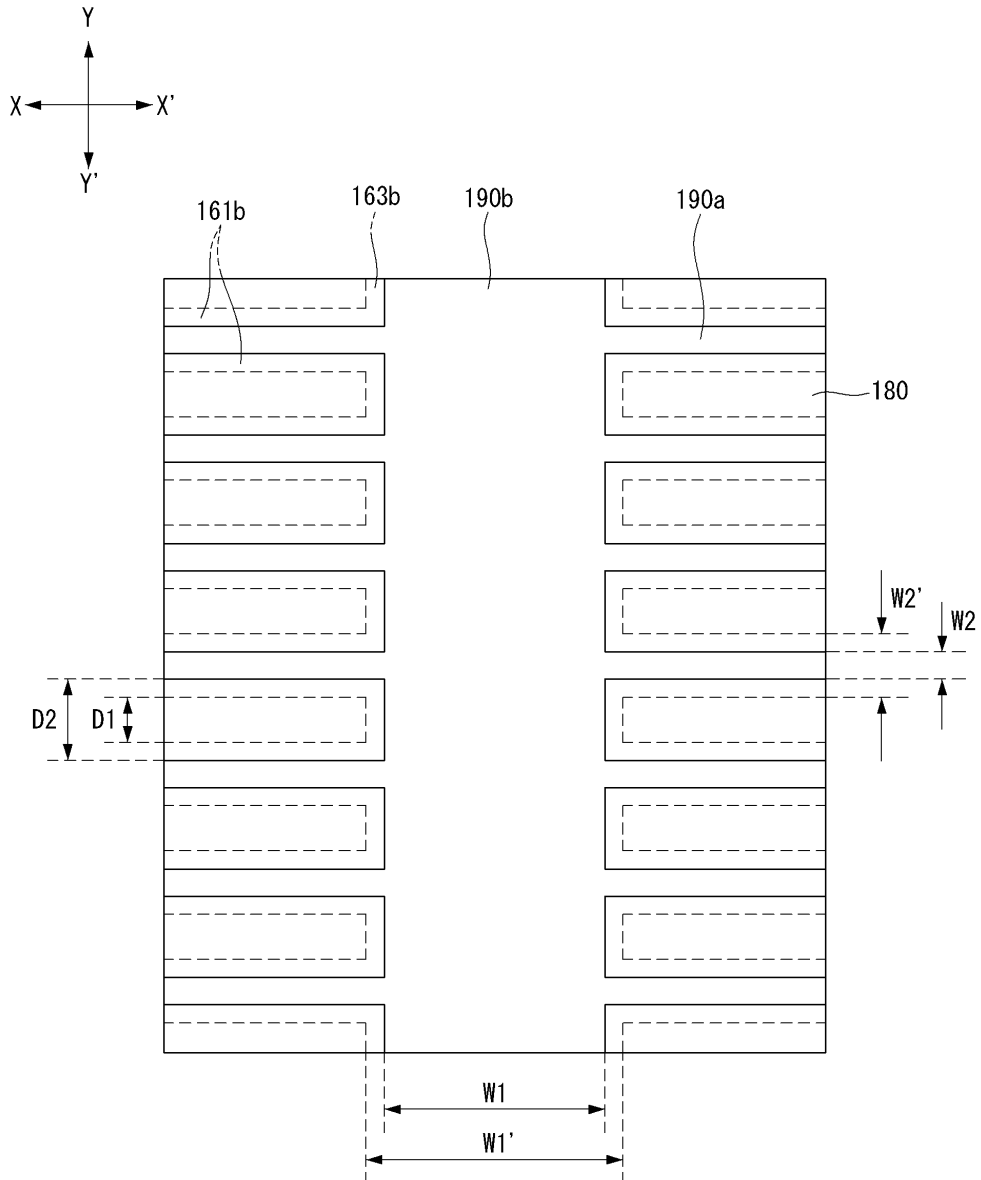


도면

도면1



도면2





도면4

