



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0037277
(43) 공개일자 2012년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0098938

(22) 출원일자 2010년10월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

이진형

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)

안준용

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)

이영현

서울특별시 서초구 바우피로 38, LG전자 전자기술원 (우면동)

(74) 대리인

특허법인로얄

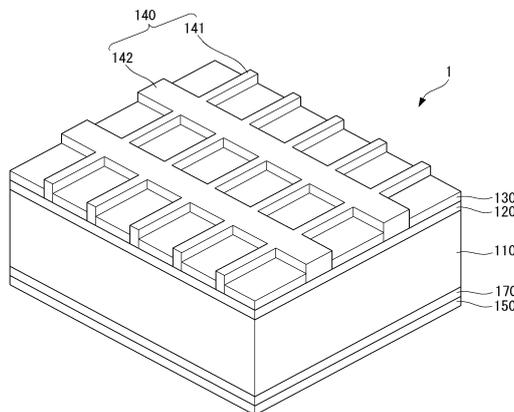
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것으로 제1 도전성 타입의 기판, 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖고 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부, 에미터부 위에 위치하는 반사 방지막, 반사 방지막 위에 위치하고 에미터부에 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 그리고 기판과 연결되어 있는 제2 전극을 포함하며, 기판의 가장자리로부터의 거리에 따른 면저항(sheet resistance) 값은 기판의 가장자리와 기판 가장자리로부터 가장 가까운 제1 전극 사이에서 평균 면저항 값에 도달한다. 따라서, 기판의 수광면의 손상이 감소하며, 전면 전극과의 분로(shunt) 발생이 감소하여, 태양 전지의 효율이 향상된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1 도전성 타입의 기판,
 상기 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖고 상기 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부,
 상기 에미터부 위에 위치하는 반사 방지막,
 상기 반사 방지막 위에 위치하며 상기 에미터부에 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 그리고
 상기 기판과 연결되어 있는 제2 전극
 을 포함하며

상기 기판의 가장자리로부터의 거리에 따른 상기 기판의 면저항(sheet resistance) 값은 상기 기판의 가장자리와 상기 기판의 가장자리로부터 가장 가까운 제1 전극 사이 지점에서 상기 기판의 평균 면저항 값에 도달하는 태양 전지.

청구항 2

제1항에서,
 상기 기판의 가장자리로부터 상기 면저항 값이 상기 평균 면저항 값에 도달하는 지점까지의 거리는 1.5mm이하인 태양 전지.

청구항 3

제1항에서,
 상기 에미터부는 상기 기판 위에 위치하고 상기 제2 도전성 타입의 불순물이 도핑된 제1 에미터층과 상기 제1 에미터층 위에 위치하고 상기 제2 도전성 타입의 불순물이 상기 제1 에미터층보다 높은 농도로 도핑된 제2 에미터층을 구비하는 태양 전지.

청구항 4

제1항에서,
 상기 제2 전극과 연결되는 후면 전계부를 더 포함하는 태양 전지.

청구항 5

제1 도전성 타입을 갖는 기판에 상기 제1 도전성과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부를 형성하는 단계,
 상기 기판의 측면에 형성된 에미터부를 제거하여 측면을 분리하는 단계, 그리고
 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극 및 상기 기판과 전기적으로 연결되는 후면 전극을 형성하는 단계를 포함하고,
 상기 측면 분리 단계는,
 상기 기판의 전면에 형성된 에미터부의 식각 방지를 위하여 상기 기판의 전면에 식각 방지 마스크를 형성하는 단계,
 상기 기판의 측면에 형성된 에미터부를 식각 용액에 침지하여 제거하는 단계, 그리고
 상기 식각 방지 마스크를 제거하는 단계를 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 6

제5항에서,

상기 에미터부를 형성하는 단계는,

상기 전면 전극이 형성될 상기 에미터부 위의 영역에 식각 방지 마스크를 형성하는 단계, 그리고

상기 에미터부를 에치-백하여 상기 제2 도전성 타입의 불순물이 도핑된 제1 에미터층과 상기 제1 에미터층 위에 위치하고 상기 제2 도전성 타입의 불순물이 상기 제1 에미터층보다 높은 농도로 도핑된 제2 에미터층을 형성하는 단계를 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 7

제6항에서,

상기 제1 및 제2 에미터층 형성을 위한 식각 방지 마스크와 상기 측면 분리를 위한 식각 방지 마스크를 동시에 형성하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 8

제6항에서,

상기 제1 및 제2 에미터층 형성하는 단계와 상기 측면 분리 단계는 습식 식각법을 이용하여 동시에 수행하는 태양 전지의 제조 방법

청구항 9

제5항에서,

상기 식각 방지 마스크는 상기 기관의 가장자리를 따라 일정 거리를 두고 형성하며,
상기 기관의 가장자리로부터 상기 식각 방지 마스크까지의 거리는 1.5mm이하인 태양 전지의 제조 방법.

청구항 10

제9항에서,

상기 식각 방지 마스크는 복수의 라인을 구비하도록 형성하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 11

제5항에서,

상기 에미터부 위에 반사 방지막을 형성하는 단계를 더 포함하는 태양전지의 제조 방법.

청구항 12

제5항에서,

상기 전면 전극 및 상기 후면 전극을 형성하는 단계는,
상기 에미터부의 전면에 전면전극용 페이스트를 도포하는 단계,
상기 기관의 후면에 후면전극용 페이스트를 도포하는 단계, 그리고
상기 전면전극용 페이스트 및 상기 후면전극용 페이스트를 열처리하여, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 상기 전면 전극 및 상기 기관과 전기적으로 연결되는 상기 후면 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 태양 전지의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양전지 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적인 태양 전지는 p형과 n형처럼 서로 다른 도전성 타입(conductive type)의 반도체로 이루어진 기관

(substrate) 및 에미터부(emitter layer), 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 효율을 향상시키는 것이다.
- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 태양 전지의 제조 공정을 단순하게 하고 제조 시간을 줄이기 위한 것이다.
- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 수명이 긴 태양 전지를 제조하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 한 특징에 따른 태양 전지는 제1 도전성 타입의 기판, 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입을 갖고 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부, 에미터부 위에 위치하는 반사 방지막, 반사 방지막 위에 위치하며 에미터부에 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 그리고 기판과 연결되어 있는 제2 전극을 포함하며, 기판의 가장자리로부터의 거리에 따른 기판의 면저항(sheet resistance) 값은 기판의 가장자리와 기판의 가장자리로부터 가장 가까운 제1 전극 사이 지점에서 기판의 평균 면저항 값에 도달한다.
- [0008] 기판의 가장자리로부터 면저항 값이 평균 면저항 값에 도달하는 지점까지의 거리는 1.5mm이하일 수 있다.
- [0009] 에미터부는 기판 위에 위치하고 제2 도전성 타입의 불순물이 도핑된 제1 에미터층과 제1 에미터층 위에 위치하고 제2 도전성 타입의 불순물이 상기 제1 에미터층보다 높은 농도로 도핑된 제2 에미터층을 구비할 수 있다.
- [0010] 이때, 제2 전극과 연결되는 후면 전극부를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 한 특징에 따른 태양 전지의 제조 방법은 제1 도전성 타입을 갖는 기판에 제1 도전성과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부를 형성하는 단계, 기판의 측면에 형성된 에미터부를 제거하여 측면을 분리하는 단계, 그리고 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극 및 기판과 전기적으로 연결되는 후면 전극을 형성하는 단계를 포함하고, 측면 분리 단계는 기판의 전면에 형성된 에미터부의 식각 방지를 위하여 기판의 전면에 식각 방지 마스크를 형성하는 단계, 기판의 측면에 형성된 에미터부를 식각 용액에 침지하여 제거하는 단계, 그리고, 식각 방지 마스크를 제거하는 단계를 포함한다.
- [0012] 에미터부를 형성하는 단계는, 전면 전극이 형성될 에미터부 위의 영역에 식각 방지 마스크를 형성하는 단계, 그리고 에미터부를 에치-백하여 제2 도전성 타입의 불순물이 도핑된 제1 에미터층과 제1 에미터층 위에 위치하고 제2 도전성 타입의 불순물이 제1 에미터층보다 높은 농도로 도핑된 제2 에미터층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 이때, 제1 및 제2 에미터층 형성을 위한 식각 방지 마스크와 측면 분리를 위한 식각 방지 마스크를 동시에 형성할 수 있다.
- [0014] 제1 및 제2 에미터층 형성하는 단계와 측면 분리 단계는 습식 식각법을 이용하여 동시에 수행할 수 있다.
- [0015] 식각 방지 마스크는 기판의 가장자리를 따라 일정 거리를 두고 형성하며, 기판의 가장자리로부터 식각 방지 마스크까지의 거리는 1.5mm이하일 수 있다.
- [0016] 식각 방지 마스크는 복수의 라인을 구비하도록 형성할 수 있다.
- [0017] 에미터부 위에 반사 방지막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 전면 전극 및 상기 후면 전극을 형성하는 단계는, 에미터부의 전면에 전면전극용 페이스트를 도포하는 단계, 기판의 후면에 후면전극용 페이스트를 도포하는 단계, 그리고 전면전극용 페이스트 및 후면전극용 페이스트를 열처리하여, 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극 및 기판과 전기적으로 연결되는 후면 전극을 형성하는 단

계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 이러한 특징에 따르면, 기관의 수광면의 손상이 감소하여 수광 면적이 넓어지고, 전면 전극과의 분로(shunt) 발생이 감소하므로, 태양 전지의 효율이 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 태양 전지를 전면전극 집전부와 나란한 방향으로 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이다.
- 도 4는 도 3에 도시한 태양 전지를 전면전극 집전부와 나란한 방향으로 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도이다.
- 도 6의 (a) 내지 (b)는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 식각 용액을 이용한 측면 분리(wet edge isolation)할 때 사용하는 식각 방지 마스크의 평면도이다.
- 도 7a 내지 도 7b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도이다.
- 도 8의 (a) 내지 (b)는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 식각 용액을 이용한 측면 분리할 때 사용하는 식각 방지 마스크의 평면도이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 태양 전지의 제조 방법에 따른 면저항(sheet resistance)을 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 태양 전지의 제조 방법에 따른 변환 효율을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 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.
- [0022] 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 면(또는 전면)에 형성되어 있는 것뿐만 아니라 가장자리 일부에는 형성되지 않은 것을 뜻한다.
- [0023] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 다양한 실시예에 태양 전지 및 그 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0024] 먼저, 도 1 내지 도 2를 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지에 대하여 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시한 태양 전지를 전면 전극 집전부(152)와 나란한 방향으로 잘라 도시한 단면도이다.
- [0026] 도 1을 참고로 하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지(1)는 기관(110), 빛이 입사되는 기관(110)의 면인 입사면[이하, '전면(front surface)']이라 함]에 위치한 에미터부(120), 에미터부(120) 위에 위치하는 반사 방지막(130), 기관(110)의 전면과 대향하는 기관(110)의 후면에 위치하는 후면 전계부(170), 에미터부(120)와 전기적으로 연결되어 있는 복수의 전면 전극(front electrode)(141), 복수의 전면 전극(141)과 연결되어 있고 복수의 전면 전극(141)과 교차하는 방향으로 뻗어 있는 복수의 전면전극용 집전부(142), 후면 전계부(170)의 후면에 위치하며 기관(110)과 전기적으로 연결되어 있는 후면 전극(rear electrode)(150)을 구비한다.
- [0027] 기관(110)은 제1 도전성 타입, 예를 들어 p형 도전성 타입의 실리콘으로 이루어진 반도체 기관이다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 기관 또는 비정질 실리콘일 수 있다. 기관(110)이 p형의 도전성 타입을 가

질 경우, 붕소(B), 갈륨, 인듐 등과 같은 3가 원소의 불순물을 함유한다. 하지만, 이와는 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.

- [0028] 도시하지 않았으나, 기판(110)은 텍스처링(texturing)되어 복수의 함몰부를 구비한 텍스처링 표면(texturing surface)을 가질 수 있다.
- [0029] 에미터부(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입, 예를 들어, n형의 도전성 타입을 구비하고 있는 불순물부로서, 반도체 기판(110)과 p-n 접합을 이룬다.
- [0030] 이러한 p-n 접합에 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. 따라서, 기판(110)이 p형이고 에미터부(120)가 n형일 경우, 분리된 정공은 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 전자는 에미터부(120)쪽으로 이동하여, 기판(110)에서 정공은 다수 캐리어가 되며, 에미터부(120)에서 전자는 다수 캐리어가 된다.
- [0031] 에미터부(120)는 기판(110)과 p-n접합을 형성하므로, 본 실시예와 달리, 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.
- [0032] 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 있고, 반대로 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 붕소(B), 갈륨, 인듐 등과 같은 3가 원소의 불순물을 기판(110)에 도핑하여 형성될 수 있다.
- [0033] 이때, 에미터부(120)는 기판(110)의 전면, 후면 및 측면을 포함하는 전체면에 불순물을 확산하여 형성되므로 태양 전지(1)의 전면과 후면이 전기적으로 연결되어 태양 전지(1)의 효율을 감소시킨다. 따라서, 불순물을 도핑한 후, 측면(또는 가장자리라 함)에 도핑된 부분을 제거하여 전면과 후면을 전기적으로 분리하는 에지 아이솔레이션(edge isolation) 공정을 수행한다. 본 실시예에서는 에미터부(120) 위에 식각 방지 마스크를 형성한 후 습식 식각법으로 측면을 분리한다.
- [0034] 에미터부(120) 위에 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiO₂), 실리콘산화질화막(SiOxNy) 등으로 이루어진 반사 방지막(130)이 형성되어 있다. 반사 방지막(130)은 태양 전지(1)로 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시켜, 태양 전지(1)의 효율을 높인다. 반사 방지막(130)은 필요에 따라 생략될 수 있다.
- [0035] 복수의 전면 전극(141)은 에미터부(120) 위에 위치하여 에미터부(120)와 전기적으로 연결되어 있고, 서로 이격되게 정해진 방향으로 뻗어있다. 복수의 전면 전극(141)은 에미터부(120)쪽으로 이동한 전하, 예를 들면, 전자를 수집한다.
- [0036] 복수의 전면전극용 집전부(142)는 에미터부(120) 위에서 복수의 전면 전극(141)과 동일층에 위치하며, 복수의 전면 전극(141)과 교차하는 방향으로 뻗어 있다. 복수의 전면전극용 집전부(142)는 복수의 전면 전극(141)에 의해 수집되어 이동하는 전하를 수집하여 외부 장치로 출력한다.
- [0037] 복수의 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)는 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있고, 이들 도전성 물질의 예는 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.
- [0038] 기판(110)의 후면에 위치한 후면 전극(150)은 기판(110) 쪽으로 이동하는 전하, 예를 들어 정공을 수집한다.
- [0039] 후면 전극(150)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.
- [0040] 도시하지는 않았으나, 후면전계부(170) 위에 위치하며, 전면전극용 집전부(142)과 동일한 방향으로 뻗어 있는 복수의 후면전극용 집전부를 더 포함할 수 있다. 이때, 복수의 후면전극용 집전부는 전면전극용 집전부(142)과 마주보는 위치에 위치할 수 있다. 복수의 후면전극용 집전부는 후면 전극(150)으로부터 전달되는 전하, 예를 들어 정공을 수집하여 외부 장치로 출력한다.

- [0041] 복수의 후면전극용 집전부는 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있고, 도전성 물질의 예는 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0042] 후면 전극(150)과 기판(110) 사이에 후면 전계부(170)가 위치한다. 후면 전계부(170)는 기판(110)과 동일한 도전성 타입의 불순물이 기판(110)보다 고농도로 도핑된 영역, 예를 들면, p+ 영역이다.
- [0043] 기판(110)과 후면 전계부(170)와의 불순물 농도 차이로 인해 전위 장벽이 형성되고, 이로 인해, 기판(110) 후면 쪽으로의 정공 이동이 방해되어 기판(110)의 후면부에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 것을 감소시킨다.
- [0044] 본 실시예에 따른 태양 전지(1)는 면저항(sheet resistance, R_s) 특성을 향상시킨다. 다시 말해, 기판(110)의 가장자리로부터의 거리에 대한 면저항 값의 변화를 살펴보면, 기판(110)의 가장자리로부터 기판(110)의 가장자리와 가장 가까운 부분에 위치한 전면 전극(140)이 형성된 부분까지의 거리를 D라고 하였을 때, 가장자리로부터 D만큼 떨어진 영역에서부터 또는 D보다 가까운 영역에서부터 균일한 면저항 값을 가진다. 즉, 기판(110)의 가장자리로부터 거리에 따른 상기 기판의 면저항(sheet resistance) 값은 기판(110)과 기판(110)에 가장 가까운 전면 전극(140) 사이에서 평균 면저항 값에 도달한다.
- [0045] 본 실시예에 의하면, 태양 전지(1)는 기판(110)의 가장자리로부터 1.5mm 떨어진 지점보다 가까운 지점에서부터 균일한 면저항 값을 가짐을 알 수 있다. 즉, 면저항 값이 평균 면저항 값에 도달하는 지점과 기판(110)의 가장자리의 거리는 1.5mm 이하이다.
- [0046] 이때, 에지 아이솔레이션 공정에 의하여 식각되는 부분이 전면 전극(140)이 형성된 부분을 넘지 아니하므로, 기판(110)의 가장자리와 가장 가까운 부분의 전극(140)에서 분로(shunt)가 발생하지 아니하여, 태양 전지(1)의 효율이 향상된다.
- [0047] 다음, 도 3 내지 도 4를 참고로 하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지(2)에 대하여 설명한다.
- [0048] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지(2)의 일부 사시도이고, 도 4는 도 3에 도시한 태양 전지(2)를 전면 전극 집전부(152)와 나란한 방향으로 잘라 도시한 단면도이다. 도 1 및 도 2에 도시한 태양 전지(1)와 비교하여 동일한 내용의 설명은 생략한다.
- [0049] 도 3을 참고로 하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지(2)는 도 1에 도시한 실시예에 따른 태양 전지(1)와 비교하여, 에미터부(220)의 구조가 다르다.
- [0050] 본 실시예에 따른 에미터부(220)는 기판(110) 위에 위치하며 불순물이 저농도로 도핑된 제1 에미터층(221)과 제1 에미터층(221) 위에 부분적으로 위치하며 불순물이 고농도로 도핑된 제2 에미터층(222)을 구비한다. 본 실시예에서 전면 전극(141)은 제2 에미터층(222) 위에 형성된다.
- [0051] 본 실시예에 의한 태양 전지(2)도 전면과 후면을 전기적으로 분리하기 위하여 에지 아이솔레이션 공정이 필요하며, 도 1에 따른 실시예와 마찬가지로 에미터부(220) 위에 식각 방지 마스크를 형성한 후 습식 식각법으로 측면을 분리하므로 태양 전지(2)의 면저항(sheet resistance, R_s) 특성을 향상시킨다. 다시 말해, 기판(110)의 가장자리로부터 거리에 따른 상기 기판의 면저항(sheet resistance) 값은 기판(110)과 기판(110)에 가장 가까운 전면 전극(140) 사이에서 평균 면저항 값에 도달한다.
- [0052] 이때, 에지 아이솔레이션 공정에 의하여 식각되는 부분이 전면 전극이 형성될 부분을 넘지 아니하므로, 기판(110)의 가장자리와 가장 가까운 부분의 전극에서 분로(shunt)가 발생하지 아니한다. 또한, 제1 에미터층(221)의 불순물 농도가 낮으므로 단파장광에 의해 발생된 캐리어(carrier)들의 수집 효율이 증가하여 단락 전류 밀도(J_{sc}) 및 개방 전압(V_{oc})은 상승하고 제2 에미터층(222)의 불순물 농도가 높으므로 전면 전극과의 접촉 저항이 감소하여, 태양 전지(2)의 효율이 향상된다.
- [0053] 이와 같은 구조를 갖는 본 실시예에 따른 태양 전지(1, 2)의 동작은 다음과 같다.
- [0054] 태양 전지(1, 2)로 빛이 조사되어 반사 방지막(130)과 에미터부(120, 220)를 통해 반도체의 기판(110)으로 입사되면 빛 에너지에 의해 반도체의 기판(110)에서 전자-정공 쌍이 발생한다. 이때, 반사 방지막(130)에 의해 기판(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기판(110)으로 입사되는 빛의 양이 증가한다.
- [0055] 이들 전자-정공 쌍은 기판(110)과 에미터부(120, 220)의 p-n접합에 의해 서로 분리되어 전자와 정공은, 예를 들어, n형의 도전성 타입을 갖는 에미터부(120, 220)과 p형의 도전성 타입을 갖는 기판(110)쪽으로 각각

이동한다. 이처럼, 에미터부(120, 220)쪽으로 이동한 전자는 전면 전극(141)에 의해 수집되어 전면전극용 집전부(142)로 전달되어 수집되고, 기관(110)쪽으로 이동한 정공은 인접한 후면 전극(150)으로 전달된 후 후면전극용 집전부에 의해 수집된다. 이러한 전면전극용 집전부(142)와 후면전극용 집전부를 도선으로 연결하면 전류가 흐르게 되고, 이를 외부에서 전력으로 이용하게 된다

- [0056] 다음, 도 5a 내지 5f 및 도 6를 참고로 하여, 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지(1)의 제조 방법에 대한 예를 설명한다.
- [0057] 도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법의 한 예를 순차적으로 나타낸 도면이고, 도 6는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 형성된 식각 방지 마스크의 평면도이다.
- [0058] 먼저, 도 5a에 도시한 것처럼, p형 단결정 또는 다결정 실리콘으로 이루어진 기관(110)에 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 포함하는 물질,
- [0059] 예를 들어, $POCl_3$ 이나 H_3PO_4 등을 고온에서 열처리하여 5가 원소의 불순물을 기관(110)에 확산시켜 기관(110)의 전체면에 에미터부(120)를 형성한다.
- [0060] 본 실시예와 달리, 기관(110)의 도전성 타입이 n형일 경우, 3가 원소의 불순물을 포함하는 물질, 예를 들어, B_2H_6 를 고온에서 열처리하거나 적층하여 기관(110) 전면에 p형의 에미터부를 형성할 수 있다.
- [0061] 도 5b 내지 도 5d는 기관(110)의 전면에 식각 방지 마스크(160)를 형성한 후 습식 식각(wet etching)을 이용하여 측면을 분리(edge isolation)하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0062] 에미터부(120)를 형성하는 과정에서 기관의 에지(edge) 부분에도 불순물이 도핑되기 때문에, 태양 전지(1)의 전면과 후면이 전기적으로 연결되어 태양 전지(1)의 효율이 감소한다. 따라서, 에지의 도핑된 부분을 제거하여 태양 전지(1)의 전면과 후면을 전기적으로 분리하는 측면 분리 공정이 필요하다.
- [0063] 태양 전지(1)의 측면 분리를 위하여, 습식 식각을 이용한 측면 분리(wet edge isolation), 레이저를 이용한 측면 분리(laser edge isolation), 플라즈마를 이용한 측면 분리(plasma edge isolation) 방법을 등을 이용할 수 있다.
- [0064] 기관을 동전 쌓듯이 스택(stack) 구조로 쌓아서 플라즈마 공정을 진행하는 플라즈마 측면 분리법은 플라즈마가 기관(110)과 기관(110') 사이로 스며들어 기관(110)의 전면에 형성된 에미터부(120)를 손상시키며, 사용되는 가스에 의해 고분자류가 생성되어 에칭된 표면에 증착되어 태양 전지(1)의 효율이 감소하는 문제점이 있다.
- [0065] 또한, 레이저를 이용하여 측면을 분리하는 경우, 공정시간이 길어지며 고온의 레이저에 의해 기관(110)의 표면이 손상되어 태양 전지(1)이 효율이 감소하는 문제점이 있다. 또한, 기관(110)의 전면에 레이저 빔을 조사하는 경우 그만큼 수광면적이 줄어들어 단락전류(J_{sc} , short circuit current)가 감소되어 태양 전지(1)의 효율이 감소한다.
- [0066] 그리고, 식각 용액을 이용하여 기관(110)의 후면 및 측면을 분리하는 경우, 공정 진행 중 전면에 형성된 에미터부(120) 중 가장자리에 근접한 부분이 불순물이 기관(110) 내부로 확산됨에 따라 생성된 인을 포함하는 산화물(phosphorous silicate glass, PSG)층의 친수성으로 인하여 식각 용액이 침습하여 에미터부(120)를 손상시킬 수 있으며, 이 후 전면 전극(141) 형성 시 분로(shunt) 발생 확률이 높아진다. 이로 인하여, 태양 전지(1)의 효율이 낮아지는 문제점이 있다.
- [0067] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 식각 방지 마스크(160)를 형성한 후 습식 식각을 이용하여 측면을 분리한다.
- [0068] 도 5b에 도시한 것처럼, 습식 식각을 이용하여 에미터부(120)의 측면을 분리하기 전에 식각 방지 마스크(160)를 형성한다. 본 실시예에서는 소수성의 재료를 스크린 인쇄법을 이용하여 도포한 후 100°C 내지 150°C에서 건조시켜 식각 방지 마스크(160)를 형성하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0069] 이때, 식각 방지 마스크(160)는 도 6의 (a)에 도시한 것처럼 기관(110)의 가장자리와 일정 간격(D1)을 두고 형성한다. 본 실시예에서, 기관(110)의 가장자리와 식각 방지 마스크(160) 사이의 간격(D1)은 1.5mm이하이다.. 이때, 기관(110)의 가장자리와 간격을 두지 않고 기관(110)의 가장자리에서부터 식각 방지 마스크(160)를 형성할 수 있다. 즉, D1은 0mm일 수 있다.
- [0070] 이와는 달리, 복수의 라인을 구비한 식각 방지 마스크를 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 4의 (b)에 도시한 것처럼

럼, 기판(110)의 가장자리와 제1 간격(D2)만큼 떨어진 제1 마스크 라인(261) 및 기판(110)의 가장자리와 제2 간격(D3)만큼 떨어진 제2 마스크 라인(262)를 구비한 식각 방지 마스크(260)를 형성할 수 있다. 이때, 기판(110)의 가장자리와 제2 마스크 라인(262) 사이의 간격(D3)은 1.5mm이하일 수 있다. 또한, 기판(110)의 가장자리와 제1 마스크 라인(261) 사이의 간격(D2)이 0mm이 되도록 기판(110)의 가장자리에서부터 제1 마스크 라인(261)을 형성할 수 있다. 본 실시예와 같이 식각 방지 마스크(260)를 더블 라인(double line)으로 형성하는 경우, 후속 공정에서 식각 용액을 이용하여 측면을 분리할 때, 손실 구간을 줄이면서 더욱 확실한 측면 분리가 가능하다.

[0071] 다음, 도 5c에 도시한 것처럼, 기판(110)의 후면에 형성된 에미터부(120)를 식각 용액에 침지하여 기판(110)의 측면 및 후면에 형성된 에미터부(120)를 제거함으로써 측면을 분리한다. 이때, 식각 방지 마스크(160)가 기판(110)의 전면에 형성되어 있으므로, 식각 방지 마스크(160)로부터 안쪽으로 형성된 에미터부(120)에 식각 용액이 침습하지 아니하며, 따라서 기판(110)의 전면에 형성된 에미터부(120)의 손상이 감소한다.

[0072] 측면 분리 후, 도 5d에 도시한 것처럼 수산화칼륨(KOH) 용액 등을 이용하여 식각 방지 마스크(160)를 제거한다.

[0073] 다음, 도 5e에 도시한 것처럼, 플라즈마 화학 기상 증착법(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)과 같은 화학 기상 증착법(chemical vapor deposition, CVD)을 이용하여 기판(110)의 전면에 반사 방지막(130)을 형성한다.

[0074] 다음, 도 5f에 도시한 것처럼, 스크린 인쇄법을 이용하여, 반사 방지막(130)의 해당 부분에 전면전극용 페이스트를 인쇄한 후 건조시켜, 전면전극부 패턴(40)을 형성한다. 이때, 전면전극부 패턴(40)은 복수의 전면 전극을 위한 부분과 복수의 전면전극용 집전부를 위한 부분을 구비하고 있다.

[0075] 다음, 알루미늄(Al)을 함유하는 후면전극용 페이스트를 스크린 인쇄법으로 인쇄한 후 건조시켜 기판(110)의 후면에 형성된 에미터부(120) 위에 후면전극 패턴(50)을 형성한다. 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.

[0076] 이때, 이들 패턴(40, 50)의 건조 온도는 약 120°C 내지 약 200°C일 수 있고, 패턴(40, 50)의 형성 순서는 변경 가능하다.

[0077] 다음, 전면전극부 패턴(40)과 후면전극 패턴(50)이 형성된 기판(110)을 약 750°C 내지 약 800°C의 온도에서 열처리 공정을 시행하여, 에미터부(121)의 일부와 접촉하는 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면전극용 집전부(142)를 구비한 전면 전극부(140), 기판(110)과 전기적으로 연결되는 후면 전극(150), 그리고 후면 전극(150)와 기판(110) 사이의 후면 전계부(170)를 형성하여 태양 전지(1)을 완성한다(도 1 및 도 2).

[0078] 이때, 열처리가 시행되면, 전면전극부 패턴(40)에 함유된 납(Pb) 등에 의해 접촉 부위의 반사 방지막(130)이 관통되어 에미터부(120)와 접촉하는 복수의 전면 전극(141) 및 전면전극용 집전부(142)가 형성되고, 후면전극 패턴(50)은 후면 전극(150)이 된다. 또한, 각 패턴(40, 50)에 함유된 금속 성분과 각 접촉하는 층(120, 110)과의 화학적 결합으로 접촉 저항이 감소하여 전류 흐름이 향상된다.

[0079] 상술한 바와 같이, 식각 방지 마스크(160, 260)를 형성한 후 습식 식각(wet etching)법으로 측면을 분리(edge isolation)하는 경우, 마스크 없이 습식 식각법으로 측면을 분리하거나 플라즈마 또는 레이저를 이용하여 측면을 분리하는 경우에 비하여 면저항 특성이 좋아지며, 수광면의 손상이 감소하므로 높은 효율을 갖는 태양 전지(1)의 제조가 가능하다.

[0080] 도 9는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 태양 전지의 제조 방법에 따른 면저항을 나타낸 그래프이며, 도 10은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 태양 전지의 제조 방법에 따른 태양 전지의 변환 효율을 나타낸 것이다.

[0081] 도 9에서 ①은 본 발명의 한 실시예에 따라 식각 방지 마스크(160)를 형성한 후 습식 식각법으로 측면을 분리한 경우 기판(110)의 가장자리로부터의 거리에 대한 면저항 값의 변화를, ②는 플라즈마를 이용하여 측면을 분리한 경우(비교예1) 기판의 가장자리로부터의 거리에 대한 면저항 값의 변화를, ③은 레이저를 이용하여 측면을 분리한 경우(비교예2) 기판의 가장자리로부터의 거리에 대한 면저항 값의 변화를, ④는 마스크를 형성하지 않고 습식 용액만을 이용하여 측면을 분리한 경우(비교예3) 기판의 가장자리로부터의 거리에 대한 면저항 값의 변화를 나타낸 것이다.

[0082] 도 9에서 D4는 기판(110)의 가장자리로부터 전면 전극이 형성될 부분까지의 거리를 의미한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 비교예1 및 비교예3의 경우 전면 전극이 형성될 부분을 넘어서까지 면저항 값이 평균 면저항 값에 도달하지 못하고 높게 나타난다. 이러한 경우, 상술한 바와 같이 이후 전면 전극을 형성하는 경우 기판(110)의 가

장자리와 가까운 부분의 전극에서 분로(shunt)가 발생할 확률이 높아져, 태양 전지의 효율을 떨어뜨린다. 반면, 본 발명의 실시예와 같이 마스크를 형성한 후 습식 식각법에 의한 측면 분리를 하는 경우, 비교예1 내지 비교예3과 달리 전면 전극이 형성될 부분부터의 면저항의 값이 균일하다. 즉, 식각되는 부분이 전면 전극이 형성될 부분을 넘지 아니함을 확인할 수 있으며, 따라서 기관(110)의 가장자리와 가까운 부분의 전극에서 분로(shunt)가 발생하지 아니하며, 태양 전지의 효율이 향상된다.

- [0083] 도 10의 표에서 실시예 및 비교예1 내지 비교예3은 도 9의 실시예 및 비교예들과 동일하며, Jsc는 태양 전지의 단락 전류, Voc는 태양 전지의 개방 전류, FF는 필 팩터(Fill factor), EF는 변환 효율을 나타낸다. 본 발명의 실시예에서와 같이 마스크를 형성한 후 습식 식각법에 의한 측면 분리를 하는 경우의 태양 전지(1)의 변화 효율이 비교예1 내지 비교예3에서의 변환 효율에 비하여 큼을 알 수 있다.
- [0084] 즉, 본 발명의 실시예에서와 같이 식각 방지용 마스크(160)를 기관(110)의 가장자리를 따라 형성한 후 습식 식각이 이루어질 경우 식각되는 부분이 마스크(160)가 형성된 부분을 넘지 아니하므로, 기관(110)의 전면에 형성된 에미터부(120)를 손상시키지 아니하며, 높은 변환 효율을 갖는 태양 전지(1)를 제조할 수 있다.
- [0085] 다음, 도 7a 내지 7b 및 도 8를 참고로 하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지(1)의 제조 방법에 대한 한 예를 설명한다.
- [0086] 도 7a 내지 도 7b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지의 제조 방법의 한 예를 순차적으로 나타낸 도면이고, 도 8는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 형성된 식각 방지 마스크의 평면도이다. 도 5a 내지 도 5f와 비교하여 동일한 내용의 설명은 생략한다.
- [0087] 먼저, 도 5a에 도시한 것처럼, p형 단결정 또는 다결정 실리콘으로 이루어진 기관(110)에 n형 불순물을 기관(110)에 확산시켜 기관(110)의 전체면에 에미터부(220')를 형성한다. 이때, n형 불순물의 농도는 에미터부(220')의 표면에서 가장 높고 에미터부(220')의 내부로 들어갈수록 가우시안 분포 또는 에러 함수에 따라 감소된다.
- [0088] 다음, 도 7a에 도시한 것처럼, 전면 전극부가 형성될 부분에 전면 전극 패턴(40)과 동일한 패턴을 가지도록 식각 방지 마스크(360)를 형성한다. 이때, 도 8의 (a)에 도시한 것처럼, 복수의 전면 전극이 형성될 부분에 식각 방지 마스크(360)의 제1 부분(361)을 형성하고, 복수의 전면전극용 집전부가 형성될 부분에 식각 방지 마스크(360)의 제2 부분(362)을 형성할 수 있다. 식각 방지 마스크(360)의 제1 부분(361) 및 제2 부분(362) 각각의 폭은 전면 전극 및 전면전극용 집전부의 각각의 폭과 동일하거나 클 수 있다.
- [0089] 이와는 달리, 도 8의 (b)에 도시한 것처럼, 복수의 전면 전극이 형성될 부분에 식각 방지 마스크(460)의 제1 부분(461)을 형성하고, 복수의 전면전극용 집전부가 형성될 부분에 식각 방지 마스크(460)의 제2 부분(462)을 형성하고, 기관(110)의 가장자리를 따라서 식각 방지 마스크(460)의 제3 부분(463)을 형성할 수 있다. 이때, 제3 부분(463)은 복수의 라인을 가지도록 형성할 수 있으며, 식각 방지 마스크(460)의 형상은 도 8에 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0090] 다음, 도 7b에 도시한 것처럼, 에미터부(220')를 에치-백(etch back)하여 기관(110) 위에 위치하며 불순물이 저농도로 도핑된 제1 에미터층(221)과 제1 에미터층(221) 위에 부분적으로 위치하며 불순물이 고농도로 도핑된 제2 에미터층(222)을 구비하도록 선택적 에미터부(selective emitter, 220)을 형성한다.
- [0091] 그리고, 기관(110)의 후면에 형성된 에미터부(220')를 식각 용액에 침지하여 기관(110)의 측면 및 후면에 형성된 에미터부(220')를 제거함으로써 측면을 분리한다. 상기, 선택적 에미터부(220) 형성 공정과 측면 분리 공정은 동시에 행하여 질 수 있다.
- [0092] 다음, 식각 방지 마스크(460)를 제거하고, 반사 방지막(130)을 형성한 후, 전면 전극(140), 후면 전극(150) 및 후면 전계부(170)을 형성하여 태양 전지(2)를 완성한다(도 3 및 도 4).
- [0093] 이와 같이, 선택적 에미터부(220) 형성을 위한 마스크와 측면 분리 공정을 위한 마스크를 동시에 형성하는 경우, 측면 분리 과정에서 발생할 수 있는 에미터부(120)의 손상을 방지할 수 있음은 물론, 선택적 에미터(220) 형성을 위한 마스크를 별도로 형성할 필요가 없어 제조 공정이 단순화되고 제조 시간이 단축되며, 제조 비용이 절감된다.
- [0094] 또한, 선택적 에미터부(220) 형성 공정과 측면 분리 공정을 습식 식각법에 의하여 동시에 행할 수 있으므로 제조 공정을 더욱 단순화시키는 동시에, 높은 효율을 갖는 태양 전지(2)의 제조가 가능하다.

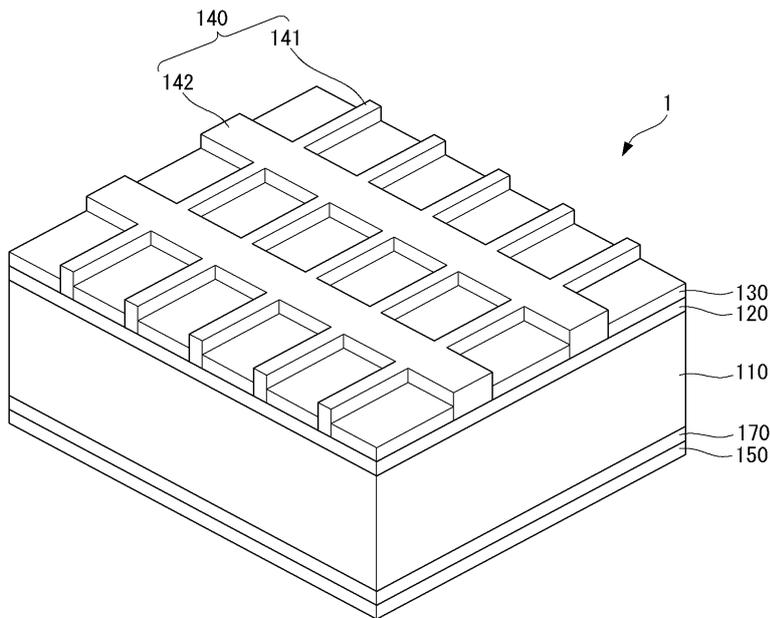
[0095] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

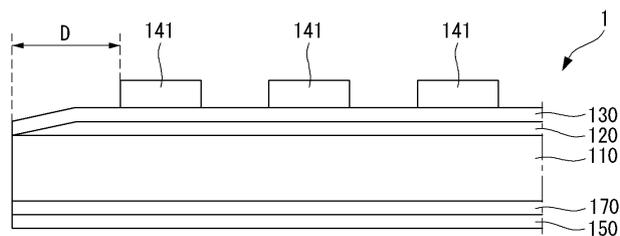
- [0096] 1: 태양 전지
- 40: 전면 전극부 패턴 50: 후면 전극 패턴
- 110: 기판 120: 에미터부
- 220: 선택적 에미터부 130: 반사 방지막
- 141: 전면 전극 142: 전면전극용 집전부
- 150: 후면 전극 170: 후면전계부
- 160, 260, 360, 460: 식각 방지 마스크

도면

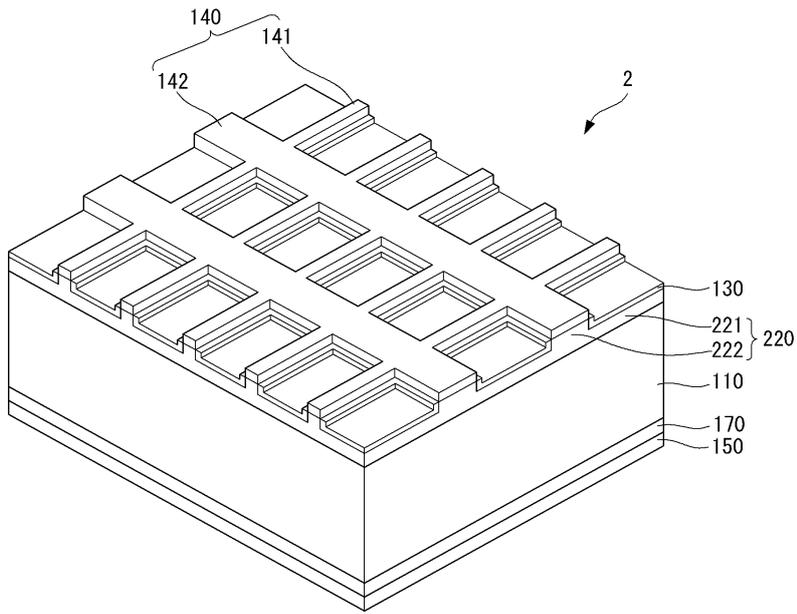
도면1



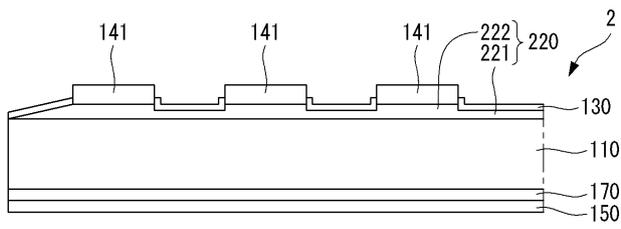
도면2



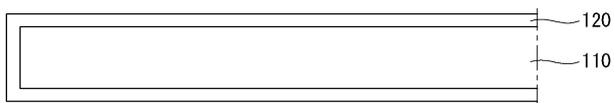
도면3



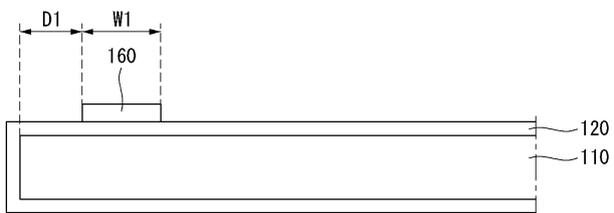
도면4



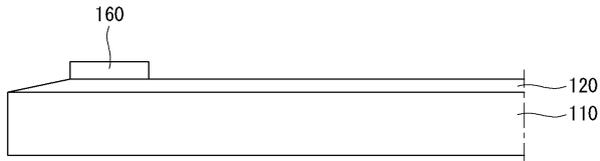
도면5a



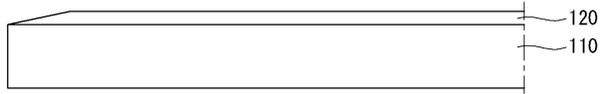
도면5b



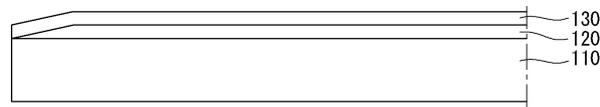
도면5c



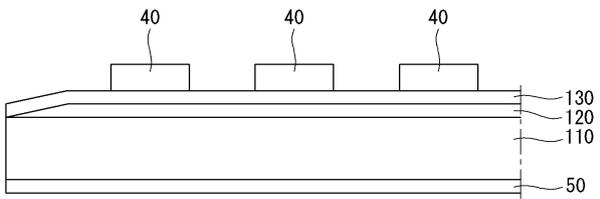
도면5d



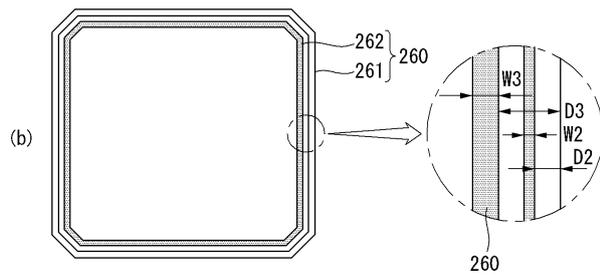
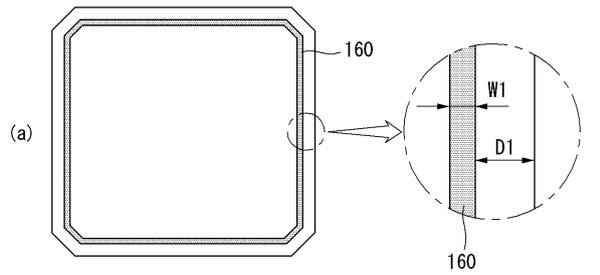
도면5e



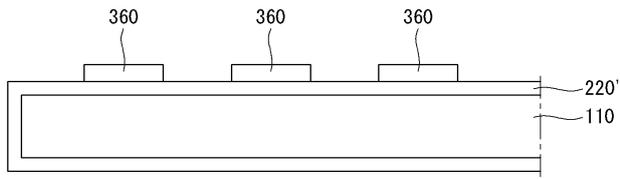
도면5f



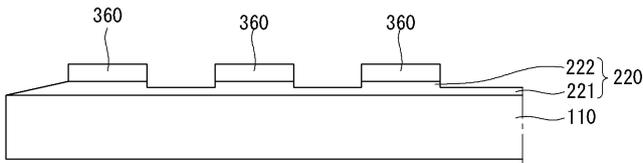
도면6



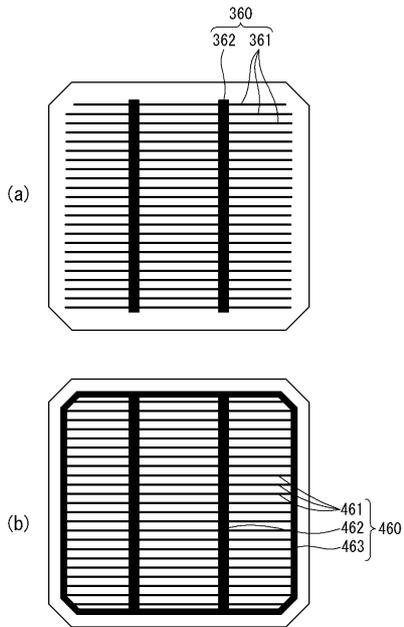
도면7a



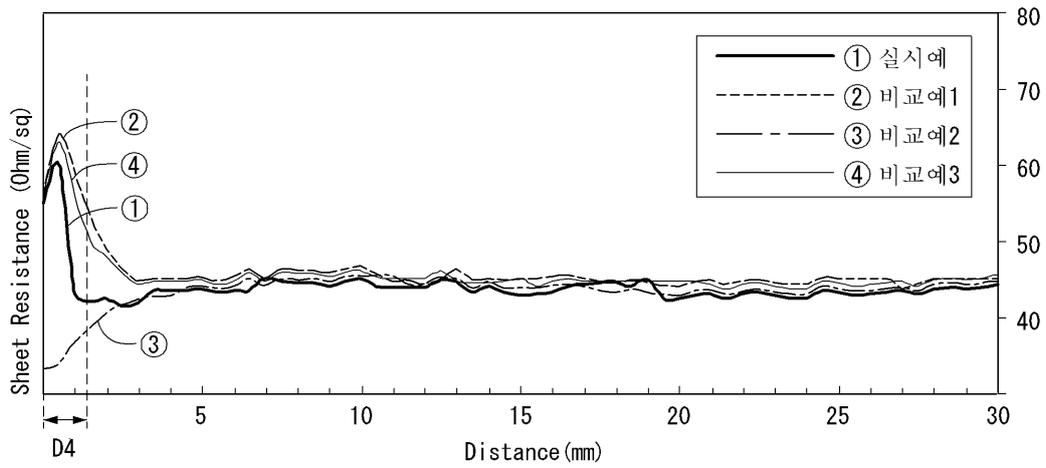
도면7b



도면8



도면9



도면10

	Jsc (mA/cm)	Voc (mv)	FF (%)	EF (%)
실시예	36.4	78.0	620	17.6
비교예1	36.4	77.7	620	17.5
비교예2	36.0	78.0	620	17.4
비교예3	36.4	77.7	620	17.5