



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0098452
(43) 공개일자 2020년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/042 (2014.01) H01L 31/02 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/042 (2013.01)
H01L 31/0201 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0099858(분할)
(22) 출원일자 2020년08월10일
심사청구일자 2020년08월10일
(62) 원출원 특허 10-2019-0058590
원출원일자 2019년05월20일
심사청구일자 2020년04월03일
(30) 우선권주장
1020150061334 2015년04월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
황성현
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
김진성
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
오동해
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
(74) 대리인
박병창

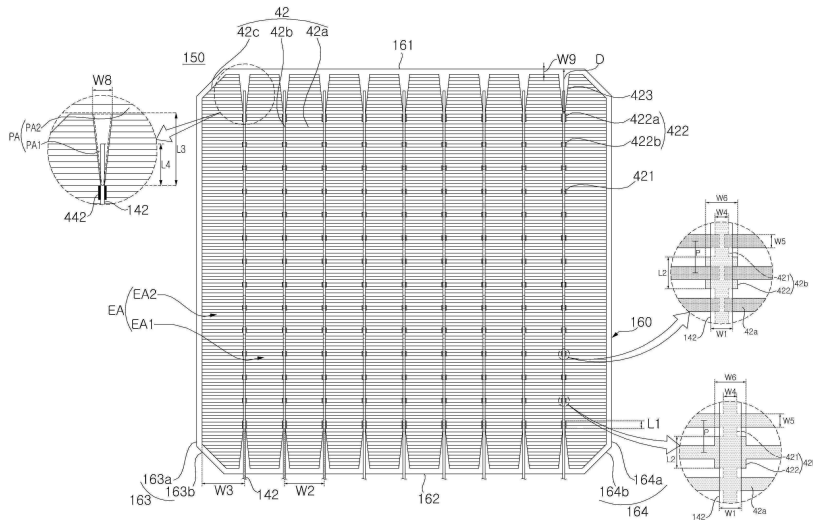
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 태양 전지는, 반도체 기관; 상기 반도체 기관에 또는 상기 반도체 기관 위에 위치하는 도전형 영역; 및 상기 도전형 영역에 연결되며, 제1 방향으로 형성되며 서로 평행한 복수의 핑거 라인 및 상기 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 형성되며 각기 적어도 일부분이 35um 내지 350um 폭을 가지며 6개 이상의 버스바 라인을 포함하는 전극을 포함한다. 상기 제2 방향에서 상기 버스바 라인의 일단부와 타단부 사이의 거리가 상기 제2 방향에서 상기 복수의 핑거 라인 중 일측 최외각에 위치하는 핑거 라인과 타측 최외각에 위치하는 핑거 라인 사이의 거리보다 짧다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 31/02013 (2013.01)

H01L 31/022425 (2013.01)

Y02E 10/50 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 위에서 제1 방향으로 형성되며 서로 제1 간격을 가지고 평행한 복수의 핑거 라인; 및
 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 형성되는 6개 이상의 버스 전극을 포함하고,
 상기 버스 전극은 상기 제1 간격보다 큰 제2 간격으로 이격되어 위치하는 복수의 패드부를 포함하며,
 상기 복수의 패드부가 상기 제1 방향에서 최외각부에 위치한 제1 패드부와, 상기 제1 패드부보다 내부 영역에 위치하는 제2 패드부를 포함하고,
 상기 제1 패드부의 길이가 상기 제2 패드부의 길이보다 긴 태양 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 버스 전극은 상기 복수의 패드부를 연결하는 라인부를 더 포함하는 태양 전지.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 라인부의 폭보다 상기 제1 및 제2 패드부 각각의 폭이 더 큰 태양 전지.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 제1 패드부 및 상기 제2 패드부 각각의 길이가 상기 핑거 라인의 폭보다 큰 태양 전지.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 제1 패드부 및 상기 제2 패드부 각각의 폭이 상기 핑거 라인의 폭보다 큰 태양 전지.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 제1 패드부의 면적이 상기 제2 패드부의 면적보다 큰 태양 전지.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 버스 전극은 각기 상기 복수의 패드부를 6개 내지 24개 구비하는 태양 전지.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 제1 패드부와 이에 인접한 상기 기관의 가장자리의 사이 영역에 상기 핑거 라인이 위치하지 않는 영역을 포함하는 태양전지.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 패드부가 상기 복수의 핑거 라인 중 최외각에 위치한 최외각 핑거 라인보다 내부 영역에 위치하는 태양 전지.

청구항 10

복수의 태양 전지; 및

상기 복수의 태양 전지 중 이웃한 태양 전지를 서로 전기적으로 연결하는 배선재

를 포함하고,

상기 각 태양 전지는, 기판 위에서 제1 방향으로 형성되며 서로 제1 간격을 가지고 평행한 복수의 핑거 라인과, 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 형성되는 6개 이상의 버스 전극을 포함하고,

상기 버스 전극은 상기 제1 간격보다 큰 제2 간격으로 이격되어 위치하는 복수의 패드부를 포함하며,

상기 복수의 패드부가 상기 제1 방향에서 최외각부에 위치한 제1 패드부와, 상기 제1 패드부보다 내부 영역에 위치하는 제2 패드부를 포함하고,

상기 제1 패드부의 길이가 상기 제2 패드부의 길이보다 길며,

상기 배선재가 상기 각 태양 전지에 구비되는 상기 6개 이상의 버스 전극에 포함되는 상기 복수의 패드부에 연결되도록 6개 이상 구비되는 태양 전지 패널.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 배선재가 코어층을 포함하고,

상기 코어층의 단면이 원형 또는 타원형의 형상, 또는 라운드진 형상을 가지는 태양 전지 패널.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 버스 전극은 상기 복수의 패드부를 연결하는 라인부를 더 포함하는 태양 전지 패널.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 라인부의 폭보다 상기 제1 및 제2 패드부 각각의 폭이 더 큰 태양 전지 패널.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 제1 패드부 및 상기 제2 패드부 각각의 길이가 상기 핑거 라인의 폭보다 큰 태양 전지 패널.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 제1 패드부 및 상기 제2 패드부 각각의 폭이 상기 핑거 라인의 폭보다 큰 태양 전지 패널.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 제1 패드부 및 상기 제2 패드부 각각의 폭은 상기 배선재의 직경 또는 폭보다 큰 태양 전지 패널.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 라인부의 폭은 상기 배선재의 직경 또는 폭보다 작은 태양 전지 패널.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 제1 패드부의 면적이 상기 제2 패드부의 면적보다 큰 태양 전지 패널.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 버스 전극은 각기 상기 복수의 패드부를 6개 내지 24개 구비하는 태양 전지 패널.

청구항 20

제10항에 있어서,

상기 제1 패드부가 상기 복수의 핑거 라인 중 최외각에 위치한 최외각 핑거 라인보다 내부 영역에 위치하고,

상기 복수의 배선재의 일측 단부가 상기 제1 패드부와 이에 인접한 상기 최외각 핑거 라인 사이에 배치되는 태양 전지 패널.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널에 관한 것으로서, 배선재에 의하여 연결되는 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널에 관한 것이다.

배경 기술

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

[0003] 이러한 태양 전지는 복수 개가 리본에 의하여 직렬 또는 병렬로 연결되고, 복수의 태양 전지를 보호하기 위한 패키징(packaging) 공정에 의하여 태양 전지 패널의 형태로 제조된다. 태양 전지 패널은 다양한 환경에서 장기간 동안 발전을 하여야 하므로 장기간 신뢰성이 크게 요구된다. 이때, 종래에는 복수의 태양 전지를 리본으로 연결하게 된다.

[0004] 그런데, 1.5mm 정도의 큰 폭을 가지는 리본을 사용하여 태양 전지를 연결하게 되면, 리본의 큰 폭에 의하여 광 손실 등이 발생할 수 있으므로 태양 전지에 배치되는 리본의 개수를 줄여야 한다. 그리고 리본의 부착 강도가 우수하지 않거나 리본에 의하여 태양 전지의 휘는 정도가 커질 수 있다. 이에 의하여 태양 전지 패널의 출력을 향상하는 데 한계가 있고, 리본이 떨어지거나 태양 전지가 손상되어 태양 전지 패널의 신뢰성이 저하될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 태양 전지 패널의 출력 및 신뢰성을 향상할 수 있는 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지는, 반도체 기관; 상기 반도체 기관에 또는 상기 반도체 기관 위에 위치하는 도전형 영역; 및 상기 도전형 영역에 연결되며, 제1 방향으로 형성되며 서로 평행한 복수의 핑거 라인 및 상기 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 형성되며 각기 적어도 일부분이 35um 내지 350um 폭을 가지며 6개 이상의 버

스바 라인을 포함하는 전극을 포함한다. 상기 제2 방향에서 상기 버스바 라인의 일단부와 타단부 사이의 거리가 상기 제2 방향에서 상기 복수의 핑거 라인 중 일측 최외각에 위치하는 핑거 라인과 타측 최외각에 위치하는 핑거 라인 사이의 거리보다 짧다.

[0007] 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지 패널은, 광전 변환부 및 상기 광전 변환부에 연결되는 제1 전극 및 제2 전극을 각기 포함하는 복수의 태양 전지; 및 상기 복수의 태양 전지 중 하나의 태양 전지의 상기 제1 전극과 이에 이웃한 태양 전지의 상기 제2 전극을 연결하는 복수의 배선재를 포함한다. 상기 전극은 제1 방향으로 형성되며 서로 평행한 복수의 핑거 라인 및 상기 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 형성되는 6개 이상의 버스바 라인을 포함한다. 상기 복수의 배선재는 250um 내지 500um의 직경 또는 폭을 가지며 상기 버스바 라인에 연결되어 상기 태양 전지의 일면 쪽에서 6개 이상 배치된다. 상기 제2 방향에서 상기 버스바 라인의 일단부와 타단부 사이의 거리가 상기 제2 방향에서 상기 복수의 핑거 라인 중 일측 최외각에 위치하는 핑거 라인과 타측 최외각에 위치하는 핑거 라인 사이의 거리보다 짧다.

발명의 효과

[0008] 본 실시예에 따르면, 와이어 형태의 배선재를 사용하여 난반사 등에 의하여 광 손실을 최소화할 수 있고 배선재의 피치를 줄여 캐리어의 이동 경로를 줄일 수 있다. 이에 의하여 태양 전지의 효율 및 태양 전지 패널의 출력을 향상할 수 있다. 이때, 배선재의 폭에 따라 제1 전극의 에지 거리를 한정하여 와이어 형태를 가지는 배선재와 제1 전극의 부착력을 향상할 수 있다. 이에 따라 배선재가 제1 전극으로부터 분리될 때 발생할 수 있는 태양 전지의 손상 등을 방지하여, 태양 전지가 우수한 전기적 특성을 가지고 우수한 신뢰성을 가질 수 있다. 그리고 배선재의 폭에 따라 배선재의 개수를 한정하여 태양 전지 패널의 출력을 최대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지 패널을 도시한 사시도이다.
 도 2는 도 1의 II-II 선을 따라 잘라서 본 단면도이다.
 도 3은 도 1의 태양 전지 패널에 포함되는 태양 전지의 일 예를 도시한 부분 단면도이다.
 도 4는 도 1의 태양 전지 패널에 포함되는 태양 전지의 다른 예를 도시한 부분 단면도이다.
 도 5는 도 1의 태양 전지 패널에서 배선재에 의하여 연결되는 제1 태양 전지와 제2 태양 전지를 개략적으로 도시한 사시도이다.
 도 6은 도 1에 도시한 태양 전지의 전극에 부착되기 전의 배선재를 도시한 사시도 및 단면도이다.
 도 7은 도 1에 도시한 태양 전지의 전극의 패드부에 부착된 배선재를 도시한 단면도이다.
 도 8은 도 5의 VIII-VIII 선에 따른 개략적인 단면도이다.
 도 9는 도 1의 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지와 이에 연결된 배선재를 도시한 평면도이다.
 도 10은 도 1의 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지를 도시한 평면도이다.
 도 11은 서로 다른 폭을 가지는 배선재를 부착한 태양 전지의 단면을 촬영한 사진이다.
 도 12는 배선재의 폭과 에지 거리를 변화시키면서 전극의 단부에서 배선재의 부착력을 측정한 결과를 도시한 그래프이다.
 도 13은 배선재의 폭과 개수를 다르게 하면서 측정된 태양 전지 패널의 출력을 표시한 도면이다.
 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 전지의 부분 전면 평면도이다.
 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지의 부분 전면 평면도이다.
 도 16은 실험 장치를 이용하여 태양 전지에 부착된 배선재를 잡아 당기면서 부착력을 측정하여 그 결과를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 이러한 실시예에

한정되는 것은 아니며 다양한 형태로 변형될 수 있음은 물론이다.

- [0011] 도면에서는 본 발명을 명확하고 간략하게 설명하기 위하여 설명과 관계 없는 부분의 도시를 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 극히 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 참조부호를 사용한다. 그리고 도면에서는 설명을 좀더 명확하게 하기 위하여 두께, 넓이 등을 확대 또는 축소하여 도시하였는바, 본 발명의 두께, 넓이 등은 도면에 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0012] 그리고 명세서 전체에서 어떠한 부분이 다른 부분을 "포함"한다고 할 때, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 부분을 배제하는 것이 아니며 다른 부분을 더 포함할 수 있다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 부분이 위치하는 경우도 포함한다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 위치하지 않는 것을 의미한다.
- [0013] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널을 상세하게 설명한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지 패널을 도시한 사시도이고, 도 2는 도 1의 II-II 선을 따라 잘라서 본 단면도이다.
- [0015] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 태양 전지 패널(100)은 복수의 태양 전지(150)와, 복수의 태양 전지(150)를 전기적으로 연결하는 배선재(142)를 포함한다. 그리고 태양 전지 패널(100)은 복수의 태양 전지(150)와 이를 연결하는 배선재(142)를 둘러싸서 밀봉하는 밀봉재(130)와, 밀봉재(130) 위에서 태양 전지(150)의 전면에 위치하는 전면 기판(110)과, 밀봉재(130) 위에서 태양 전지(150)의 후면에 위치하는 후면 기판(200)을 포함한다. 이를 좀더 상세하게 설명한다.
- [0016] 먼저, 태양 전지(150)는, 태양 전지를 전기 에너지로 변환하는 광전 변환부와, 광전 변환부에 전기적으로 연결되어 전류를 수집하여 전달하는 전극을 포함할 수 있다. 그리고 복수 개의 태양 전지(150)는 배선재(142)에 의하여 전기적으로 직렬, 병렬 또는 직병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 배선재(142)는 복수 개의 태양 전지(150) 중에서 이웃한 두 개의 태양 전지(150)를 전기적으로 연결한다.
- [0017] 그리고 버스 리본(145)은 배선재(142)에 의하여 연결되어 하나의 열(列)을 형성하는 태양 전지(150)(즉, 태양 전지 스트링)의 배선재(142)의 양끝단을 교대로 연결한다. 버스 리본(145)은 태양 전지 스트링의 단부에서 이와 교차하는 방향으로 배치될 수 있다. 이러한 버스 리본(145)은, 서로 인접하는 태양 전지 스트링들을 연결하거나, 태양 전지 스트링 또는 태양 전지 스트링들을 전류의 역류를 방지하는 정션 박스(미도시)에 연결할 수 있다. 버스 리본(145)의 물질, 형상, 연결 구조 등은 다양하게 변형될 수 있고, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0018] 밀봉재(130)는, 태양 전지(150)의 전면에 위치하는 제1 밀봉재(131)와, 태양 전지(150)의 후면에 위치하는 제2 밀봉재(132)를 포함할 수 있다. 제1 밀봉재(131)와 제2 밀봉재(132)는 태양 전지(150)에 악영향을 미칠 수 있는 수분이나 산소를 차단하며, 태양 전지 패널(100)의 각 요소들이 화학적으로 결합할 수 있도록 한다. 후면 기판(200), 제2 밀봉재(132), 태양 전지(150), 제1 밀봉재(131), 전면 기판(110)을 차례로 위치시킨 상태에서 열 및/또는 압력 등을 가하는 라미네이션 공정에 의하여 태양 전지 패널(100)을 일체화할 수 있다.
- [0019] 이러한 제1 밀봉재(131)와 제2 밀봉재(132)는 에틸렌초산비닐 공중합체 수지(EVA), 폴리비닐부티랄, 규소 수지, 에스테르계 수지, 올레핀계 수지 등이 사용될 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 제1 및 제2 밀봉재(131, 132)는 그 외 다양한 물질을 이용하여 라미네이션 이외의 다른 방법에 의하여 형성될 수 있다. 이때, 제1 및 제2 밀봉재(131, 132)는 광 투과성을 가져 후면 기판(200)을 통하여 입사되는 광 또는 후면 기판(200)에서 반사되는 광 등이 태양 전지(150)에 도달할 수 있도록 한다.
- [0020] 전면 기판(110)은 제1 밀봉재(131) 상에 위치하여 태양 전지 패널(100)의 전면을 구성한다. 전면 기판(110)은 외부의 충격 등으로부터 태양 전지(150)를 보호할 수 있는 강도와 태양광 등의 광을 투과할 수 있는 광 투과성을 가지는 물질로 구성될 수 있다. 일 예로, 전면 기판(110)은 유리 기판 등으로 구성될 수 있다. 이때, 강도를 향상할 수 있도록 전면 기판(110)이 강화 유리 기판으로 구성될 수도 있고, 그 외의 다양한 특성을 향상할 수 있는 다양한 물질을 추가적으로 포함하는 등과 같이 다양한 변형이 가능하다. 또는, 전면 기판(110)이 수지 등으로 구성되는 시트 또는 필름일 수도 있다. 즉, 본 발명이 전면 기판(110)의 물질에 한정되는 것은 아니며, 전면 기판(110)이 다양한 물질로 구성될 수 있다.

- [0021] 후면 기판(200)은 제2 밀봉재(132) 상에 위치하여 태양 전지(150)의 후면에서 태양 전지(150)를 보호하는 층으로서, 방수, 절연 및 자외선 차단 기능을 할 수 있다.
- [0022] 후면 기판(200)은 외부의 충격 등으로부터 태양 전지(150)를 보호할 수 있는 강도를 가질 수 있으며, 원하는 태양 전지 패널(100)의 구조에 따라 광을 투과하거나 반사하는 특성을 가질 수 있다. 일 예로, 후면 기판(200)을 통하여 광이 입사되도록 하는 구조에서는 후면 기판(200)이 투광성 물질을 가질 수 있고, 후면 기판(200)을 통하여 광이 반사되도록 하는 구조에서는 후면 기판(200)이 비투광성 물질 또는 반사 물질 등으로 구성될 수 있다. 일 예로, 후면 기판(200)은 유리와 같은 기판 형태로 구성될 수도 있고, 필름 또는 시트 등의 형태로 구성될 수 있다. 예를 들어, 후면 기판(200)이 TPT(Tedlar/PET/Tedlar) 타입이거나, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)의 적어도 일면에 형성된 폴리불화비닐리덴(poly vinylidene fluoride, PVDF) 수지 등으로 구성될 수 있다. 폴리불화비닐리덴은 $(CH_2CF_2)_n$ 의 구조를 지닌 고분자로서, 더블(Double)불소분자 구조를 가지기 때문에, 기계적 성질, 내후성, 내자외선성이 우수하다. 본 발명이 후면 기판(200)의 물질 등에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 도 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지 패널에 포함되는 태양 전지의 일 예를 좀더 상세하게 설명한다.
- [0024] 도 3은 도 1의 태양 전지 패널에 포함되는 태양 전지의 일 예를 도시한 부분 단면도이다.
- [0025] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 태양 전지(150)는, 베이스 영역(10)을 포함하는 반도체 기판(160)과, 반도체 기판(160)에 또는 반도체 기판(160) 위에 형성되는 도전형 영역(20, 30)과, 도전형 영역(20, 30)에 연결되는 전극(42, 44)을 포함한다. 여기서, 도전형 영역(20, 30)은 제1 도전형을 가지는 제1 도전형 영역(20)과 제2 도전형을 가지는 제2 도전형 영역(30)을 포함할 수 있고, 전극(42, 44)은 제1 도전형 영역(20)에 연결되는 제1 전극(42)과 제2 도전형 영역(30)에 연결되는 제2 전극(44)을 포함할 수 있다. 그리고 태양 전지(150)는 제1 패시베이션막(22), 반사 방지막(24), 제2 패시베이션막(32) 등을 더 포함할 수 있다. 이를 좀더 상세하게 설명한다.
- [0026] 반도체 기판(160)은 결정질 반도체로 구성될 수 있다. 일 예로, 반도체 기판(160)은 단결정 또는 다결정 반도체(일 예로, 단결정 또는 다결정 실리콘)로 구성될 수 있다. 특히, 반도체 기판(160)은 단결정 반도체(예를 들어, 단결정 반도체 웨이퍼, 좀더 구체적으로는, 단결정 실리콘 웨이퍼)로 구성될 수 있다. 이와 같이 반도체 기판(160)이 단결정 반도체(예를 들어, 단결정 실리콘)로 구성되면, 태양 전지(150)가 결정성이 높아 결함이 적은 결정질 반도체로 구성되는 반도체 기판(160)을 기반으로 하게 된다. 이에 따라 태양 전지(150)가 우수한 전기적 특성을 가질 수 있다.
- [0027] 반도체 기판(160)의 전면 및/또는 후면은 텍스처링(texturing)되어 요철을 가질 수 있다. 요철은, 일 예로, 외면이 반도체 기판(160)의 (111)면으로 구성되며 불규칙한 크기를 가지는 피라미드 형상을 가질 수 있다. 이와 같은 텍스처링에 의해 반도체 기판(160)의 전면 등에 요철이 형성되어 표면 거칠기가 증가되면, 반도체 기판(160)의 전면 등을 통하여 입사되는 광의 반사율을 낮출 수 있다. 따라서 베이스 영역(10)과 제1 도전형 영역(20)에 의하여 형성된 pn 접합까지 도달하는 광량을 증가시킬 수 있어, 광 손실을 최소화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 반도체 기판(160)의 전면 및 후면에 텍스처링에 의한 요철이 형성되지 않는 것도 가능하다.
- [0028] 반도체 기판(160)은 제2 도전형 도펀트를 상대적으로 낮은 도핑 농도로 포함하여 제2 도전형을 가지는 베이스 영역(10)을 포함할 수 있다. 일 예로, 베이스 영역(10)은 제1 도전형 영역(20)보다 반도체 기판(160)의 전면으로부터 좀더 멀리, 또는 후면에 좀더 가까이 위치할 수 있다. 그리고 베이스 영역(10)은 제2 도전형 영역(30)보다 반도체 기판(160)의 전면에 좀더 가까이, 후면으로부터 좀더 멀리 위치할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 베이스 영역(10)의 위치가 달라질 수 있음은 물론이다.
- [0029] 여기서, 베이스 영역(10)은 제2 도전형 도펀트를 포함하는 결정질 반도체로 구성될 수 있다. 일 예로, 베이스 영역(10)은 제2 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 또는 다결정 반도체(일 예로, 단결정 또는 다결정 실리콘)로 구성될 수 있다. 특히, 베이스 영역(10)은 제2 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 반도체(예를 들어, 단결정 반도체 웨이퍼, 좀더 구체적으로는, 단결정 실리콘 웨이퍼)로 구성될 수 있다.
- [0030] 제2 도전형은 n형 또는 p형일 수 있다. 베이스 영역(10)이 n형을 가지는 경우에는 베이스 영역(10)이 5족 원소인 인(P), 비소(As), 비스무스(Bi), 안티몬(Sb) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다. 베이스 영역(10)이 p형을 가지는 경우에는 베이스 영역(10)이 3족 원소인 보론(B), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다.

- [0031] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 베이스 영역(10) 및 제2 도전형 도펀트가 다양한 물질로 구성될 수 있다.
- [0032] 일 예로, 베이스 영역(10)은 n형일 수 있다. 그러면, 베이스 영역(10)과 pn 접합을 이루는 제1 도전형 영역(20)이 p형을 가지게 된다. 이러한 pn 접합에 광이 조사되면 광전 효과에 의해 생성된 전자가 반도체 기판(160)의 후면 쪽으로 이동하여 제2 전극(44)에 의하여 수집되고, 정공이 반도체 기판(160)의 전면 쪽으로 이동하여 제1 전극(42)에 의하여 수집된다. 이에 의하여 전기 에너지가 발생한다. 그러면, 전자보다 이동 속도가 느린 정공이 반도체 기판(160)의 후면이 아닌 전면으로 이동하여 변환 효율이 향상될 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 베이스 영역(10) 및 제2 도전형 영역(30)이 p형을 가지고 제1 도전형 영역(20)이 n형을 가지는 것도 가능하다.
- [0033] 반도체 기판(160)의 전면 쪽에는 베이스 영역(10)과 반대되는 제1 도전형을 가지는 제1 도전형 영역(20)이 형성될 수 있다. 제1 도전형 영역(20)은 베이스 영역(10)과 pn 접합을 형성하여 광전 변환에 의하여 캐리어를 생성하는 에미터 영역을 구성한다.
- [0034] 본 실시예에서는 제1 도전형 영역(20)이 반도체 기판(160)의 일부를 구성하는 도핑 영역으로 구성될 수 있다. 이에 의하여 제1 도전형 영역(20)이 제1 도전형 도펀트를 포함하는 결정질 반도체로 구성될 수 있다. 일 예로, 제1 도전형 영역(20)이 제1 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 또는 다결정 반도체(일 예로, 단결정 또는 다결정 실리콘)로 구성될 수 있다. 특히, 제1 도전형 영역(20)은 제1 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 반도체(예를 들어, 단결정 반도체 웨이퍼, 좀더 구체적으로는, 단결정 실리콘 웨이퍼)로 구성될 수 있다. 이와 같이 제1 도전형 영역(20)이 반도체 기판(160)의 일부를 구성하면 베이스 영역(10)과 제1 도전형 영역(20)의 접합 특성을 향상할 수 있다.
- [0035] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제1 도전형 영역(20)이 반도체 기판(160)의 위에서 반도체 기판(160)과 별개로 형성될 수 있다. 이 경우에 제1 도전형 영역(20)은 반도체 기판(160) 위에 쉽게 형성될 수 있도록 반도체 기판(160)과 다른 결정 구조를 가지는 반도체층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 영역(20)은 증착 등의 다양한 방법에 의하여 쉽게 제조될 수 있는 비정질 반도체, 미세 결정 반도체, 또는 다결정 반도체(일 예로, 비정질 실리콘, 미세 결정 실리콘, 또는 다결정 실리콘) 등에 제1 도전형 도펀트를 도핑하여 형성될 수 있다. 그 외의 다양한 변형이 가능하다.
- [0036] 제1 도전형은 p형 또는 n형일 수 있다. 제1 도전형 영역(20)이 p형을 가지는 경우에는 제1 도전형 영역(20)이 3족 원소인 보론(B), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다. 제1 도전형 영역(20)이 n형을 가지는 경우에는 제1 도전형 영역(20)이 5족 원소인 인(P), 비소(As), 비스무스(Bi), 안티몬(Sb) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다. 일 예로, 제1 도전형 영역(20)은 보론이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 물질이 제1 도전형 도펀트로 사용될 수 있다.
- [0037] 도면에서는 제1 도전형 영역(20)이 전체적으로 균일한 도핑 농도를 가지는 균일한 구조(homogeneous structure)를 가지는 것을 예시하였다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 다른 실시예로, 도 4에 도시한 바와 같이 제1 도전형 영역(20)이 선택적 구조(selective structure)를 가질 수 있다.
- [0038] 도 4를 참조하면, 선택적 구조를 가지는 제1 도전형 영역(20)은 제1 전극(42)에 인접하여 형성되어 이에 접촉 형성되는 제1 부분(20a)과, 제1 부분(20a) 이외의 부분에 형성되는 제2 부분(20b)을 포함할 수 있다.
- [0039] 제1 부분(20a)은 높은 도핑 농도를 가져 상대적으로 낮은 저항을 가지고, 제2 부분(20b)은 제1 부분(20a)보다 낮은 도핑 농도를 가져 상대적으로 높은 저항을 가질 수 있다. 그리고 제1 부분(20a)의 두께를 제1 부분(20a)보다 두껍게 할 수 있다. 즉, 제1 부분(20a)의 정션 깊이(junction depth)가 제2 부분(20b)의 정션 깊이보다 클 수 있다.
- [0040] 이와 같이, 본 실시예에서는 광이 입사되는 제1 전극(42) 이외의 부분에는 상대적으로 높은 저항의 제2 부분(20b)을 형성하여 얇은 에미터(shallow emitter)를 구현한다. 이에 의하여 태양 전지(150)의 전류 밀도를 향상할 수 있다. 이와 함께, 제1 전극(42)에 인접하는 부분에 상대적으로 낮은 저항의 제1 부분(20a)을 형성하여 제1 전극(42)과의 접촉 저항을 저감시킬 수 있다. 이에 의하여 효율을 최대화할 수 있다.
- [0041] 제1 도전형 영역(20)의 구조, 형상 등으로는 그 외에도 다양한 구조, 형상 등이 적용될 수 있다.
- [0042] 다시 도 3을 참조하면, 반도체 기판(160)의 후면 쪽에는 베이스 영역(10)과 동일한 제2 도전형을 가지되, 베

스 영역(10)보다 높은 도핑 농도로 제2 도전형 도펀트를 포함하는 제2 도전형 영역(30)이 형성될 수 있다. 제2 도전형 영역(30)은 후면 전계(back surface field)를 형성하여 반도체 기판(160)의 표면(좀더 정확하게는, 반도체 기판(160)의 후면)에서 재결합에 의하여 캐리어가 손실되는 것을 방지하는 후면 전계 영역을 구성한다.

[0043] 본 실시예에서는 제2 도전형 영역(30)이 반도체 기판(160)의 일부를 구성하는 도핑 영역으로 구성될 수 있다. 이에 의하여 제2 도전형 영역(30)이 제2 도전형 도펀트를 포함하는 결정질 반도체로 구성될 수 있다. 일 예로, 제2 도전형 영역(30)이 제2 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 또는 다결정 반도체(일 예로, 단결정 또는 다결정 실리콘)로 구성될 수 있다. 특히, 제2 도전형 영역(30)은 제2 도전형 도펀트를 포함하는 단결정 반도체(예를 들어, 단결정 반도체 웨이퍼, 좀더 구체적으로는, 단결정 실리콘 웨이퍼)로 구성될 수 있다. 이와 같이 제2 도전형 영역(30)이 반도체 기판(160)의 일부를 구성하면 베이스 영역(10)과 제2 도전형 영역(30)의 접합 특성을 향상할 수 있다.

[0044] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제2 도전형 영역(30)이 반도체 기판(160)의 위에서 반도체 기판(160)과 별개로 형성될 수 있다. 이 경우에 제2 도전형 영역(30)은 반도체 기판(160) 위에 쉽게 형성될 수 있도록 반도체 기판(160)과 다른 결정 구조를 가지는 반도체층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제2 도전형 영역(30)은 증착 등의 다양한 방법에 의하여 쉽게 제조될 수 있는 비정질 반도체, 미세 결정 반도체, 또는 다결정 반도체(일 예로, 비정질 실리콘, 미세 결정 실리콘, 또는 다결정 실리콘) 등에 제2 도전형 도펀트를 도핑하여 형성될 수 있다. 그 외의 다양한 변형이 가능하다.

[0045] 제2 도전형은 n형 또는 p형일 수 있다. 제2 도전형 영역(30)이 n형을 가지는 경우에는 제2 도전형 영역(30)이 5족 원소인 인(P), 비소(As), 비스무스(Bi), 안티몬(Sb) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다. 제2 도전형 영역(30)이 p형을 가지는 경우에는 제2 도전형 영역(30)이 3족 원소인 보론(B), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체로 이루어질 수 있다. 일 예로, 제2 도전형 영역(30)은 인이 도핑된 단결정 또는 다결정 반도체일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 물질이 제2 도전형 도펀트로 사용될 수 있다. 그리고 제2 도전형 영역(30)의 제2 도전형 도펀트는 베이스 영역(10)의 제2 도전형 도펀트와 동일한 물질일 수도 있고, 이와 다른 물질일 수도 있다.

[0046] 본 실시예에서 제2 도전형 영역(30)이 전체적으로 균일한 도핑 농도를 가지는 균일한 구조(homogeneous structure)를 가지는 것을 예시하였다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 다른 실시예로, 제2 도전형 영역(30)이 선택적 구조(selective structure)를 가질 수 있다. 선택적 구조에서는 제2 도전형 영역(30) 중에서 제2 전극(44)과 인접한 부분에서 높은 도핑 농도, 큰 정션 깊이 및 낮은 저항을 가지며, 그 외의 부분에서 낮은 도핑 농도, 작은 정션 깊이 및 높은 저항을 가질 수 있다. 제2 도전형 영역(30)의 선택적 구조는 도 4에 도시한 제1 도전형 영역(20)의 선택적 구조와 동일 또는 유사하므로, 도 4를 참조하여 설명한 선택적 구조의 제1 도전형 영역(20)에 관한 설명이 제2 도전형 영역(30)에 적용될 수 있다. 또 다른 실시예로, 도 4에 도시한 바와 같이, 제2 도전형 영역(30)이 국부적 구조(local structure)를 가질 수 있다.

[0047] 도 4를 참조하면, 국부적 구조를 가지는 제2 도전형 영역(30)이 제2 전극(44)과 연결되는 부분에서 국부적으로 형성되는 제1 부분(30a)으로 구성될 수 있다. 그러면, 제2 전극(44)과 연결되는 부분에서는 제2 도전형 영역(30)이 위치하여 제2 전극(44)과의 접촉 저항을 저감하여 충밀도(fill factor, FF) 특성이 우수하게 유지될 수 있다. 그리고 제2 전극(44)과 연결되지 않는 부분에서는 도핑 영역으로 구성되는 제2 도전형 영역(30)을 형성하지 않아 도핑 영역에서 발생할 수 있는 재결합을 저감하여 단락 전류 밀도(short-circuit current, J_{sc}) 및 개방 전압을 향상할 수 있다. 또한, 제2 도전형 영역(30)이 형성되지 않는 부분에서 내부 양자 효율(internal quantum efficiency, IQE)이 우수한 값을 가지므로 장파장의 광에 대한 특성이 매우 우수하다. 따라서, 도핑 영역이 전체적으로 형성된 균일한 구조 및 선택적 구조에 비하여 장파장의 광에 대한 특성을 크게 향상할 수 있다. 이와 같이 국부적 구조의 제2 도전형 영역(30)은 태양 전지(150)의 효율에 관계되는 충밀도, 단락 전류 밀도 및 개방 전압을 모두 우수하게 유지하여 태양 전지(150)의 효율을 향상할 수 있다.

[0048] 제2 도전형 영역(30)의 구조로는 이 외에도 다양한 구조가 적용될 수 있다.

[0049] 다시 도 3을 참조하면, 반도체 기판(160)의 전면 위에, 좀더 정확하게는, 반도체 기판(160)에 또는 이 위에 형성된 제1 도전형 영역(20) 위에 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)이 차례로 형성되고, 제1 전극(42)이 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)을 관통하여(즉, 개구부(102)를 통하여) 제1 도전형 영역(20)에 전기적으로 연결(좀더 구체적으로는, 접촉)된다.

[0050] 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)은 제1 전극(42)에 대응하는 개구부(102)를 제외하고 실질적으로 반도체

체 기관(160)의 전면 전체에 형성될 수 있다.

- [0051] 제1 패시베이션막(22)은 제1 도전형 영역(20)에 접촉하여 형성되어 제1 도전형 영역(20)의 표면 또는 벌크 내에 존재하는 결함을 부동화 시킨다. 이에 의하여 소수 캐리어의 재결합 사이트를 제거하여 태양 전지(150)의 개방 전압(Voc)을 증가시킬 수 있다. 반사 방지막(24)은 반도체 기관(160)의 전면으로 입사되는 광의 반사율을 감소 시킨다. 이에 의하여 반도체 기관(160)의 전면을 통해 입사되는 광의 반사율이 낮추는 것에 의하여 베이스 영역(10)과 제1 도전형 영역(20)에 의하여 형성된 pn 접합까지 도달되는 광량을 증가시킬 수 있다. 이에 따라 태양 전지(150)의 단락 전류(Isc)를 증가시킬 수 있다. 이와 같이 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)에 의해 태양 전지(150)의 개방 전압과 단락 전류를 증가시켜 태양 전지(150)의 효율을 향상할 수 있다.
- [0052] 제1 패시베이션막(22)은 다양한 물질로 형성될 수 있다. 일례로, 패시베이션막(22)은 실리콘 질화막, 수소를 포함한 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 실리콘 산화 질화막, 알루미늄 산화막, MgF_2 , ZnS, TiO_2 및 CeO_2 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가질 수 있다. 일 예로, 제1 패시베이션막(22)은, 제1 도전형 영역(20)이 n형을 가지는 경우에는 고정 양전하를 가지는 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 등을 포함할 수 있으며, 제1 도전형 영역(20)이 p형을 가지는 경우에는 고정 음전하를 가지는 알루미늄 산화막 등을 포함할 수 있다.
- [0053] 반사 방지막(24)은 다양한 물질로 형성될 수 있다. 일례로, 반사 방지막(24)은 실리콘 질화막, 수소를 포함한 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 실리콘 산화 질화막, 알루미늄 산화막, MgF_2 , ZnS, TiO_2 및 CeO_2 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가질 수 있다. 일 예로, 반사 방지막(24)은 실리콘 질화물을 포함할 수 있다.
- [0054] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)이 다양한 물질을 포함할 수 있음은 물론이다. 그리고 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24) 중 어느 하나가 반사 방지 역할 및 패시베이션 역할을 함께 수행하여 다른 하나가 구비되지 않는 것도 가능하다. 또는, 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24) 이외의 다양한 막이 반도체 기관(160) 위에 형성될 수도 있다. 그 외에도 다양한 변형이 가능하다.
- [0055] 제1 전극(42)은 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)에 형성된 개구부(102)를 통하여(즉, 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)을 관통하여) 제1 도전형 영역(20)에 전기적으로 연결된다. 이러한 제1 전극(42)은 전기 전도도가 우수한 물질(일 예로, 금속) 등으로 구성될 수 있다. 제1 전극(42)은 광을 투과할 수 있도록 패턴을 가지면서 형성될 수 있는데, 구체적인 형상에 대해서는 도 9 및 도 10을 참조하여 추후에 다시 설명한다.
- [0056] 반도체 기관(160)의 후면 위에, 좀더 정확하게는 반도체 기관(160)에 형성된 제2 도전형 영역(30) 위에 제2 패시베이션막(32)이 형성되고, 제2 전극(44)이 제2 패시베이션막(32)을 관통하여(즉, 개구부(104)를 통하여) 제2 도전형 영역(30)에 전기적 연결(일 예로, 접촉)된다.
- [0057] 제2 패시베이션막(32)은 제2 전극(44)에 대응하는 개구부(104)를 제외하고 실질적으로 반도체 기관(160)의 후면 전체에 형성될 수 있다.
- [0058] 제2 패시베이션막(32)은 제2 도전형 영역(30)에 접촉하여 형성되어 제2 도전형 영역(30)의 표면 또는 벌크 내에 존재하는 결함을 부동화 시킨다. 이에 의하여 소수 캐리어의 재결합 사이트를 제거하여 태양 전지(150)의 개방 전압(Voc)을 증가시킬 수 있다.
- [0059] 제2 패시베이션막(32)은 다양한 물질로 형성될 수 있다. 일례로, 제2 패시베이션막(32)은 실리콘 질화막, 수소를 포함한 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 실리콘 산화 질화막, 알루미늄 산화막, MgF_2 , ZnS, TiO_2 및 CeO_2 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가질 수 있다. 일 예로, 제2 패시베이션막(32)은, 제2 도전형 영역(30)이 n형을 가지는 경우에는 고정 양전하를 가지는 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 등을 포함할 수 있으며, 제2 도전형 영역(30)이 p형을 가지는 경우에는 고정 음전하를 가지는 알루미늄 산화막 등을 포함할 수 있다.
- [0060] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제2 패시베이션막(32)이 다양한 물질을 포함할 수 있음은 물론이다. 또는, 제2 패시베이션막(32) 이외의 다양한 막이 반도체 기관(160)의 후면 위에 형성될 수도 있다. 그 외에도 다양한 변형이 가능하다.
- [0061] 제2 전극(44)은 제2 패시베이션막(32)에 형성된 개구부(104)를 통하여 제2 도전형 영역(30)에 전기적으로 연결

된다. 이러한 제2 전극(44)은 전기 전도도가 우수한 물질(일 예로, 금속) 등으로 구성될 수 있다. 제2 전극(44)은 광을 투과할 수 있도록 패턴을 가지면서 형성될 수 있는데, 구체적인 형상에 대해서는 추후에 다시 설명한다.

[0062] 이와 같이 본 실시예에서는 태양 전지(150)의 제1 및 제2 전극(42, 44)이 일정한 패턴을 가져 태양 전지(150)가 반도체 기판(160)의 전면 및 후면으로 광이 입사될 수 있는 양면 수광형(bi-facial) 구조를 가진다. 이에 의하여 태양 전지(150)에서 사용되는 광량을 증가시켜 태양 전지(150)의 효율 향상에 기여할 수 있다.

[0063] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제2 전극(44)이 반도체 기판(160)의 후면 쪽에서 전체적으로 형성되는 구조를 가지는 것도 가능하다. 또한, 제1 및 제2 도전형 영역(20, 30), 그리고 제1 및 제2 전극(42, 44)이 반도체 기판(160)의 일면(일 예로, 후면) 쪽에 함께 위치하는 것도 가능하며, 제1 및 제2 도전형 영역(20, 30) 중 적어도 하나가 반도체 기판(160)의 양면에 걸쳐서 형성되는 것도 가능하다. 즉, 상술한 태양 전지(150)는 일 예로 제시한 것에 불과할 뿐, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0064] 상술한 태양 전지(150)는 배선재(142)에 의하여 이웃한 태양 전지(150)와 전기적으로 연결되는데, 이에 대해서는 도 1 및 도 2와 함께 도 5를 참조하여 좀더 상세하게 설명한다.

[0065] 도 5는 도 1의 태양 전지 패널(100)에서 배선재(142)에 의하여 연결되는 제1 태양 전지(151)와 제2 태양 전지(152)를 개략적으로 도시한 사시도이다. 도 5에서 태양 전지(150)는 반도체 기판(160)과 전극(42, 44) 위주로 간략하게 도시하였다. 그리고 도 6은 도 1에 도시한 태양 전지(150)의 전극(42, 44)에 부착되기 전의 배선재(142)를 도시한 사시도 및 단면도이고, 도 7은 도 1에 도시한 태양 전지(150)의 전극(42, 44)의 패드부(도 9 또는 도 10의 참조부호 422)에 부착된 배선재(142)를 도시한 단면도이다. 그리고 도 8은 도 5의 VIII-VIII 선에 따른 개략적인 단면도이다. 간략한 도시 및 설명을 위하여 도 7에서는 패드부(422) 및 배선재(142)만을 도시하였다. 도 8에서는 제1 태양 전지(151)와 제2 태양 전지(152)를 연결하는 배선재(142)를 위주로 도시하였다.

[0066] 도 5에 도시한 바와 같이, 복수 개의 태양 전지(150) 중에서 서로 이웃한 두 개의 태양 전지(150)(일 예로, 제1 태양 전지(151)와 제2 태양 전지(152))가 배선재(142)에 의하여 연결될 수 있다. 이때, 배선재(142)는, 제1 태양 전지(151)의 전면에 위치한 제1 전극(42)과 제1 태양 전지(151)의 일측(도면의 좌측 하부)에 위치하는 제2 태양 전지(152)의 후면에 위치한 제2 전극(44)을 연결한다. 그리고 다른 배선재(1420a)가 제1 태양 전지(151)의 후면에 위치한 제2 전극(44)과 제1 태양 전지(151)의 다른 일측(도면의 우측 상부)에 위치할 다른 태양 전지의 전면에 위치한 제1 전극(42)을 연결한다. 그리고 또 다른 배선재(1420b)가 제2 태양 전지(152)의 전면에 위치한 제1 전극(42)과 제2 태양 전지(152)의 일측(도면의 좌측 하부)에 위치할 또 다른 태양 전지의 후면에 위치한 제2 전극(44)을 연결한다. 이에 의하여 복수 개의 태양 전지(150)가 배선재(142, 1420a, 1420b)에 의하여 서로 하나의 열을 이루도록 연결될 수 있다. 이하에서 배선재(142)에 대한 설명은 서로 이웃한 두 개의 태양 전지(150)를 연결하는 모든 배선재(142)에 각기 적용될 수 있다.

[0067] 본 실시예에서 배선재(142)는, 제1 태양 전지(151)의 전면에서 제1 전극(42)(좀더 구체적으로는, 제1 전극(42)의 버스바 라인(42b))에 연결되면서 제1 가장자리(161)로부터 이에 반대되는 제2 가장자리(162)를 향해 길게 이어지는 제1 부분(1421)과, 제2 태양 전지(152)의 후면에서 제2 전극(44)(좀더 구체적으로는, 제2 전극(44)의 버스바 라인(44b))에 연결된 상태로 제1 가장자리(161)로부터 이에 반대되는 제2 가장자리(162)를 향해 길게 이어지는 제2 부분(1422)과, 제1 태양 전지(151)의 제2 가장자리(162)의 전면으로부터 제2 태양 전지(152)의 후면까지 연장되어 제1 부분(1421)과 제2 부분(1422)을 연결하는 제3 부분(1423)을 포함할 수 있다. 이에 의하여 배선재(142)가 제1 태양 전지(151)의 일부 영역에서 제1 태양 전지(151)를 가로지른 후에 제2 태양 전지(152)의 일부 영역에서 제2 태양 전지(152)를 가로질러 위치할 수 있다. 이와 같이 배선재(142)가 제1 및 제2 태양 전지(151, 152)보다 작은 폭을 가지면서 제1 및 제2 태양 전지(151, 152)의 일부(일 예로, 버스바 전극(42b))에 대응하는 부분에서만 형성되어 작은 면적에 의해서도 제1 및 제2 태양 전지(151, 152)를 효과적으로 연결할 수 있다.

[0068] 일 예로, 배선재(142)는 제1 및 제2 전극(42, 44)에서 버스바 라인(42b) 위에서 버스바 라인(42b)에 접촉하면서 버스바 라인(42b)을 따라 길게 이어지도록 배치될 수 있다. 이에 의하여 배선재(142)와 제1 및 제2 전극(42, 44)이 연속적으로 접촉되도록 하여 전기적 연결 특성을 향상할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 버스바 라인(42b)을 구비하지 않는 것도 가능하며 이 경우에는 배선재(142)가 핑거 라인(42a)과 교차하는 방향으로 복수 개의 핑거 라인(42a)을 가로질러 복수 개의 핑거 전극(42a)에 접촉 및 연결되도록 배치될 수도 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0069] 각 태양 전지(150)의 일면을 기준으로 볼 때 배선재(142)는 복수 개 구비되어 이웃한 태양 전지(150)의 전기적 연결 특성을 향상할 수 있다. 특히, 본 실시예에서는 배선재(142)가 기존에 사용되던 상대적으로 넓은 폭(예를 들어, 1mm 내지 2mm)을 가지는 리본보다 작은 폭을 가지는 와이어로 구성되어, 각 태양 전지(150)의 일면 기준으로 기존의 리본의 개수(예를 들어, 2개 내지 5개)보다 많은 개수의 배선재(142)를 사용한다.
- [0070] 본 실시예에서 배선재(142)는, 도 6에 도시한 바와 같이, 코어층(142a)을 포함하고, 코어층(142a)의 표면에 얇은 두께로 코팅된 코팅층(142b)을 포함할 수 있다. 코어층(142a)은 우수한 전기 전도도를 가지는 와이어 등으로 구성되어 전류를 실질적으로 전달하고, 코팅층(142b)은 코어층(142a)을 보호하거나 배선재(142)의 부착 특성을 향상하는 등의 다양한 역할을 할 수 있다. 일 예로, 코팅층(142b)은 솔더 물질을 포함하여, 열에 의하여 용융되어 배선재(142)를 쉽게 전극(42, 44)에 부착하는 역할을 할 수 있다. 그러면, 별도의 접착제 등을 사용하지 않고 전극(42, 44)에 배선재(142)를 위치한 후에 열을 가하는 것에 의하여 솔더링(soldering)에 의하여 배선재(142)를 전극(42, 44)에 쉽게 부착할 수 있다. 이에 의하여 태빙(tabbing) 공정을 단순화할 수 있다.
- [0071] 이때, 태빙 공정은 배선재(142)에 플럭스를 도포하고 플럭스가 도포된 배선재(142)를 전극(42, 44) 위에 위치시킨 다음 열을 가하는 것에 의하여 수행될 수 있다. 플럭스는 솔더링을 방해하는 산화막의 형성을 방지하기 위한 것으로, 반드시 사용되어야 하는 것은 아니다.
- [0072] 코어층(142a)은 우수한 전기 전도도를 가질 수 있는 물질(예를 들어, 금속, 좀더 구체적으로, Ni, Cu, Ag, Al을 주요 물질(일 예로, 50wt% 이상 포함되는 물질, 좀더 구체적으로 90wt% 이상 포함되는 물질)로 포함할 수 있다. 코팅층(142b)이 솔더 물질을 포함하는 경우에 코팅층(142b)은 Pb, Sn, SnIn, SnBi, SnPb, SnPbAg, SnCuAg, SnCu 등의 물질을 주요 물질로 포함할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 코어층(142a) 및 코팅층(142b)이 다양한 물질을 포함할 수 있다.
- [0073] 다른 예로, 배선재(142)는 별도의 도전성 접착체를 사용하여 전극(42, 44)에 부착될 수도 있다. 이 경우에 배선재(142)는 코팅층(142b)을 구비할 수도 있고 구비하지 않을 수도 있다. 도전성 접착체로, 에폭시계 합성 수지 또는 실리콘계 합성 수지에, Ni, Al, Ag, Cu, Pb, Sn, SnIn, SnBi, SnP, SnPbAg, SnCuAg, SnCu 등의 도전성 입자(conductive particle)이 포함되는 물질로서, 액상의 형태로 존재하다가 열을 가하면 열경화되는 물질일 수 있다. 이러한 도전성 접착체를 사용하는 경우에는, 전극(42, 44) 위에 도전성 접착체를 위치시키고 그 위에 배선재(142)를 위치시킨 후에 열을 가하거나, 배선재(142)의 표면에 도전성 접착체를 도포 또는 위치시킨 후에 이를 전극(42, 44) 위에 놓고 열을 가하는 것에 의하여, 배선재(142)를 전극(42, 44)에 부착할 수 있다.
- [0074] 이와 같이 기존의 리본보다 작은 폭을 가지는 와이어를 배선재(142)로 사용하면 재료 비용을 크게 절감할 수 있다. 그리고 배선재(142)가 리본보다 작은 폭을 가지므로 배선재(142)를 충분한 개수로 구비하여 캐리어의 이동 거리를 최소화함으로써 태양 전지 패널(100)의 출력을 향상할 수 있다.
- [0075] 또한, 본 실시예에 따른 배선재(142)를 구성하는 와이어는 원형, 타원형, 또는 곡선으로 이루어진 단면 또는 라운드진 단면을 가져 반사 또는 난반사를 유도할 수 있다. 이에 의하여 배선재(142)를 구성하는 와이어의 라운드진 면에서 반사된 광이 태양 전지(150)의 전면 또는 후면에 위치한 전면 기판(110) 또는 후면 기판(200) 등에 반사 또는 전반사되어 태양 전지(150)로 재입사되도록 할 수 있다. 이에 의하여 태양 전지 패널(100)의 출력을 효과적으로 향상할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 배선재(142)를 구성하는 와이어가 사각형 등의 다각형의 형상을 가질 수 있으며 그 외의 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [0076] 본 실시예에서 배선재(142)는 폭(W1)이 250um 내지 500um일 수 있다. 이러한 폭을 가지는 와이어 형태의 배선재(142)에 의해서 태양 전지(150)에서 생성한 전류를 외부 또는 또 다른 태양 전지(150)로 효율적으로 전달할 수 있다. 본 실시예에서는 배선재(142)가 별도의 층, 필름 등에 삽입되지 않은 상태로 태양 전지(150)의 전극(42, 44) 위에 각기 개별적으로 위치하여 고정될 수 있다. 이에 따라 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 미만이면, 배선재(142)의 강도가 충분하지 않을 수 있고, 전극(42, 44)의 연결 면적이 매우 적어 전기적 연결 특성이 좋지 않고 부착력이 낮을 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 500um를 초과하면, 배선재(142)의 비용이 증가하고 배선재(142)가 태양 전지(150)의 전면으로 입사되는 광의 입사를 방해하여 광 손실(shading loss)이 증가할 수 있다. 또한, 배선재(142)에서 전극(42, 44)과 이격되는 방향으로 가해지는 힘이 커져 배선재(142)와 전극(42, 44) 사이의 부착력이 낮을 수 있고 전극(42, 44) 또는 반도체 기판(160)에 균열 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 일 예로, 배선재(142)의 폭(W1)은 350um 내지 450um(특히, 350um 내지 400um)일 수 있다. 이러한 범위에서 전극(42, 44)과의 부착력을 높이면서 출력을 향상할 수 있다.
- [0077] 여기서, 태빙 공정 이전에 배선재(142)에서 코팅층(142b)의 두께(T2)가 코어층(142a)의 폭의 10% 이하(일 예로,

20um 이하, 예를 들어, 7um 내지 20um)로 작은 편이다. 이때, 코팅층(142b)의 두께가 7um 미만이면 태빙 공정이 원활하게 이루어지지 않을 수 있다. 그리고 코팅층(142b)의 두께가 20um를 초과하면 재료 비용이 증가하고 코어층(142a)의 폭이 작아져서 배선재(142)의 강도가 저하될 수 있다. 그리고 태빙 공정에 의하여 배선재(142)가 태양 전지(150)에 부착된 이후에는, 도 7에 도시한 바와 같이, 코팅층(142b)이 흘러내려서 배선재(142)와 태양 전지(150) 사이(좀더 정확하게는, 배선재(142)와 전극(42, 44)의 패드부(422) 사이)에 두껍게 위치하고 코어층(142a)의 다른 표면 위에서는 더욱 얇게 위치하게 된다. 그리고 배선재(142)와 태양 전지(150) 사이에 위치한 부분은 배선재(142)의 코어층(142a)의 직경과 같거나 그보다 큰 폭(W7)을 가질 수 있다. 배선재(142)와 전극(42, 44)의 패드부(422) 사이에서 코팅층(142b)의 두께(T1)가 11um 내지 21um의 두께로 위치할 수 있고 코어층(142a)의 다른 부분에서의 표면에서 코팅층(142b)의 두께(T2)가 2um 이하(일 예로, 0.5um 내지 1.5um)의 아주 얇은 두께를 가질 수 있다. 이를 고려하여, 본 명세서에서 배선재(142)의 폭(W1)이라 함은, 배선재(142)의 중심을 지나면서 태양 전지(150)의 두께 방향과 수직인 면에서 코어층(142a)의 폭 또는 직경을 의미할 수 있다. 이때, 코어층(142a)의 중심에 위치한 부분에서 코팅층(142b)이 매우 얇은 두께를 가지므로 코팅층(142b)가 배선재(142)의 폭에 큰 의미를 가지지 않기 때문에, 배선재(142)의 폭(W1)이 코어층(142a)의 중심을 지나면서 태양 전지(150)의 두께 방향과 수직인 면에서의 코어층(142a) 및 코팅층(142b)의 폭의 합 또는 직경을 의미할 수도 있다.

[0078] 이와 같이 와이어 형태의 배선재(142)를 구비하면 출력 향상의 효과를 나타낼 수 있다. 그런데, 본 실시예에서는 종래보다 얇은 폭을 가지는 배선재(142)를 사용하여 이웃한 태양 전지(150)를 전기적으로 연결하므로, 배선재(142)와 전극(42, 44)의 부착 면적이 적어 부착력이 충분하지 않을 수 있다. 더욱이 배선재(142)가 원형, 타원형 또는 곡선을 가지는 라운드진 단면을 구비하게 되면, 전극(42, 44)과의 부착 면적이 더 작아지므로 전극(42, 44)과의 부착력이 높지 않을 수 있다. 또한, 배선재(142)가 원형, 타원형 또는 곡선을 가지는 라운드진 단면을 구비하면 상대적으로 배선재(142)의 두께가 커져 태양 전지(150) 또는 반도체 기판(160)이 좀더 쉽게 휠 수 있다.

[0079] 특히, 제1 태양 전지(151)와 제2 태양 전지(152)의 사이에서는 배선재(142)가 제1 태양 전지(151)의 전면 위에서 제2 태양 전지(152)의 후면 위까지 연결되어야 하는데, 이 부분에서 배선재(142)가 휠 수 있다. 즉, 도 8에 도시한 바와 같이, 배선재(142)의 제1 부분(1421)은 제1 태양 전지(151)의 제1 전극(42) 위에서 이에 부착(일 예로, 접착)된 상태를 유지하고 배선재(142)의 제2 부분(1422)은 제2 태양 전지(152)의 제2 전극(44) 위에서 이에 부착(일 예로, 접착)된 유지하게 된다. 배선재(142)의 제3 부분(1423)은 상술한 제1 부분(1421)과 상술한 제2 부분(1422)이 꺾이지 않도록 연결하여야 한다. 이에 따라 제3 부분(1423)은 제1 태양 전지(151)의 가장자리 부근에서 제1 태양 전지(151)와 일정 거리를 가지도록 전면 쪽으로 볼록한 호 형상을 가지도록 휘어지는 부분(1423a)과, 상술한 부분(1423a)과 변곡점을 가지면서 연결되며 제2 태양 전지(152)의 가장자리 부근에서 제2 태양 전지(152)와 일정한 거리를 가지도록 후면 쪽으로 볼록한 호 형상을 가지도록 휘어지는 부분(1423b)을 포함할 수 있다.

[0080] 이와 같이 제3 부분(1423)의 휘어지는 부분(1423a, 1423b)은 제1 부분(1421) 또는 제2 부분(1422)과의 연결 부분(즉, 제1 태양 전지(151)의 가장자리 부분 또는 제2 태양 전지(152)의 가장자리 부분)에서 제1 또는 제2 태양 전지(151, 152)로부터 점점 멀어지는 방향으로 향하는 부분을 구비하게 된다. 이에 따라 태양 전지(150)의 가장자리 부분에서 배선재(142)가 전극(42, 44)으로부터 멀리 떨어지는 방향으로 힘을 받게 된다.

[0081] 제1 부분(1421)과 제3 부분(1423)의 경계 또는 제2 부분(1422)과 제3 부분(1423)의 경계(즉, 배선재(142)와 전극(42, 44)이 마지막으로 연결되는 부분)가 태양 전지(150)의 가장자리에서 가까워질수록 호의 곡률 반경이 작아진다. 이에 따라 태양 전지(150)의 가장자리에 인접한 배선재(142)가 태양 전지(150)로부터 멀어지는 방향으로 받는 힘이 커지게 되고, 배선재(142)와 전극(42, 44)의 부착력이 저하될 수 있다. 이에 따라 본 실시예에서와 같이 와이어 형태의 배선재(142)를 구비하는 경우에는 배선재(142)가 연결되는 부분에서 전극(42, 44)의 단부와 태양 전지(150)의 가장자리 사이가 일정 거리 이상으로 이격되어야 충분한 결합력 또는 부착력을 가지면서 배선재(142)와 전극(42, 44)이 부착될 수 있다.

[0082] 이를 고려하여 본 실시예에서는 태양 전지(150)의 전극(42, 44)을 형성하는데, 이를 도 9 및 도 10을 참조하여 상세하게 설명한다. 이하에서는 도 9 및 도 10을 참조하여 제1 전극(42)을 기준으로 상세하게 설명한 후에 제2 전극(44)을 설명한다.

[0083] 도 9는 도 1의 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지와 이에 연결된 배선재를 도시한 평면도이다. 도 10은 도 1의 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지를 도시한 평면도이다.

- [0084] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 실시예에서 태양 전지(150)(또는 반도체 기관(160))이 전극 영역(EA)과 예지 영역(PA)으로 구획될 수 있다. 이때, 태양 전지(150)(또는 반도체 기관(160))은 일 예로, 핑거 라인(42a)과 평행한 제1 및 제2 가장자리(161, 162)와, 핑거 라인(42a)에 교차(일 예로, 직교 또는 경사지게 교차)하는 제3 및 제4 가장자리(163, 164)를 구비할 수 있다. 제3 및 제4 가장자리(163, 164)는 각기 제1 및 제2 가장자리(161, 162)와 실질적으로 직교하며 제3 또는 제4 가장자리(163, 164)의 대부분을 차지하는 중앙부(163a, 164a)와, 중앙부(163a, 164a)에서 경사지게 제1 및 제2 가장자리(161, 162)에 각각 연결되는 경사부(163b, 163b)를 포함할 수 있다. 이에 의하여, 일 예로, 평면으로 볼 때 태양 전지(150)가 대략적인 팔각형의 형상을 가질 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 태양 전지(150)의 평면 형상이 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [0085] 본 실시예에서 전극 영역(EA)은 서로 평행하게 형성되는 핑거 라인(42a)이 균일한 피치(P)로 배치되는 영역일 수 있다. 그리고 예지 영역(PA)은 핑거 라인(42a)이 위치하지 않거나 전극 영역(EA)의 핑거 라인(42a)의 밀도보다 낮은 밀도로 전극부가 위치하는 영역일 수 있다. 본 실시예에서는 예지 영역(PA)에 제1 전극(42)의 전극부가 위치하지 않는 것을 예시하였다.
- [0086] 본 실시예에서 전극 영역(EA)은 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)를 기준으로 구획되는 복수 개의 전극 영역(EA)을 구비할 수 있다. 좀더 구체적으로, 전극 영역(EA)은 이웃한 두 개의 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142) 사이에 위치한 제1 전극 영역(EA1)과, 배선재(142)와 태양 전지(150)의 제3 및 제4 가장자리(163, 164) 사이에 각기 위치한 두 개의 제2 전극 영역(EA2)을 포함할 수 있다. 본 실시예에서 배선재(142)가 태양 전지(150)의 일면을 기준으로 복수 개(일 예로, 6개 이상) 구비되므로 제1 전극 영역(EA1)이 복수 개(즉, 배선재(142)의 개수보다 하나 적은 개수)로 구비될 수 있다.
- [0087] 이때, 제1 전극 영역(EA1)의 폭(W2)이 제2 전극 영역(EA2)의 폭(W3)보다 작을 수 있다. 본 실시예에서는 배선재(142) 또는 버스바 라인(42b)이 많은 개수로 구비된다. 따라서, 제2 전극 영역(EA2)의 폭(W3)을 상대적으로 크게 하여야 제3 또는 제4 가장자리(163, 164)의 경사부(163b, 164b)가 제2 전극 영역(EA2) 내에 위치하도록 할 수 있고, 이에 의하여 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)가 제3 또는 제4 가장자리(163, 164)에 위치하지 않을 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 제1 전극 영역(EA1)의 폭(W2)과 제2 전극 영역(EA)의 폭(W3)이 다양한 값을 가질 수 있다.
- [0088] 본 실시예에서 버스바 라인(42b) 및 배선재(142) 각각이 균일한 피치를 가지면서 배치되므로, 복수의 제1 전극 영역(EA1)의 폭(W2)이 서로 실질적으로 동일할 수 있다. 이에 의하여 캐리어가 균일한 평균 이동 거리를 가지면서 이동할 수 있어 캐리어의 수집 효율을 향상할 수 있다.
- [0089] 그리고 예지 영역(PA)은, 배선재(142)가 위치하는 부분에 대응하며 핑거 전극들(42a) 사이에 위치하는 제1 예지 영역(PA1)과, 제1 예지 영역(PA1) 이외의 부분으로 최외곽 핑거 전극(42a)과 반도체 기관(160)의 제1 내지 제4 가장자리(161, 162, 163, 164) 사이에서 일정한 거리만큼 이격되는 제2 예지 영역(PA2)을 포함할 수 있다. 제1 예지 영역(PA1)은 배선재(142)가 위치한 부분에서 태양 전지(150)의 가장자리에 인접한 부분에서 각기 위치할 수 있다. 제1 예지 영역(PA1)은 배선재(142)가 충분한 결합력으로 제1 전극(42)에 부착될 수 있도록 제1 전극(42)의 단부를 태양 전지(150)의 가장자리로부터 이격하여 위치한 영역이다.
- [0090] 제1 전극(42)은 전극 영역(EA) 내에서 각기 일정한 폭(W5) 및 피치(P)를 가지면서 서로 이격되는 복수의 핑거 라인(42a)을 포함할 수 있다. 도면에서는 핑거 라인(42a)이 서로 평행하며 태양 전지(150)의 메인 가장자리(특히, 제1 및 제2 가장자리)와 평행한 것을 예시하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0091] 일 예로, 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a)은 35 μ m 내지 120 μ m의 폭(W5)을 가질 수 있다. 그리고 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a)은 1.2mm 내지 2.8mm의 피치(P)를 가질 수 있고, 핑거 라인(42a)과 교차하는 방향에서 핑거 라인(42a)의 개수가 55개 내지 130개일 수 있다. 이러한 폭(W5) 및 피치(P)는 쉬운 공정 조건에 의하여 형성될 수 있으며 광전 변환에 의하여 생성된 전류를 효과적으로 수집하면서도 핑거 라인(42a)에 의한 셰이딩 손실(shading loss)를 최소화하도록 한정된 것이다. 그리고 핑거 라인(42a)의 두께가 5 μ m 내지 50 μ m일 수 있다. 이러한 핑거 라인(42a)의 두께는 공정 시에 쉽게 형성할 수 있고 원하는 비저항을 가질 수 있는 범위일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 핑거 라인(42a)의 폭, 피치, 두께 등은 공정 조건의 변화, 태양 전지(150)의 크기, 핑거 라인(42a)의 구성 물질 등에 따라 다양하게 변화될 수 있다.
- [0092] 이때, 배선재(142)의 폭(W1)은 핑거 라인(42a)의 피치(P)보다 작을 수 있고, 핑거 라인(42a)의 폭보다 클 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 변형이 가능하다.
- [0093] 그리고 제1 전극(42)은 전극 영역(EA) 내에서 핑거 라인들(42a)과 교차하는 방향으로 형성되어 핑거 라인(42a)

을 연결하는 버스바 라인(42b)을 포함할 수 있다. 일 예로, 버스바 라인(42b)은 제1 가장자리(161)에 인접한 부분으로부터 제2 가장자리에 인접한 부분까지 연속적으로 형성될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 버스바 라인(42b)은 이웃한 태양 전지(150)와의 연결을 위한 배선재(142)가 위치하는 부분에 대응하도록 위치할 수 있다. 이러한 버스바 라인(42b)은 배선재(142)에 일대일 대응하도록 구비될 수 있다. 이에 따라 본 실시예에서 태양 전지(150)의 일면을 기준으로 버스바 라인(42b)이 배선재(142)와 동일한 개수로 구비될 수 있다. 본 실시예에서 버스바 라인(42b)은 배선재(142)과 인접한 부분에 위치하며 핑거 라인(42a)과 직교 또는 경사진 방향으로 형성되며 배선재(142)에 연결 또는 접촉하는 전극부들을 의미할 수 있다.

[0094] 버스바 라인(42b)은, 배선재(142)가 연결되는 방향을 따라 상대적으로 좁은 폭을 가지면서 길게 이어지는 라인부(421)와, 라인부(421)보다 넓은 폭을 가져 배선재(142)와의 연결 면적을 증가시키는 패드부(422)를 구비할 수 있다. 좁은 폭의 라인부(421)에 의하여 태양 전지(150)로 입사하는 광을 막는 면적을 최소화할 수 있고, 넓은 폭의 패드부(422)에 의하여 배선재(142)와 버스바 라인(42b)의 부착력을 향상하고 접촉 저항을 줄일 수 있다. 그리고 버스바 라인(42b)은 제1 에지 영역(PA1)에 인접한 핑거 라인(42a)의 단부에 연결되어 전극 영역(EA)과 제1 에지 영역(PA1)을 구획하는 테두리부(423)를 포함할 수 있다.

[0095] 패드부(422)는, 라인부(421)의 단부(즉, 제1 전극(42)과 배선부(142)가 연결된 부분)의 단부에 위치하는 제1 패드부(422a)와, 제1 패드부(422a)를 제외하여 버스바 라인(42b)의 내부 영역에 위치하는 제2 패드부(422b)를 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이 라인부(421)의 단부 또는 제1 패드부(422a)에서는 배선재(142)에 제1 전극(42)으로부터 멀어지는 방향(반도체 기판(160)과 멀어지는 방향)으로 힘이 작용될 수 있다. 이에 따라 해당 영역에서 제1 패드부(422a)의 면적을 제2 패드부(422b)보다 크게 하여 배선재(142)와 제1 전극(42)이 강한 부착력을 가지도록 할 수 있다. 이때, 제1 패드부(422a)의 폭을 제2 패드부(422b)의 폭보다 크게 하여도 배선재(142)와의 부착력을 향상하는 데에는 크게 기여하기 어려우므로, 제1 패드부(422a)의 길이(배선재(142)의 길이 방향으로 측정된 길이)(L1)를 제2 패드부(422b)의 길이(배선재(142)의 길이 방향으로 측정된 길이)(L2)보다 크게 할 수 있다.

[0096] 패드부(422)의 폭(좁더 구체적으로, 제1 패드부(422a) 및 제2 패드부(422b) 각각의 폭)은 라인부(421) 및 핑거 라인(42a)의 폭보다 클 수 있다. 버스바 라인(42b)의 피치는 핑거 라인(42a)의 피치보다 클 수 있다.

[0097] 본 실시예에서 배선재(142)에 대응하도록 버스바 라인(42b)의 라인부(421)가 구비되는 것을 예시하였다. 좀더 구체적으로, 기존에는 배선재(142)에 대응하여 핑거 라인(42a)보다 매우 큰 폭을 가지는 버스바 전극이 위치하였는데, 본 실시예에서는 폭이 버스바 전극보다 매우 작은 버스바 라인(42b)의 라인부(421)가 위치한다. 본 실시예에서 라인부(421)는 복수의 핑거 라인(42a)을 연결하여 일부 핑거 라인(42a)이 단선될 경우 캐리어가 우회할 수 있는 경로를 제공할 수 있다.

[0098] 본 명세서에서 버스바 전극은 리본에 대응하도록 핑거 라인에 교차하는 방향으로 형성되며 핑거 라인의 폭의 12배 이상(보통 15배 이상)의 폭을 가지는 전극부를 지칭한다. 버스바 전극은 상대적으로 큰 폭을 가지므로 보통 2개 정도 3개의 개수로 형성된다. 그리고 본 실시예에서의 버스바 라인(42b)의 라인부(421)는 배선재(142)에 대응하도록 핑거 라인(42a)과 교차하는 방향으로 형성되며 핑거 라인(42a)의 폭의 10배 이하의 폭을 가지는 전극부를 지칭할 수 있다.

[0099] 일 예로, 라인부(421)의 폭(W4)이 핑거 라인(42a)의 폭(W5)의 0.5배 내지 10배일 수 있다. 상기 비율이 0.5배 미만이면, 라인부(421)의 폭이 적어져 라인부(421)에 의한 효과가 충분하지 않을 수 있다. 상기 비율이 10배를 초과하면, 라인부(421)의 폭이 커져서 광 손실이 커질 수 있다. 특히, 본 실시예에서는 배선재(142)를 많은 개수로 구비하므로 라인부(421) 또한 많은 개수로 구비되어 광 손실이 더 커질 수 있다. 좀더 구체적으로는, 라인부(421)의 폭(W4)이 핑거 라인(42a)의 폭(W5)의 0.5배 내지 7배일 수 있다. 상기 비율을 7배 이하로 하여 광 손실을 좀더 줄일 수 있다. 일 예로, 광 손실을 참조하면 라인부(421)의 폭(W4)이 핑거 라인(42a)의 폭(W5)의 0.5배 내지 4배일 수 있다. 좀더 구체적으로 라인부(421)의 폭(W4)이 핑거 라인(42a)의 폭(W5)의 0.5배 내지 2배일 수 있다. 이러한 범위에서 태양 전지(150)의 효율을 크게 향상할 수 있다.

[0100] 또는, 라인부(42b)의 폭(W4)이 배선재(142)의 폭(W1)과 같거나 이보다 작을 수 있다. 배선재(142)가 원형, 타원형 또는 라운드진 형상을 가지는 경우에 배선재(142)의 하부에서 라인부(42b)에 접촉하는 폭 또는 면적이 크지 않으므로, 라인부(42b)의 폭(W4)을 배선재(142)의 폭(W1)과 같거나 이보다 작게 할 수 있기 때문이다. 이와 같이 라인부(42b)의 폭(W4)을 상대적으로 작게 하면 제1 전극(42)의 면적을 줄여 제1 전극(42)의 재료 비용을 절감할 수 있다.

- [0101] 일 예로, 배선재(142)의 폭(W1) : 라인부(42b)의 폭(W4)의 비율이 1:0.07 내지 1:1일 수 있다. 상기 비율이 1:0.07 미만이면, 라인부(42b)의 폭이 너무 적어 전기적 특성 등이 저하될 수 있다. 상기 비율이 1:1을 초과하면, 라인부(42b)과의 접촉 특성 등을 크게 향상하지 못하면서 제1 전극(42)의 면적만을 늘려 광 손실 증가, 재료 비용 증가 등의 문제가 있다. 일 예로, 광 손실, 재료 비용 등을 좀더 고려하면, 상기 비율이 1:0.1 내지 1:0.5(좀더 구체적으로 1:0.1 내지 1:0.3)일 수 있다.
- [0102] 또는, 라인부(421)의 폭(W4)이 35um 내지 350um일 수 있다. 라인부(421)의 폭(W4)이 35um 미만이면, 라인부(42b)의 폭이 너무 적어 전기적 특성 등이 저하될 수 있다. 라인부(421)의 폭(W4)이 350um를 초과하면, 라인부(42b)과의 접촉 특성 등을 크게 향상하지 못하면서 제1 전극(42)의 면적만을 늘려 광 손실 증가, 재료 비용 증가 등의 문제가 있다. 일 예로, 광 손실, 재료 비용 등을 좀더 고려하면, 라인부(421)의 폭(W4)이 35um 내지 200um(좀더 구체적으로 35um 내지 120um)일 수 있다.
- [0103] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 라인부(421)의 폭(W4)은 광전 변환에 의하여 생성된 전류를 효과적으로 전달하면서도 셰이딩 손실을 최소화하는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다.
- [0104] 그리고 패드부(422)의 폭(W6)은 라인부(421)의 폭(W4)보다 크고, 배선재(142)의 폭(W1)과 같거나 그보다 클 수 있다. 패드부(422)는 배선재(142)와의 접촉 면적을 늘려 배선재(142)와의 부착력을 향상하기 위한 부분이므로, 라인부(421)보다 큰 폭을 가지고 배선재(142)와 같거나 이보다 큰 폭을 가지는 것이다.
- [0105] 일 예로, 배선재(142)의 폭(W1) : 패드부(422)의 폭(W6)의 비율이 1:1 내지 1:5일 수 있다. 상기 비율이 1:1 미만이면, 패드부(422)의 폭(W6)이 충분하지 않아 패드부(422)와 배선재(142)의 부착력이 충분하지 않을 수 있다. 상기 비율이 1:5를 초과하면, 패드부(422)에 의하여 광이 손실되는 면적이 늘어나서 셰이딩 손실이 클 수 있다. 부착력, 광 손실 등을 좀더 고려하면, 상기 비율이 1:2 내지 1:4(좀더 구체적으로 1:2.5 내지 1:4)일 수 있다.
- [0106] 또는, 일 예로, 패드부(422)의 폭(W6)이 0.25mm 내지 2.5mm일 수 있다. 패드부(422)의 폭(W6)이 0.25mm 미만이면, 배선재(142)와의 접촉 면적이 충분하지 않아 패드부(422)와 배선재(142)의 부착력이 충분하지 않을 수 있다. 패드부(422)의 폭(W6)이 2.5mm를 초과하면, 패드부(422)에 의하여 광이 손실되는 면적이 늘어나서 셰이딩 손실이 클 수 있다. 일 예로, 패드부(422)의 폭(W6)이 0.8mm 내지 1.5mm일 수 있다.
- [0107] 그리고 패드부(422)의 길이(L1, L2)는 핑거 라인(42a)의 폭보다 클 수 있다. 예를 들어, 패드부(422)의 길이(L1, L2)가 0.035mm 내지 30mm일 수 있다. 패드부(422)의 길이(L1, L2)가 0.035mm 미만이면, 배선재(142)와의 접촉 면적이 충분하지 않아 패드부(422)와 배선재(142)의 부착력이 충분하지 않을 수 있다. 패드부(422)의 길이가 30mm를 초과하면, 패드부(422)에 의하여 광이 손실되는 면적이 늘어나서 셰이딩 손실이 클 수 있다.
- [0108] 이때, 좀더 큰 힘이 가해지는 제1 패드부(422a)의 길이(L1)가 제2 패드부(422b)의 길이(L2)보다 클 수 있다. 좀더 구체적으로는, 제1 패드부(422a)의 길이(L1)가 0.4mm 내지 30mm일 수 있고, 광 손실을 좀더 고려하여 제1 패드부(422a)의 길이(L1)가 0.4mm 내지 3.2mm일 수 있다. 제2 패드부(422b)의 길이(L2)가 0.035mm 내지 1mm일 수 있고, 좀더 구체적으로는 0.4mm 내지 1mm일 수 있다. 이에 의하여 큰 힘이 가해지는 제1 패드부(422a)에 의한 부착력을 더 많이 향상하고, 제2 패드부(422b)의 면적을 줄여 광 손실, 재료 비용 등을 절감할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 패드부(422a)의 폭이 제2 패드부(422b)의 폭보다 클 수도 있다. 또는, 제1 패드부(422a)의 폭 및 길이 각각이 제2 패드부(422b)의 폭 및 길이 각각보다 클 수도 있다.
- [0109] 또는, 일 예로, 핑거 라인(42a)의 폭(W5) : 패드부(422)의 길이(L1, L2)의 비율이 1:1.1 내지 1:20일 수 있다. 이러한 범위 내에서 패드부(422)와 배선재(142)의 부착 면적을 증가시켜 패드부(422a)와 배선재(142)의 부착력을 향상할 수 있다.
- [0110] 또는, 일 예로, 배선재(142)의 폭(W1) : 패드부(422)의 길이(L1, L2)의 비율이 1:1 내지 1:10일 수 있다. 상기 비율이 1:1 미만이면, 패드부(422)의 길이(L1, L2)가 충분하지 않아 패드부(422)와 배선재(142)의 부착력이 충분하지 않을 수 있다. 상기 비율이 1:10를 초과하면, 패드부(422)에 의하여 광이 손실되는 면적이 늘어나서 셰이딩 손실이 클 수 있다. 부착력, 광 손실 등을 좀더 고려하면, 상기 비율이 1:3 내지 1:6일 수 있다.
- [0111] 하나의 버스바 라인(42b)에서 패드부(422)는 6개 내지 24개(일 예로, 12개 내지 22개) 배치될 수 있다. 복수 개의 패드부(422)는 간격을 두고 배치될 수도 있다. 일 예로, 2개 내지 10개의 핑거 라인(42a)마다 하나씩 위치할 수 있다. 이에 의하면 버스바 라인(42b)과 배선재(142)의 접촉 면적이 증가하는 부분을 규칙적으로 구비하여 버스바 라인(42b)과 배선재(142)와의 부착력을 향상할 수 있다. 또는, 두 개의 패드부(422) 사이의 거리가 서로

다른 값을 가지도록 복수 개의 패드부(422)가 배치될 수 있다. 특히, 다른 부분(즉, 버스바 라인(42b)의 중앙 부분)보다 큰 힘이 작용하는 버스바 라인(42b)의 단부에서 패드부(422)가 높은 밀도로 배치될 수 있다. 그 외의 다양한 변형이 가능하다.

[0112] 도 7을 다시 참조하면, 배선재(142)의 폭(W1) : 패드부(422)에 인접한 부분에서 코팅층(142b)(배선재(142)와 패드부(422)를 부착하기 위하여 별도의 접착층(일 예로, 솔더링층)이 위치하는 경우에 패드부(422) 사이에 위치하는 접착층)의 폭(W7)의 비율이 1:1 내지 1:3.33일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상기 비율이 다양한 값을 가질 수 있다.

[0113] 그리고 패드부(422)의 폭이 패드부(422)에 인접한 부분에서 코팅층(142b)의 폭(W7)과 같거나 그보다 클 수 있다. 일 예로, 패드부(422)에 인접한 부분에서 코팅층(142b)의 폭(W7) : 패드부(422)의 폭(W6)의 비율이 1:1 내지 1:4.5일 수 있다. 상기 비율이 1:1 미만이면, 배선재(142)와 패드부(422)의 접촉 특성이 우수하지 않을 수 있다. 상기 비율이 1:4.5를 초과하면, 패드부(422)의 면적이 커져 광 손실이 증가하고 제조 비용이 증가할 수 있다.

[0114] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 패드부(422)의 폭(W6) 및 길이(L1, L2)가 배선재(142)와의 접촉 면적을 증가시켜 배선재(142)와의 부착력을 향상할 수 있는 범위 내에서 다양한 값을 가질 수 있다. 또한, 패드부(422)를 별도로 구비하지 않는 것도 가능하다.

[0115] 다시 도 9를 참조하면, 버스바 라인(42b)은 라인부(421)의 단부에 연결되며 전극 영역(EA)과 제1 에지 영역(PA1)을 구획하는 테두리부(423)를 포함할 수 있다. 테두리부(423)는 제1 에지 영역(PA1)에 인접한 핑거 라인(42a)의 단부를 연결할 수 있다. 테두리부(423)를 구비하면 제1 에지 영역(PA1)에 인접한 핑거 라인(42a)의 일부에 단선 등이 있는 경우에 캐리어가 흐르는 경로를 제공하는 역할을 한다.

[0116] 테두리부(423)가 태양 전지(150)의 제1 또는 제2 가장자리(161, 162) 쪽으로 향하면서 제1 에지 영역(PA1)의 폭이 점진적으로 넓어지도록 핑거 라인(42a) 및 버스바 라인(42b)에 경사지게 배치될 수 있다. 일 예로, 제1 에지 영역(PA1)이 대략적인 삼각형의 형상을 가질 수 있고, 제1 에지 영역(PA1)을 구획하는 두 개의 테두리부(423)가 대략적인 "V자 형상"을 가질 수 있다. 이에 의하여 제1 에지 영역(PA1)에 인접한 두 개의 전극 영역(EA)에서 핑거 라인(42a)의 외측 단부들이 점점 멀어지도록 배치될 수 있다. 그리고 제1 에지 영역(PA1)은 두 개의 전극 영역(EA) 사이에서 태양 전지(150)의 제1 또는 제2 가장자리(161, 162)에 가까워질수록 폭이 넓어지는 형상을 가질 수 있다. 이에 의하여 제1 에지 영역(PA1)에 인접한 전극 영역(EA)의 단부의 폭이 다른 부분보다 작을 수 있다. 일 예로, 제1 에지 영역(PA1)이 이등변 삼각형의 형상을 가질 수 있고, 각각의 전극 영역(EA)은 대략적인 팔각형 형상을 가질 수 있다.

[0117] 이에 의하여 배선재(142)가 테두리부(423)에 부착되지 않으면서 제1 에지 영역(PA1) 내에 안정적으로 위치할 수 있다. 본 실시예에서 다른 태양 전지(150)에 연결되지 않는 배선재(142)의 일단부(도 9의 상부 단부)가 라인부(421)의 일단부(도 9의 상부 단부)를 지나 제1 에지 영역(PA1)의 내부까지 연장되어 배선재(142)의 단부가 라인부(421)의 일단부와 이에 인접한 태양 전지(160)의 가장자리(즉, 제1 가장자리(161)) 사이에 위치하는 제1 에지 영역(PA1) 내부에 위치할 수 있다. 이에 의하여 배선재(142)를 라인부(421)의 일단부에 안정적으로 고정할 수 있고 제1 패드부(422a)에 의한 충분한 부착력으로 제1 전극(42)에 고정할 수 있다. 반면, 배선재(142)의 일단부가 라인부(421)의 단부에 위치하게 하거나 라인부(421)의 일단부에 도달하지 않게 되면, 배선재(142)의 일단부가 라인부(421)의 일단부에 위치한 제1 패드부(422a)에 안정적으로 부착되지 않을 수 있다. 또는, 배선재(142)가 제2 에지 영역(PA2)까지 연장되면 불필요한 쇼트 등의 문제가 발생할 수 있다.

[0118] 그리고 배선재(142)의 타단부(도 9의 하부 단부)는 라인부(421)의 타단부 및 제1 에지 영역(PA1) 및 제2 에지 영역(PA)을 지나 이웃한 태양 전지(150)의 버스바 라인(42b)에 연결된다.

[0119] 일 예로, 제1 에지 영역(PA1)에서 제1 에지 영역(PA1) 내에 위치한 배선재(142)의 길이가 배선재(142)가 위치하지 않은 부분의 길이보다 길 수 있다. 즉, 제1 에지 영역(PA1)의 길이(L3) : 제1 에지 영역(PA1)의 길이(L4)의 비율이 1:0.5 내지 1:1일 수 있다. 그러면, 배선재(142)이 제1 패드부(422a)에 안정적으로 부착될 수 있다. 좀 더 구체적으로는, 제1 에지 영역(PA1)의 길이(L3) : 제1 에지 영역(PA1)의 길이(L4)의 비율이 1:0.6 내지 1:0.9일 수 있다. 이러한 범위 내에서 배선재(142)가 제1 패드부(422a)에 안정적으로 부착되고 제2 에지 영역(PA2)까지 연장되는 것을 방지할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0120] 이때, 배선재(142)는 버스바 라인(42b)에 부착되어 위치하고 제1 에지 영역(PA1) 내에서 태양 전지(150)에 부착되지 않은 상태로 위치할 수 있다. 이는 배선재(142)에서 솔더 물질을 포함하는 코팅층(142b)은 버스바 라인

(42b)(특히, 패드부(422))에는 잘 부착될 수 있지만, 버스바 라인(42b)이 위치하지 않은 부분에서는 부착되기 어렵기 때문이다.

[0121] 최외곽에 위치한 핑거 라인(42a) 사이에 위치한 제1 에지 영역(PA1)의 폭(W8)은 배선재(142)의 폭보다 클 수 있다. 이에 의하여 배선재(142)가 안정적으로 제1 에지 영역(PA1) 내에 위치할 수 있다. 특히, 배선재(142)의 부착 공정 중에 배선재(142)가 제1 에지 영역(PA)에서 좌우로 휘는 경우 등에도 배선재(142)가 제1 에지 영역(PA) 내에 위치하도록 할 수 있다.

[0122] 제1 에지 영역(PA1)의 폭(W8)이 0.73mm 내지 3.8mm일 수 있다. 일 예로, 제1 에지 영역(PA1)의 폭(W8)이 0.73mm 내지 2mm일 수 있다. 또는, 배선재(142)의 폭(W1) : 제1 에지 영역(PA1)의 폭의 비율이 1:1.46 내지 1:15.2(일 예로, 1:1.46 내지 1:5)일 수 있다. 이러한 범위 내에서 안정적으로 배선재(142)가 제1 에지 영역(PA) 내에 위치할 수 있다.

[0123] 또는, 제1 에지 영역(PA1)의 폭(W8)을 L, 에지 거리(D)를 D라 할 때, L과 D가 다음 수학적 식 1을 만족할 수 있다. 여기서, 에지 거리(D)라 함은 제1 전극(42)가 위치하는 부분에서 제1 전극(42)의 단부와 태양 전지(150)의 가장자리(좀더 상세하게는, 제1 또는 제2 가장자리(161, 162)) 사이의 거리를 의미한다.

[0124] <수학적 식 1>

$$[0125] \quad 0.9 \cdot (0.1569 \cdot D + 0.3582) \leq L \leq 1.1 \cdot (0.1569 \cdot D + 0.3582)$$

[0126] (여기서, L의 단위가 mm이고, D의 단위가 mm이다.)

[0127] 이는 에지 거리(D)가 커질수록 배선재(142)가 휘는 등의 현상이 더 많이 나타날 수 있으므로, 에지 거리(D)가 커질수록 제1 에지 영역(PA1)의 폭(W8)을 충분하게 확보하여야 하기 때문이다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0128] 테두리부(423)의 폭은 라인부(421)의 폭보다 작다. 일 예로, 라인부(421)의 폭이 테두리부(423)의 폭의 2배 이상의 값을 가질 수 있다. 그러면, 라인부(421)에서 두 개로 분지되는 부분에서 두 개의 테두리부(423)의 폭의 합이 라인부(421)와 같거나 그보다 작다. 이에 의하여 테두리부(423)의 폭을 최소화하고 라인부(421)와 두 개의 테두리부(423)가 연결되는 부분에서 버스바 라인(42b)의 폭이 넓어지는 것을 방지할 수 있다. 일 예로, 라인부(421)의 폭(W4)이 테두리부(423)의 폭의 2배 내지 10배일 수 있다. 또는, 일 예로, 테두리부(423)의 선평이 35um 내지 120um일 수 있다.

[0129] 또는, 테두리부(423)의 폭이 핑거 라인(42a)보다 작거나 핑거 라인(42a)과 동일 또는 유사할 수 있다. 일 예로, 테두리부(423)의 폭이 핑거 라인(42a)의 폭의 2배 이하(일 예로, 0.5배 내지 2배)일 수 있다. 이에 의하여 테두리부(423)에 의한 효과를 구현하면서 테두리부(423)에 의한 광 손실 증가 등의 문제를 방지할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 테두리부(423)의 폭이 핑거 라인(42a)을 연결하여 전류가 흐를 수 있는 범위의 폭을 가지면 족하다.

[0130] 본 실시예에서 버스바 라인(42b)의 두께가 3um 내지 45um일 수 있다. 이러한 버스바 라인(42b)의 두께는 공정 시에 쉽게 형성할 수 있고 원하는 비저항을 가질 수 있는 범위일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 버스바 라인(42b)의 두께 등은 공정 조건의 변화, 태양 전지(150)의 크기, 버스바 라인(42b)의 구성 물질 등에 따라 다양하게 변화될 수 있다.

[0131] 본 실시예에서 핑거 라인(42a)과 버스바 라인(42b)은 서로 다른 층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 9의 상부 확대원에 도시한 바와 같이, 버스바 라인(42b)을 먼저 형성한 다음 핑거 라인(42a)을 버스바 라인(42b)의 적어도 일부 위에 걸쳐지게 형성할 수 있다. 본 실시예에서 버스바 라인(42b)을 기준으로 하여 일측(예를 들어, 도면의 좌측)에 위치한 핑거 라인(42a)과 타측(예를 들어, 도면의 우측)에 위치한 핑거 라인(42a)이 서로 이격되어 위치한다. 이와 같이 버스바 라인(42b) 위에서 핑거 라인(42a)이 형성되지 않는 부분이 위치하면 핑거 라인(42a)의 형성 시의 제조 비용을 최소화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 핑거 라인(42a)이 버스바 라인(42b)의 전체를 가로 질러 위치하는 것도 가능하다.

[0132] 핑거 라인(42a)과 버스바 라인(42b)은 서로 동일한 물질로 구성될 수도 있고, 다른 물질로 구성될 수 있다. 일 예로, 핑거 라인(42a)과 버스바 라인(42b)이 인쇄로 형성되는 경우에는 버스바 라인(42b)을 형성하기 위한 페이스트가 상대적으로 낮은 점도를 가지고 핑거 라인(42a)을 형성하기 위한 페이스트가 상대적으로 높은 점도를 가질 수 있다. 이에 따라 소성 후 버스바 라인(42b)의 두께보다 핑거 라인(42a)의 두께가 높을 수 있다. 따라서

상술한 바와 같이 버스바 라인(42b)을 먼저 형성한 다음 핑거 라인(42a)을 형성하면 좀더 안정적으로 형성할 수 있다.

- [0133] 일 예로, 핑거 라인(42a)을 형성하기 위한 페이스트의 금속(예를 들어, 은)의 함량이 버스바 라인(42b)을 형성하기 위한 페이스트의 금속(예를 들어, 은)의 함량보다 클 수 있다. 이에 의하여 캐리어 수집에 직접 관련되는 핑거 라인(42a)의 저항을 줄여 캐리어 수집 효율을 향상할 수 있고 버스바 라인(42b)의 금속의 함량을 줄여 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0134] 이때, 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a)이 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24)을 관통하여 형성되고, 버스바 라인(42b)이 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24) 위에 형성될 수 있다. 이 경우에는 개구부(도 3의 참조부호 102)가 버스바 라인(42b)이 위치하지 않은 부분에서 핑거 라인(42a)에 대응하는 형상으로 형성되고, 버스바 라인(42b)이 위치한 부분에는 형성되지 않을 수 있다. 이때, 제1 도전형 영역(20)은 개구부(102)가 형성된 부분에 대응하는 형상을 가질 수 있다. 즉, 제1 도전형 영역(20)이 전극 영역(EA) 내에서 핑거 라인(42a)에 대응하는 형상을 가지도록 형성될 수 있고, 버스바 라인(42b)에 대응하는 부분에는 형성되지 않을 수 있다. 이 경우에, 버스바 라인(42b)을 구성하는 라인부(421), 패드부(422) 및 테두리부(423)가 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24) 위에 형성되고, 이에 대응하는 부분에는 제1 도전형 영역(20)이 형성되지 않을 수 있다. 그러면, 버스바 라인(42b)을 구성하는 라인부(421), 패드부(422) 및 테두리부(423)가 플로팅(floating) 전극으로 구성될 수 있다.
- [0135] 그러나 본 발명이 상술한 바에 한정되는 것은 아니며 핑거 라인(42a)을 먼저 형성한 후에 버스바 라인(42b)을 형성하는 것도 가능하다. 또는, 도 9의 하부 확대원에 도시한 바와 같이, 핑거 라인(42a)과 버스바 라인(42b)이 하나의 공정에 의하여 함께 형성되어 동일한 물질로 구성되는 동일한 층으로 구성될 수도 있다. 그 외의 다양한 변형이 가능하다.
- [0136] 또한, 제1 전극(42)은 핑거 라인(42a)의 단부에 연결되어 제3 및 제4 가장자리(163, 164)에 인접한 부분에서 전극 영역(EA)과 제2 에지 영역(PA2)을 구획하는 테두리 라인(42c)을 포함할 수 있다. 테두리 라인(42c)은 제3 및 제4 가장자리(163, 164)에 인접한 부분에서 제3 및 제4 가장자리(163, 164)와 균일한 간격으로 이격되면서 제3 및 제4 가장자리(163, 164)와 동일 또는 유사한 형상을 가질 수 있다. 이때, 테두리 라인(42c)은 제3 및 제4 가장자리(163, 164)에 인접한 핑거 라인(42a)의 단부들을 연결한다.
- [0137] 제3 및 제4 가장자리(163, 164)와 테두리 라인(42c) 사이, 그리고 제1 및 제2 가장자리(161, 162)와 최외곽 핑거 라인(42a) 사이 각각에 균일한 폭을 가지면서 액자 형상으로 형성되는 제2 에지 영역(PA2)이 위치할 수 있다. 제2 에지 영역(PA2)의 폭(W9)은 0.5mm 내지 1.5mm일 수 있다. 제2 에지 영역(PA2)의 폭(W9)이 0.5mm 미만이면 불필요한 섀트 등의 문제가 발생할 수 있다. 제2 에지 영역(PA2)의 폭이 1.5mm를 초과하면 비유효 영역의 면적이 커져서 태양 전지(150)의 효율이 높지 않을 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 테두리 라인(42c)의 폭은 핑거 라인(42a)과 동일 또는 유사할 수 있다. 핑거 라인(42a)의 폭, 두께, 다른 전극 부분 및 배선재(142)의 관계 등은 테두리 라인(42c)에도 그대로 적용될 수 있다.
- [0139] 본 실시예에서 배선재(142)의 폭(W1)을 W, 배선재(142)가 위치하는 부분에서 제1 전극(42)의 단부와 태양 전지(150)의 가장자리(좀더 상세하게는, 제1 또는 제2 가장자리(161, 162)) 사이의 에지 거리(D)를 D라 할 때, 상기 W 및 상기 D가 다음의 수학적 식 2를 만족할 수 있다.
- [0140] <수학적 식 2>
- [0141]
$$13.732 \cdot \ln(W) - 71.436 - 0.0000321462 \cdot (W)^2 \leq D \leq 13.732 \cdot \ln(W) - 71.436 + 0.0000321462 \cdot (W)^2$$
- [0142] (여기서, W의 단위는 μm 이고, D의 단위는 mm이다.)
- [0144] *앞서 설명한 바와 같이, 배선재(142)가 위치하는 제1 전극(42)의 단부에서는 태양 전지(150)와 멀어지는 방향으로 배선재(142)에 힘이 가해져서 배선재(142)와 제1 전극(42) 사이의 부착력이 저하될 수 있다. 즉, 도 11에 도시한 바와 같이, 배선재(142)의 폭(W1)이 커지면 태양 전지(150) 또는 반도체 기판(160)이 휘는 정도가 더 커진다. 참고로, 도 11에서 300 wire는 배선재(142)의 폭(W1)이 300 μm 인 경우이고, 330 wire는 배선재(142)의 폭(W1)이 330 μm 인 경우이며, 400 wire는 배선재(142)의 폭(W1)이 400 μm 인 것을 의미한다. 이와 같이 배선재(142)의 폭(W1)이 커지면 제1 전극(42)의 단부에서 배선재(142)에 태양 전지(150)와 멀어지는 방향으로 더 큰 힘이

작용하게 되고, 이에 따라 제1 전극(42)과의 부착력이 좀더 작아질 수 있다. 이러한 부착력의 저하를 방지하기 위해서 본 실시예에서는 에지 거리(D)를 충분하게 확보하여 제1 전극(42)에 가해지는 응력을 최소화한다.

- [0145] 즉, 본 발명자들은 배선재(142)의 폭(W1)이 증가할수록 에지 거리(D)가 증가하여야만 배선재(142)와 제1 전극(42)의 부착력이 충분한 값을 가지는 밝혀내고, 배선재(142)의 폭(W1)에 따른 에지 거리(D)의 범위를 수학적 2와 같이 제시한 것이다.
- [0146] 좀더 구체적으로, 본 발명자들은 배선재(142)의 폭(W1)과 에지 거리(D)를 변화시키면서 제1 전극(42)의 단부에서 배선재(142)의 부착력을 측정하였다. 이때, 부착력이 일정 이상의 값(예를 들어, 1.5N 이상(좀더 바람직하게는 2N 이상)의 값)을 가지는 경우를 찾아서 이를 도 12에 엑스(x) 표시로 나타내었다. 그리고 도 12에 도시한 바와 같이 엑스 표시가 위치한 부분을 포함할 수 있도록 배선재(142)의 폭(W1)에 따른 에지 거리(D)의 범위가 포함되는 부분을 찾아서, 에지 거리의 하한선 및 상한선에 대한 상술한 수학적 2를 도출하였다.
- [0147] 이에 따라 배선재(142)의 폭(W1)이 일정한 값을 가질 때 에지 거리(D)가 상술한 수학적 2의 범위 내에 속하게 되면, 와이어 형태를 가지는 배선재(142)가 제1 전극(42)의 단부에 안정적으로 부착된 상태를 유지할 수 있다. 이에 따라 본 실시예에 따르면 와이어 형태를 가지는 배선재(142)를 사용하여 이에 따른 다양한 효과를 구현하면서, 에지 거리(D)를 조절하여 배선재(142)의 부착력을 향상할 수 있다.
- [0148] 이때, 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 내지 500um이므로, 에지 거리(D)가 2.37mm 내지 21.94mm의 값을 가질 수 있다. 좀더 구체적으로, 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 이상, 300um 미만일 때, 에지 거리(D)가 2.37mm 내지 9.78mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 300um 이상, 350um 미만일 때, 에지 거리(D)가 3.99mm 내지 12.94mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 에지 거리(D)가 5.06mm 내지 15.98mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 이상, 450um 미만일 때, 에지 거리(D)가 5.69mm 내지 18.96mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 450um 내지 500um일 때, 에지 거리(D)가 5.94mm 내지 21.94mm일 수 있다. 이러한 범위에서 상술한 수학적 2를 만족하여 우수한 부착력을 가질 수 있다.
- [0149] 일 예로, 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 이상, 300um 미만일 때, 에지 거리(D)가 4mm 내지 9.78mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 300um 이상, 350um 미만일 때, 에지 거리(D)가 6mm 내지 12.94mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 에지 거리(D)가 9mm 내지 15.98mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 이상, 450um 미만일 때, 에지 거리(D)가 10mm 내지 18.96mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 450um 내지 500um일 때, 에지 거리(D)가 12mm 내지 21.94mm일 수 있다. 이러한 범위에서 좀더 안정적으로 충분한 부착력을 가질 수 있다. 특히, 본 실시예에서는 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 에지 거리(D)가 9mm 내지 15.98mm일 수 있다. 그러면 태양 전지 패널(100)의 출력을 최대화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0150] 일 예로, 에지 거리(D)는 제1 전극 영역(EA)의 폭(W2)(즉, 이웃한 두 개의 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142) 사이의 거리 또는 피치)보다 작고 제2 전극 영역(EA)의 폭(W3)(즉, 태양 전지(150)의 가장자리에 인접한 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)와 태양 전지(150)의 가장자리 사이의 거리)보다 작을 수 있다. 이에 의하여 캐리어 수집 효율을 향상할 수 있도록 에지 거리(D)가 한정될 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0151] 이때, 본 실시예에서 배선재(142)가 위치하는 버스바 라인(42b)의 단부에 각기 제1 패드부(422a)가 위치하므로, 제1 패드부(422a)와 태양 전지(150)의 제1 또는 제2 가장자리(161, 162) 사이의 에지 거리(D)가 상술한 수학적 2 및 범위를 만족할 수 있다.
- [0152] 본 발명자는 태양 전지(150)의 일면에 위치하는 배선재(142)의 개수(또는 버스바 라인(42b))의 개수는 배선재(142)의 폭(W1)과 일정한 관계를 가지는 것도 밝혀냈다. 도 13은 배선재(142)의 폭(W1)과 개수를 다르게 하면서 측정된 태양 전지 패널(100)의 출력을 표시한 도면이다. 250um 내지 500um의 폭(W1)을 가지는 배선재(142)가 6개 내지 33개의 구비되면 태양 전지 패널(100)의 출력이 우수한 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이때, 배선재(142)의 폭(W1)이 증가하면 필요한 배선재(142)의 개수를 줄일 수 있음을 알 수 있다.
- [0153] 예를 들어, 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 이상, 300um 미만일 때, 배선재(142)의 개수(태양 전지(150)의 일면을 기준으로 할 때 배선재(142)의 개수)가 15개 내지 33개일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 300um 이상, 350um 미만일 때, 배선재(142)의 개수가 10개 내지 33개일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 배선재(142)의 개수가 8개 내지 33개일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 내지 500um일 때, 배선재(142)의 개수가 6개 내지 33개일 수 있다. 그리고 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상이면, 배선재(142)의 개수가 15개를 초과하여도 태양 전지 패널(100)의 출력이 더 이상 증가하기 어렵다. 그리고 배선재

(142)의 개수가 많아지면 태양 전지(150)에 부담을 줄 수 있다. 이를 고려하여, 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 배선재(142)의 개수가 8개 내지 15개일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 내지 500um일 때, 배선재(142)의 개수가 6개 내지 15개일 수 있다. 이때, 태양 전지 패널(100)의 출력을 좀더 향상하기 위하여 배선재(142)의 개수를 10개 이상(일 예로, 12개 내지 13개)으로 포함할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 배선재(142)의 개수 및 이에 따른 버스바 라인(42b)의 개수가 다른 값을 가질 수 있다.

[0154] 이때, 배선재(142)의 피치(또는 버스바 라인(42b)의 피치)가 4.75mm 내지 26.13mm일 수 있다. 이는 배선재(142)의 폭(W1) 및 개수를 고려한 것이다. 예를 들어, 배선재(142)의 폭(W1)이 250um 이상, 300um 미만일 때, 배선재(142)의 피치가 4.75mm 내지 10.45mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 300um 이상, 350um 미만일 때, 배선재(142)의 피치가 4.75mm 내지 15.68mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 배선재(142)의 피치가 4.75mm 내지 19.59mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 내지 500um일 때, 배선재(142)의 피치가 4.75mm 내지 26.13mm일 수 있다. 좀더 구체적으로, 배선재(142)의 폭(W1)이 350um 이상, 400um 미만일 때, 배선재(142)의 피치가 10.45mm 내지 19.59mm일 수 있다. 배선재(142)의 폭(W1)이 400um 내지 500um일 때, 배선재(142)의 개수가 10.45mm 내지 26.13mm일 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 배선재(142)의 피치 및 이에 따른 버스바 라인(42b)의 피치가 다른 값을 가질 수 있다.

[0155] 본 실시예에서는 제1 전극(42), 배선재(142), 전극 영역(EA), 에지 영역(PA) 등이 좌우 방향(핑거 라인(42a)과 평행한 방향) 및 상하 방향(버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)와 평행한 방향)에서 서로 대칭되도록 위치할 수 있다. 이에 의하여 전류 흐름을 안정적으로 구현할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0156] 상술한 바와같이 버스바 라인(42b)의 일단부(일 예로, 도 9의 상부 단부) 및/또는 타단부(일 예로, 도 9의 하부 단부)와 이에 인접한 태양 전지(150)의 가장자리(즉, 제1 및/또는 제2 가장자리(161, 162)) 사이가 충분한 에지 거리(D)를 가진다. 이에 따라 버스바 라인(42b)의 연장 방향에서 버스바 라인(42b)의 일단부와 타단부 사이의 거리가 버스바 라인(42b)의 연장 방향에서 복수의 핑거 라인(42a) 중 일측 최외각에 위치하는 핑거 라인(도면의 최상측 핑거 라인)(42a)과 타측 최외각에 위치하는 핑거 라인(도면의 최하측 핑거 라인)(42b) 사이의 거리보다 짧게 형성된다. 이에 의하여 에지 거리(D)를 가지는 것에 의한 효과를 충분하게 구현할 수 있다.

[0157] 상술한 설명에서는 도 9 내지 도 13을 참조하여 제1 전극(42)을 위주로 하여 설명하였다. 제2 전극(44)은 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a), 버스바 라인(42b), 테두리 라인(42c)에 각기 대응하는 핑거 라인, 버스바 라인, 테두리 라인을 포함할 수 있다. 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a), 버스바 라인(42b), 테두리 라인(42c)에 대한 내용은 그대로 제2 전극(44)의 핑거 라인, 버스바 라인, 테두리 라인에 적용될 수 있다. 이때, 제1 전극(42)에 관련된 제1 도전형 영역(20)에 대한 설명은, 제2 전극(44)에 관련된 제2 도전형 영역(30)에 대한 설명일 수 있다. 그리고 제1 전극(42)에 관련된 제1 패시베이션막(22) 및 반사 방지막(24), 그리고 개구부(102)에 대한 설명은, 제2 전극(44)에 관련된 제2 패시베이션막(30), 그리고 개구부(104)에 대한 설명일 수 있다.

[0158] 이때, 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a), 버스바 라인(42b)의 라인부(421) 및 패드부(442)의 폭, 피치, 개수 등은 제2 전극(44)의 핑거 라인(44a), 버스바 라인(44b)의 라인부 및 패드부의 폭, 피치, 개수 등과 서로 동일할 수도 있다. 또는, 제1 전극(42)의 핑거 라인(42a), 버스바 라인(42b)의 라인부(421) 및 패드부(442)의 폭, 피치, 개수 등은 제2 전극(44)의 핑거 라인(44a), 버스바 라인(44b)의 라인부 및 패드부의 폭, 피치, 개수 등과 서로 다를 수 있다. 일 예로, 상대적으로 광의 입사가 적은 제2 전극(44)의 전극부의 폭이 이에 대응하는 제1 전극(42)의 전극부의 폭보다 클 수 있고, 제2 전극(44)의 피치가 이에 대응하는 제1 전극(42)의 전극부의 피치보다 작을 수 있다. 그 외의 다양한 변형이 가능하다. 다만, 제1 전극(42)의 버스바 라인(42b)의 개수 및 피치는 각기 제2 전극(44)의 버스바 라인의 개수 및 피치와 동일할 수 있다. 또한, 제1 전극(42)과 제2 전극(44)의 평면 형상이 서로 다른 것도 가능하며, 그 외의 다양한 변형이 가능하다.

[0159] 본 실시예에 따르면, 와이어 형태의 배선재(142)를 사용하여 난반사 등에 의하여 광 손실을 최소화할 수 있고 배선재(142)의 피치를 줄여 캐리어의 이동 경로를 줄일 수 있다. 이에 의하여 태양 전지(150)의 효율 및 태양 전지 패널(100)의 출력을 향상할 수 있다. 이때, 배선재(142)의 폭에 따라 제1 전극(42)의 에지 거리(D)를 한정하여 와이어 형태를 가지는 배선재(142)와 제1 전극(42)의 부착력을 향상할 수 있다. 이에 따라 배선재(142)가 제1 전극(42)으로부터 분리될 때 발생할 수 있는 태양 전지(150)의 손상 등을 방지하여, 태양 전지(150)가 우수한 전기적 특성을 가지고 우수한 신뢰성을 가질 수 있다. 그리고 배선재(142)의 폭(W1)에 따라 배선재(142)의 개수를 한정하여 태양 전지 패널(100)의 출력을 최대화할 수 있다.

[0160] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 전지 및 이를 포함하는 태양 전지 패널을 상

세하게 설명한다. 상술한 설명과 동일 또는 극히 유사한 부분에 대해서는 상술한 설명이 그대로 적용될 수 있으므로 상세한 설명을 생략하고 서로 다른 부분에 대해서만 상세하게 설명한다. 그리고 상술한 실시예 또는 이를 변형한 예와 아래의 실시예 또는 이를 변형한 예들을 서로 결합한 것 또한 본 발명의 범위에 속한다.

- [0161] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 전지의 부분 전면 평면도이다.
- [0162] 도 14를 참조하면, 본 실시예에서 인접한 두 개의 버스바 라인(42b) 사이에 위치하는 핑거 라인(42a)이 연속적으로 이어지지 않고 일부 부분이 단선된 단선부(S)를 구비할 수 있다.
- [0163] 이때, 단선부(S)는 제1 전극 영역(EA1)에 위치한 핑거 라인(42a)에 형성되고, 제2 전극 영역(EA2)에 위치한 핑거 라인(42a)에는 형성되지 않을 수 있다. 제1 전극 영역(EA1)에서는 핑거 라인(42a)이 단선부(S)를 가지더라도 핑거 라인(42a)이 하나의 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)에 연결되므로 전류가 원활하게 흐를 수 있다. 이에 따라 제1 전극 영역(EA1)에서 전류 흐름을 방해하지 않으면서 제1 전극(42)의 면적을 줄일 수 있어 제조 비용을 줄이고 광 손실을 줄일 수 있다. 제2 전극 영역(EA2)에서는 일측에만 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)에 연결되므로 단선부(S)를 구비하지 않아 일측에 위치한 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)까지 전류가 원활하게 흐를 수 있도록 한다.
- [0164] 핑거 라인(42a)의 단선부(S)는 인접한 두 개의 버스바 라인(42b) 사이의 중앙 부분에 위치할 수 있다. 이에 의하여 전류 이동 경로를 최소화할 수 있다.
- [0165] 단선부(S)의 폭은 핑거 라인(42a)의 피치의 0.5배 이상일 수 있고, 버스바 라인(42b)의 피치의 0.5배 이하일 수 있다. 단선부(S)의 폭이 핑거 라인(42a)의 피치의 0.5배 미만이면, 단선부(S)의 폭이 좁아 단선부(S)에 의한 효과가 충분하지 않을 수 있다. 단선부(S)의 폭이 버스바 라인(42b)의 피치의 0.5배를 초과하면, 단선부(S)의 폭이 커져서 전기적 특성이 저하될 수 있다. 일 예로, 단선부(S)의 폭이 1.5mm 내지 1.8mm일 수 있다. 또는, 일 예로, 단선부(S)의 폭이 버스바 라인(42b)의 패드부(422)의 폭(W6)보다 클 수 있다. 이러한 범위 내에서 단선부(S)에 의한 효과를 최대화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 단선부(S)의 폭이 다양한 값을 가질 수 있다.
- [0166] 각 제1 전극 영역(EA1)에서, 버스바 라인(42b)과 평행한 방향에서 측정된 핑거 라인(42a)의 개수에 대하여, 단선부(S)를 구비한 핑거 라인(42a)의 개수의 비율이 0.33배 내지 1배일 수 있다. 이러한 범위 내에서 단선부(S)에 의한 효과를 최대화할 수 있다. 일 예로, 본 실시예에서는 두 개의 이웃한 버스바 라인(42b)을 연결하는 핑거 라인(42a)과 단선부(S)를 구비한 핑거 라인(42a)이 하나씩 교대로 배치된다. 이에 따라 단선부(S)를 충분한 개수로 구비하면서도 캐리어의 평균 이동 거리를 최소화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상술한 개수 비율이 달라질 수 있다.
- [0167] 도면에서는 제1 전극 영역(EA1) 각각에 단선부(S)를 구비한 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수의 제1 전극 영역(EA1) 중 일부에는 단선부(S)가 구비되고, 다른 부분에는 단선부(S)가 구비되지 않을 수 있다. 그리고 도면 및 상술한 설명에서는 제1 전극(42)을 기준으로 도시 및 설명하였으나, 이러한 설명이 제2 전극(44)에 그대로 적용될 수 있다.
- [0168] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 태양 전지의 부분 전면 평면도이다.
- [0169] 도 15를 참조하면, 본 실시예에서 인접한 두 개의 버스바 라인(42b) 사이에 위치하는 핑거 라인(42a)의 선폭이 다른 부분을 포함할 수 있다. 핑거 라인(42a)이 폭이 상대적으로 좁은 협폭부(S1)와 폭이 상대적으로 넓은 광폭부(S2)를 구비할 수 있다.
- [0170] 일 예로, 본 실시예에서는 핑거 라인(42a)이 제1 전극 영역(EA1)에 위치한 핑거 라인(42a)이 협폭부(S1) 및 광폭부(S2)를 포함하고, 제2 전극 영역(EA2)에 위치한 핑거 라인(42a)이 균일한 폭(일 예로, 광폭부(S2)와 동일한 폭)을 가지면서 형성될 수 있다. 제1 전극 영역(EA1)에서는 핑거 라인(42a)이 인접한 두 개의 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)에 연결되므로 전류가 원활하게 흐를 수 있다. 이에 따라 제1 전극 영역(EA1)에서 전류 흐름을 방해하지 않으면서 제1 전극(42)의 협폭부(S1)에 의하여 제1 전극(42)의 면적을 줄일 수 있어 제조 비용을 줄이고 광 손실을 줄일 수 있다. 제2 전극 영역(EA2)에서는 일측에만 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)에 연결되므로 협폭부(S1)를 구비하지 않아 균일한 폭을 가져 일측에 위치한 버스바 라인(42b) 또는 배선재(142)까지 전류가 원활하게 흐를 수 있도록 한다.
- [0171] 본 실시예에서, 핑거 라인(42a)의 협폭부(S1)는 인접한 두 개의 버스바 라인(42b) 사이의 중앙 부분에 위치하고, 두 개의 버스바 라인(42b) 각각으로 향하면서 핑거 라인(42a)의 폭이 점진적으로 커질 수 있다. 이에

의하여 전류 흐름을 원활하게 할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 협폭부(S1) 및 광폭부(S2)를 구비하는 핑거 라인(42a)이 다양한 형상을 가질 수 있다.

[0172] 각 제1 전극 영역(EA1)에서, 버스바 라인(42b)과 평행한 방향에서 측정된 핑거 라인(42a)의 개수에 대하여, 협폭부를 구비한 핑거 라인(42a)의 개수의 비율이 0.33배 내지 1배일 수 있다. 이러한 범위 내에서 협폭부에 의한 효과를 최대화할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상술한 개수 비율이 달라질 수 있다.

[0173] 도면에서는 제1 전극 영역(EA1) 각각에 협폭부(S1)를 구비한 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수의 제1 전극 영역(EA1) 중 일부에는 협폭부(S1)가 구비되고, 다른 부분에는 협폭부(S1)가 구비되지 않을 수 있다. 그리고 도 14에 도시한 단선부(S)가 혼합되어 위치할 수 있다. 그리고 도면 및 상술한 설명에서는 제1 전극(42)을 기준으로 도시 및 설명하였으나, 이러한 설명이 제2 전극(44)에 그대로 적용될 수 있다.

[0174] 이하, 본 발명의 실험예를 참조하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 이하의 실험예는 참조를 위하여 제시한 것일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0175] 실험예

[0176] 원형의 단면을 가지며 폭이 300 μ m인 배선재를 예지 거리가 7.5mm인 태양 전지에 부착하였다. 실험 장치(일 예로, 인장 시험 장치)에 의하여 배선재를 잡아 당기면서 부착력을 측정하였다. 측정된 부착력을 도 16에 나타내었다.

[0177] 도 16에서 가로축이 거리를 나타내고, 세로축이 부착력을 나타낸다. 이때, 가로축은 세 구간으로 구분될 수 있다. 제1 구간(I)은 실험 장치가 동작해서 배선재를 당기기 시작해 와이어가 팽팽해지기 전까지 구간이고, 제2 구간(II)은 실험 장치가 실제로 와이어를 잡아 당기는 구간이고, 제3 구간(III)이 와이어가 패드부에서 떨어진 후의 구간을 나타낸다. 따라서, 실제 부착력은 제2 구간(II)을 통해 확인할 수 있다.

[0178] 제1 구간(I)에서는 거리가 작은 구간으로, 제1 구간(I)에서 실제로 배선재에 아무런 힘이 가해지지 않는다.

[0179] 제2 구간(II)에서는 실험 장치가 배선재를 잡아 당기고 있기 때문에, 거리가 늘어남에 따라 배선재에 가해지는 응력 역시 거리에 비례해 늘어나게 된다. 따라서, 그래프는 점진적으로 최고점을 향해 상승하는 모습을 나타낸다. 좀더 구체적으로, 부착력이 제2 구간(II)에서 상승하다가 2.058N을 최고점으로 하여 급격하게 하강하게 된다.

[0180] 제3 구간(III)은 부착력의 최고점 이후의 구간으로, 배선재가 제1 패드부에서 떨어지므로 배선재에 가해지던 응력이 급격히 감소하게 된다.

[0181] 이와 같이 본 실시예에서는 배선재의 부착력이 2.058N으로 매우 우수한 값을 가지는 것을 알 수 있다.

[0182] 상술한 바에 따른 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0183] 100: 태양 전지 패널

142: 배선재

150: 태양 전지

42: 제1 전극

44: 제2 전극

42a: 핑거 라인

42b: 버스바 라인

42c: 테두리 라인

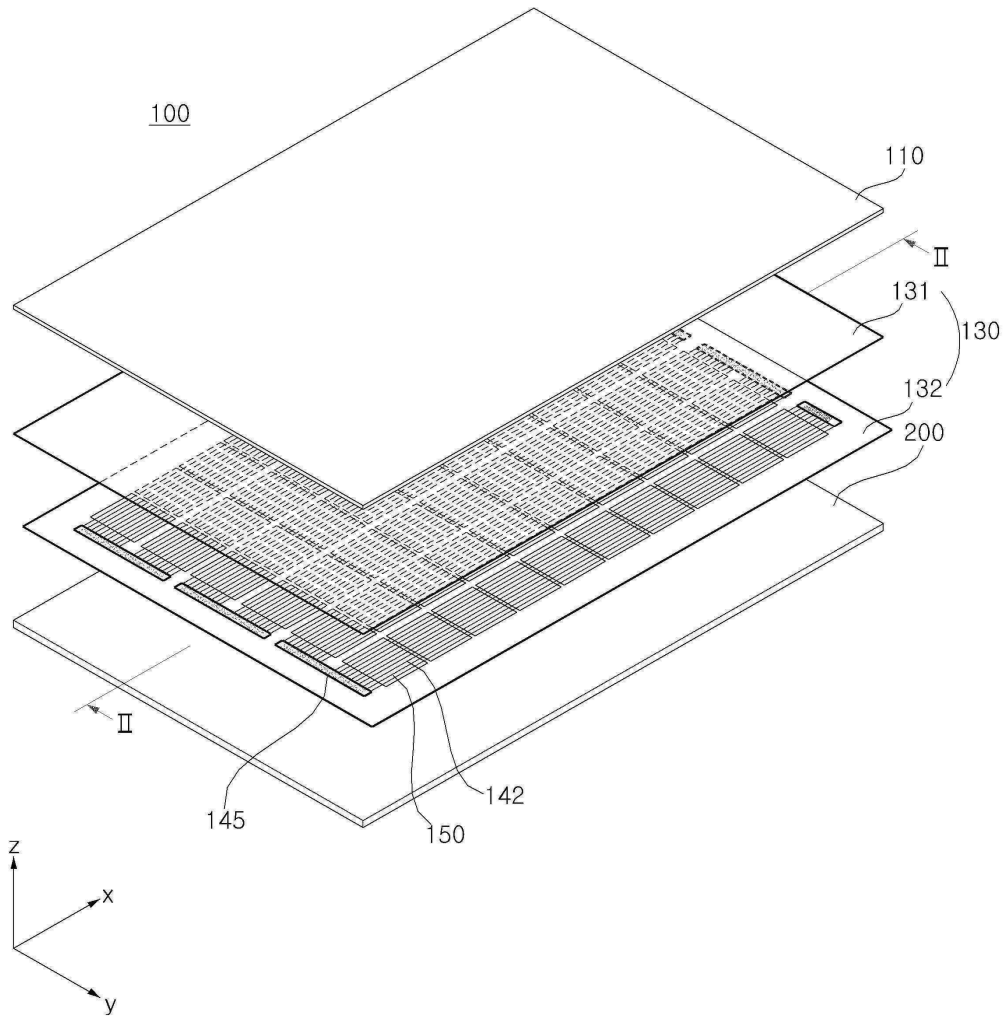
422: 패드부

422a: 제1 패드부

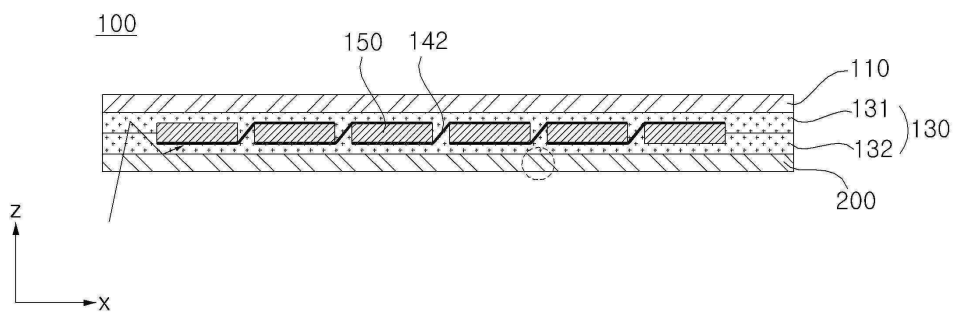
422b: 제2 패드부

도면

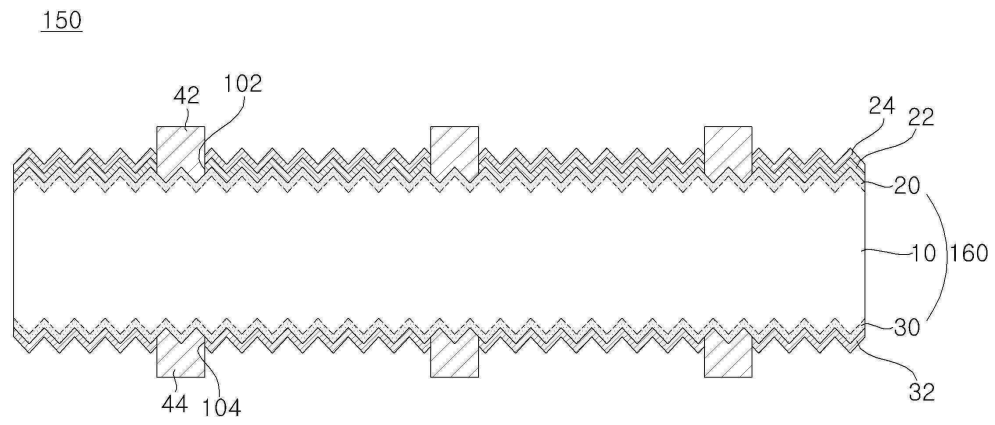
도면1



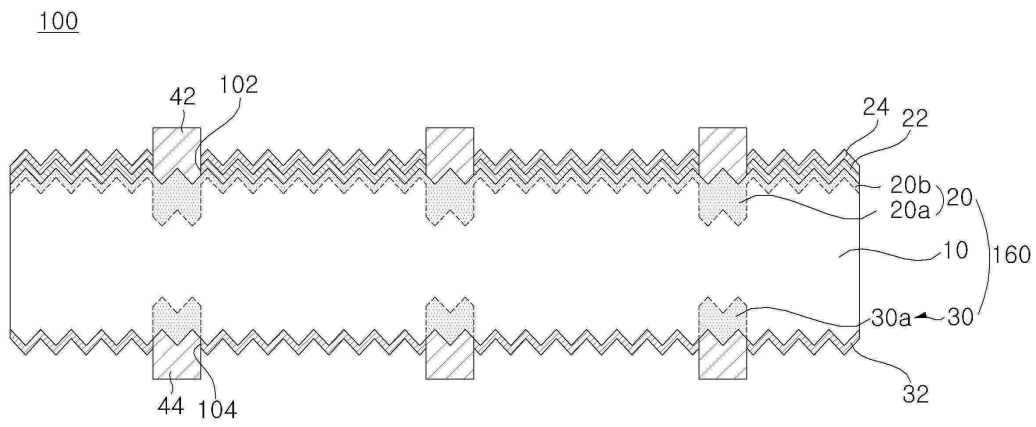
도면2



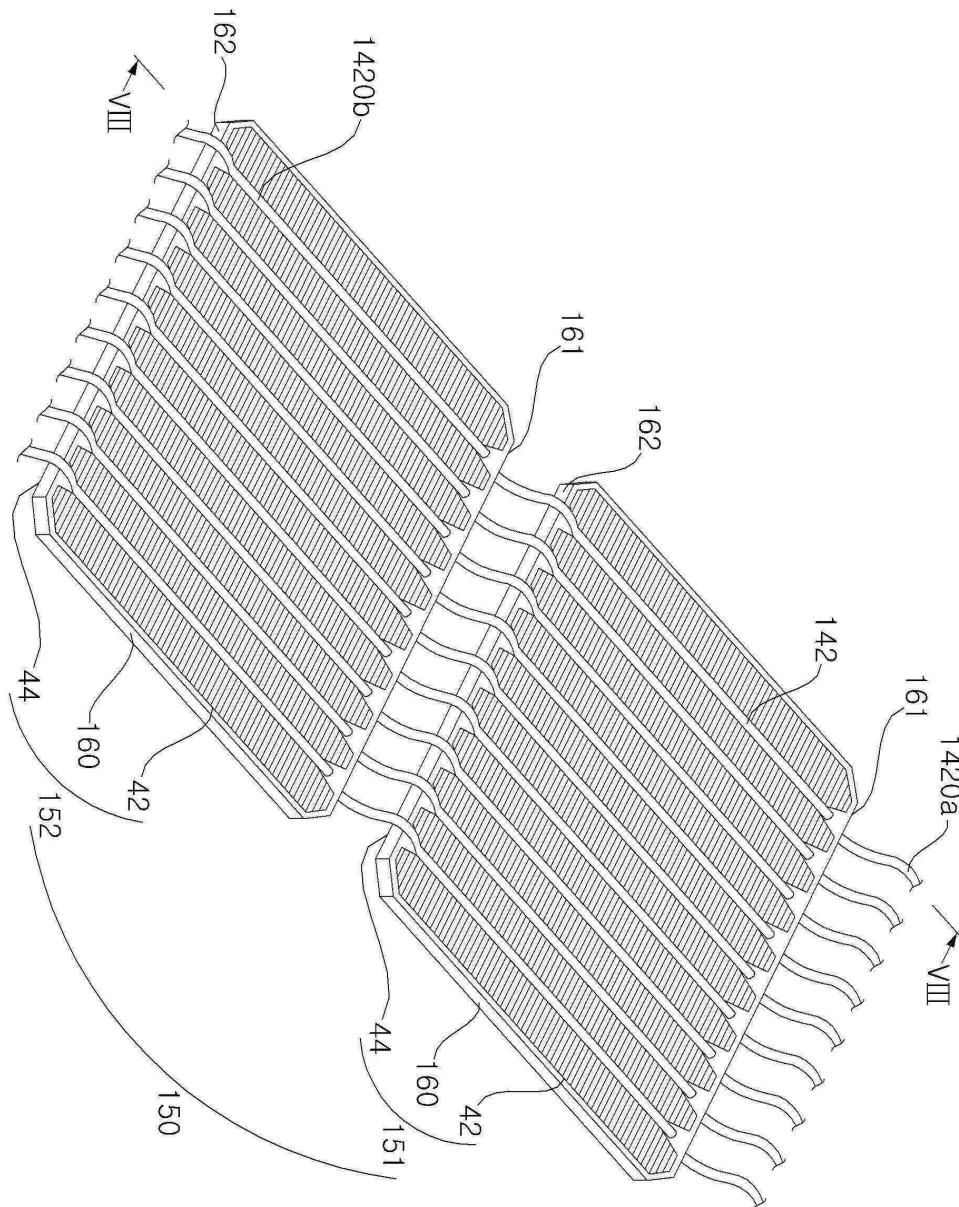
도면3



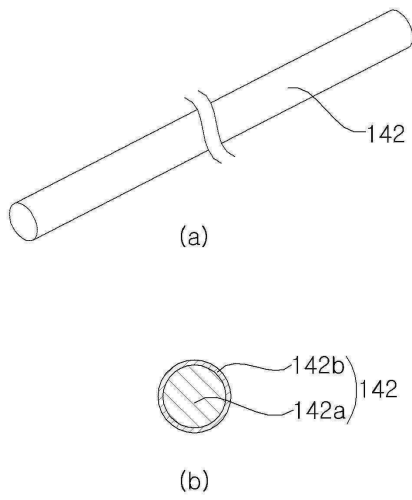
도면4



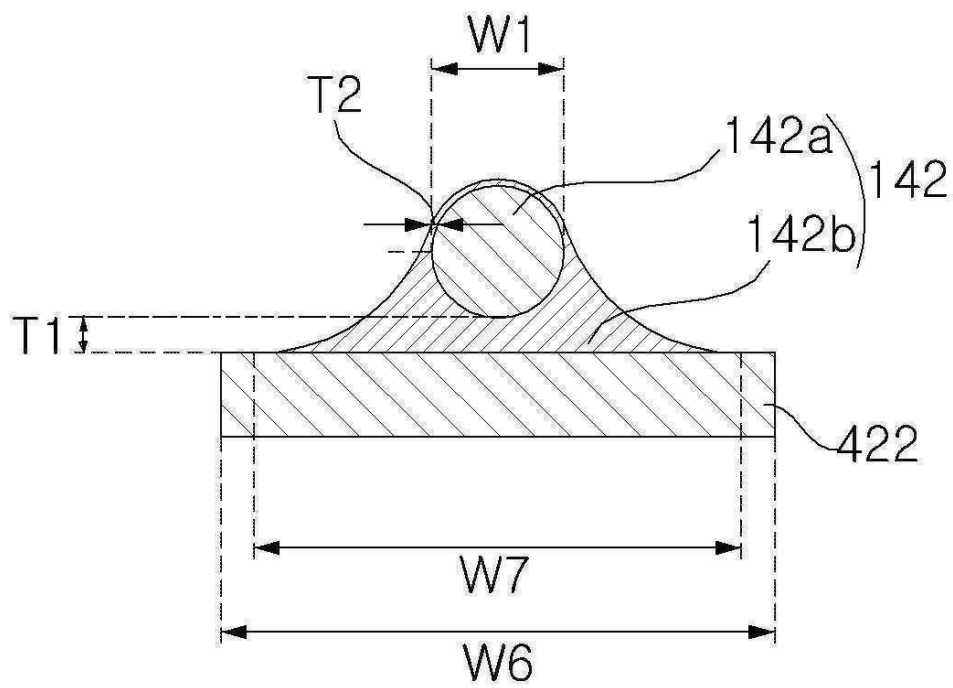
도면5



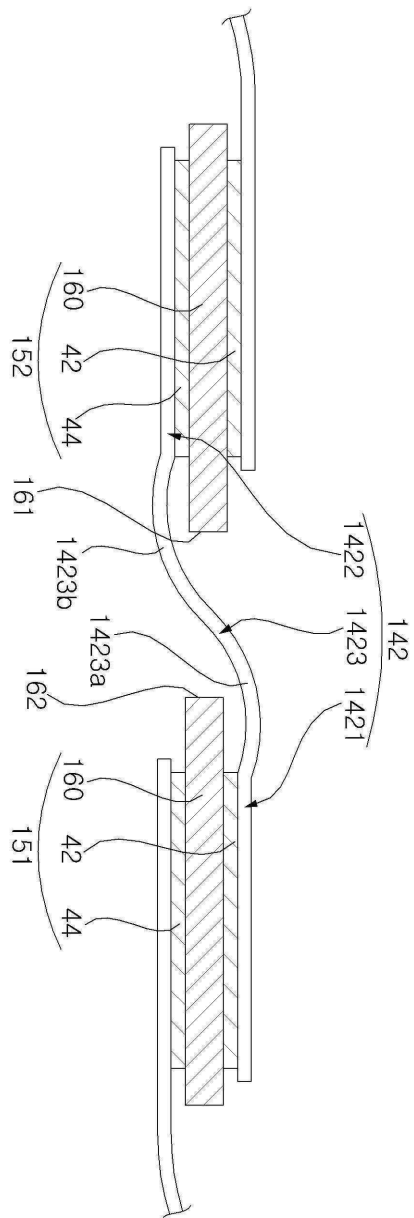
도면6



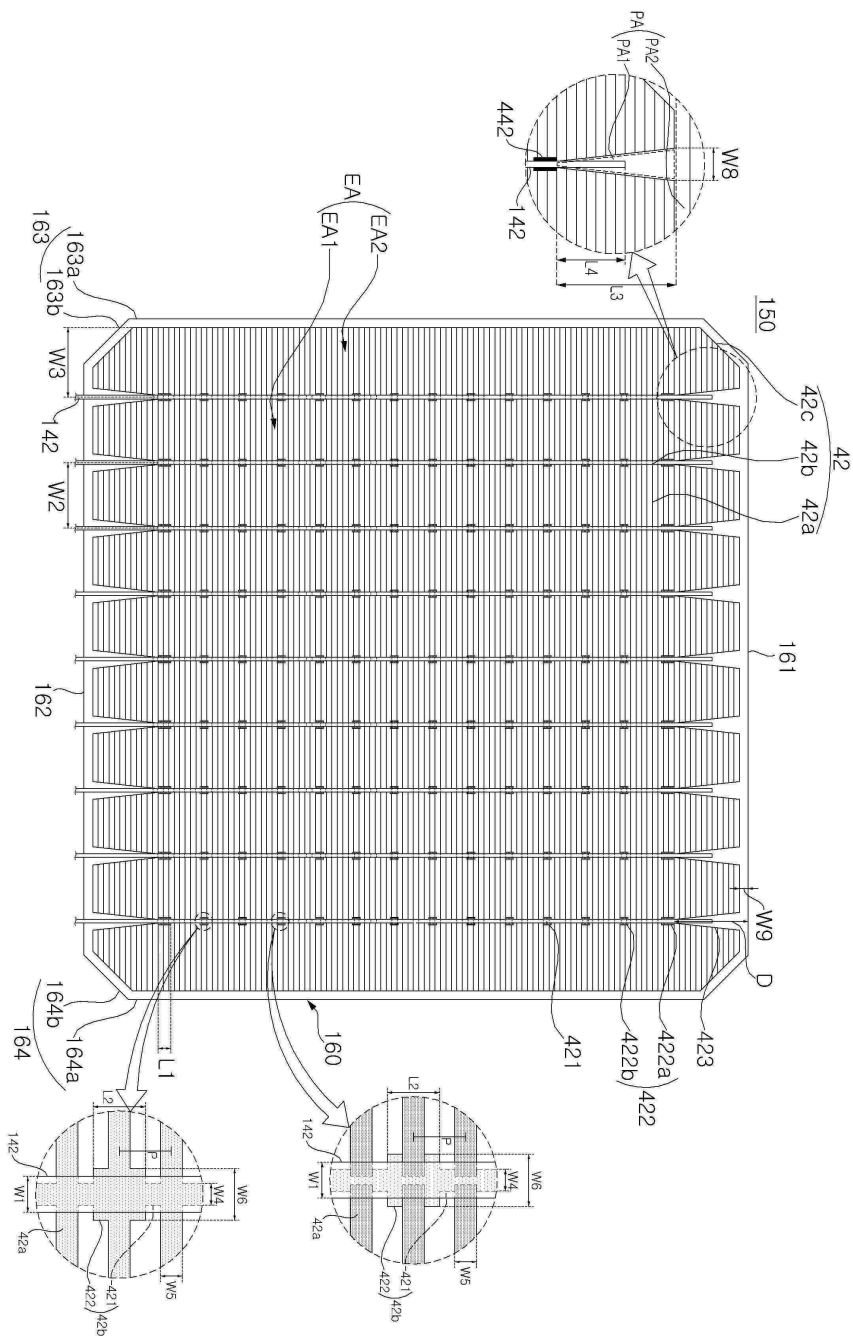
도면7



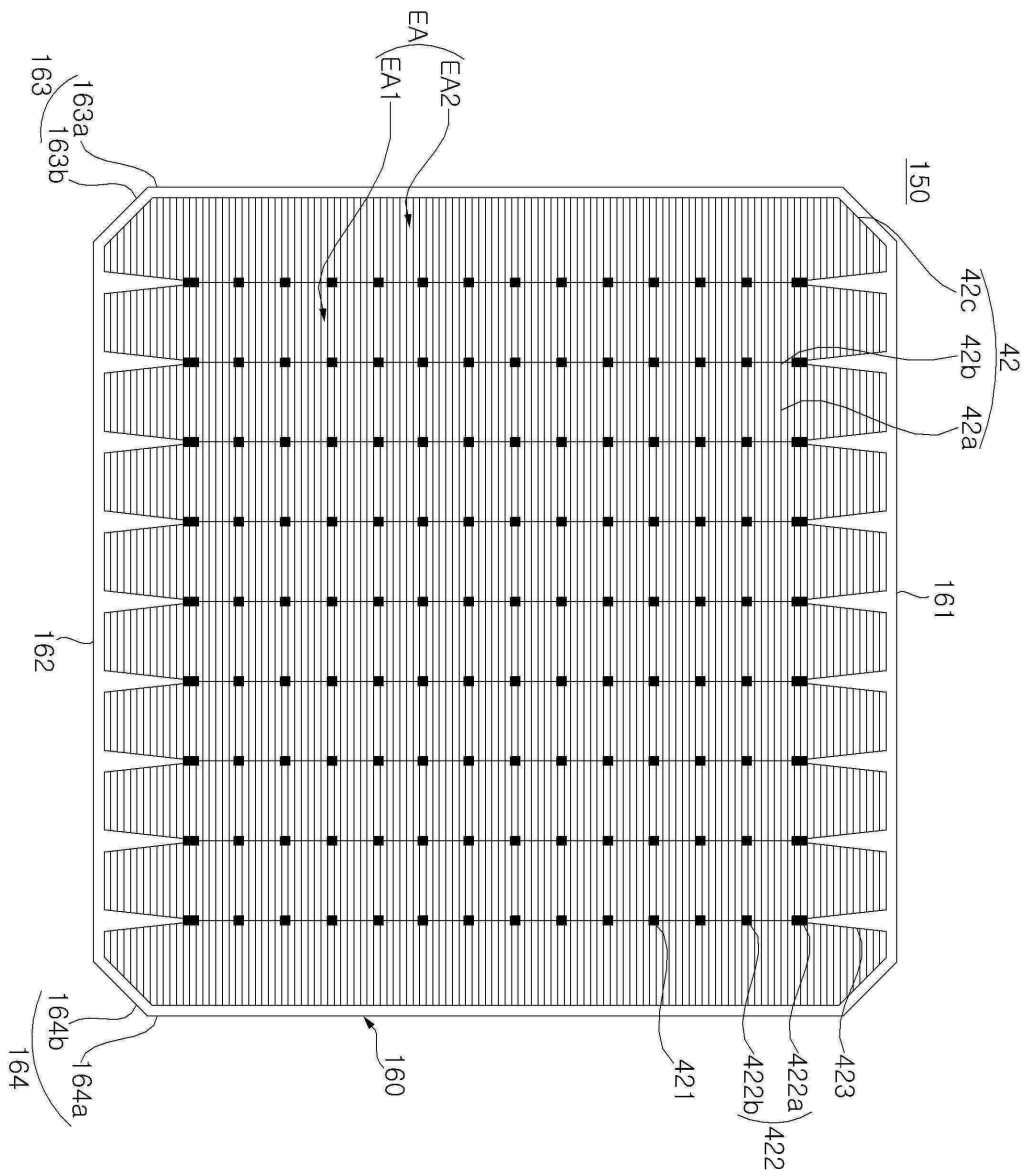
도면8



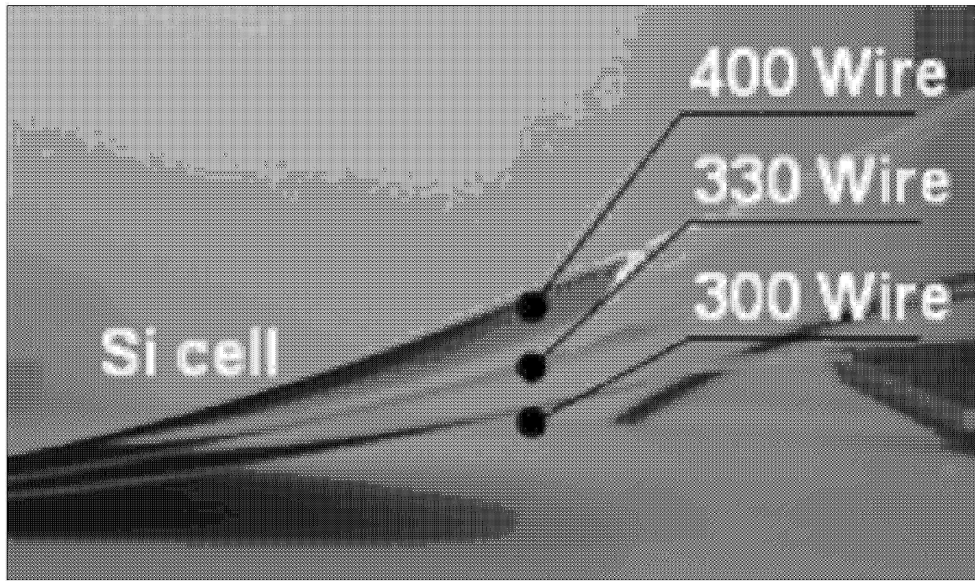
도면9



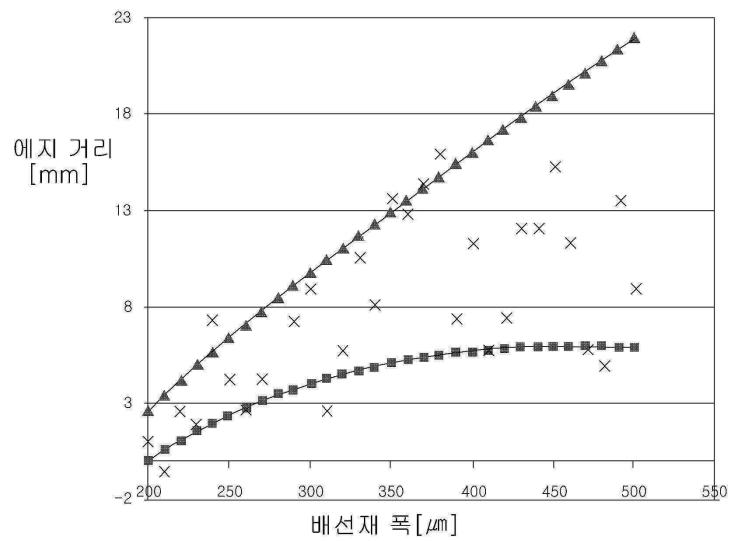
도면10



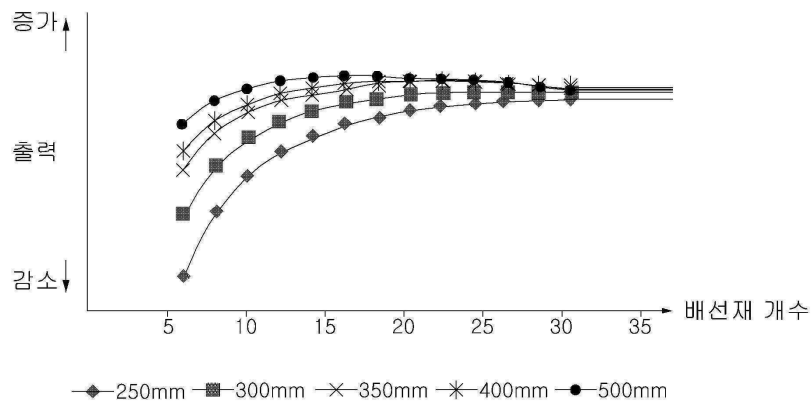
도면11



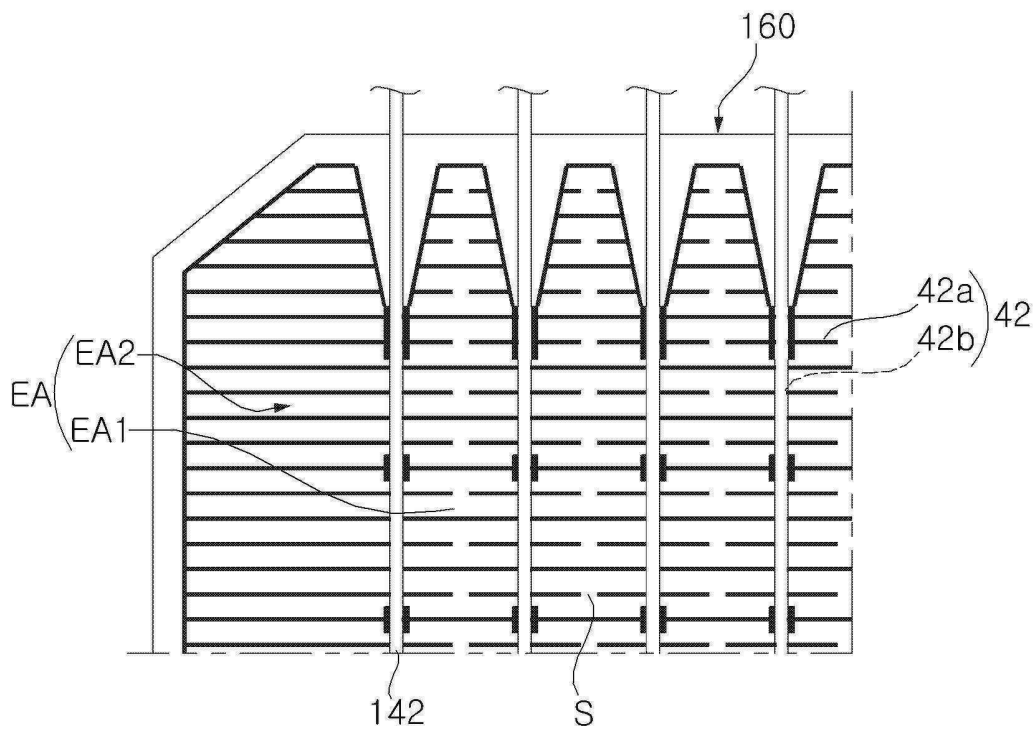
도면12



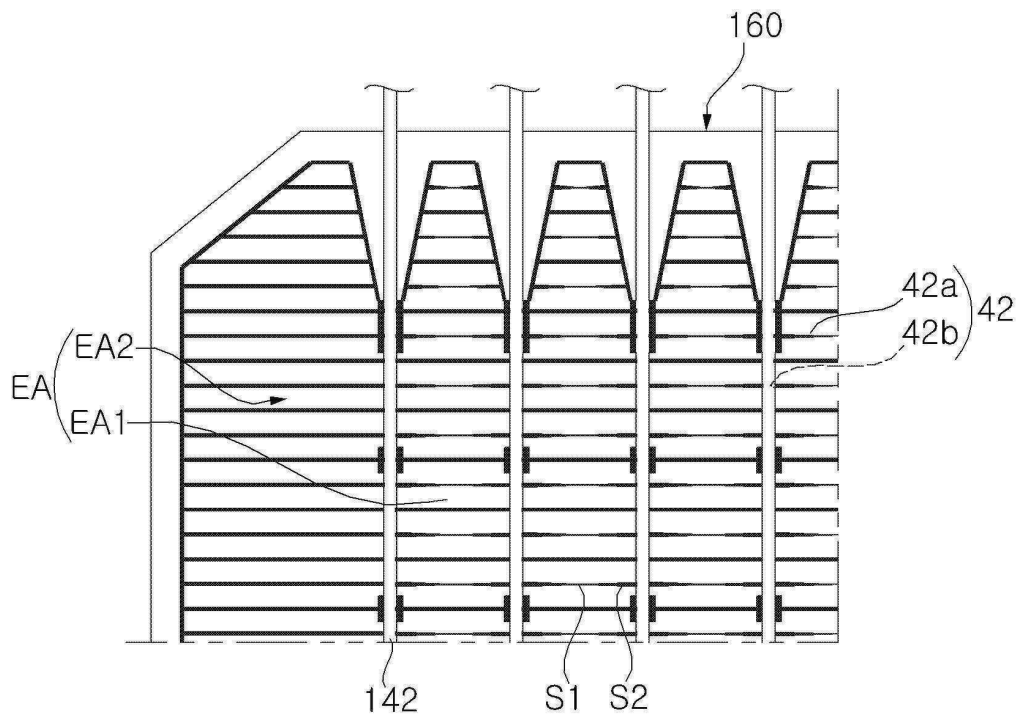
도면13



도면14



도면15



도면16

