



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0019042
(43) 공개일자 2012년03월06일

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

(21) 출원번호 10-2010-0082132

(22) 출원일자 2010년08월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

심승환

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

김진아

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박병창

전체 청구항 수 : 총 20 항

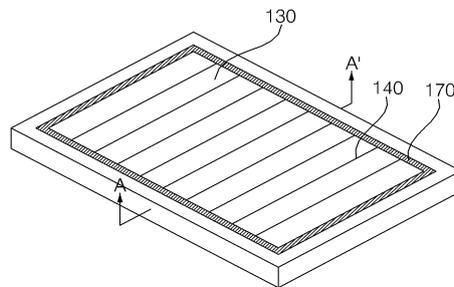
(54) 발명의 명칭 태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 태양전지 및 그의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 태양전지는, 기관, 기관상의 에미터층, 에미터층을 분리(Isolation)하여 기관의 전면과 후면을 절연시키는 적어도 하나의 홈, 에미터층 상의 반사방지막, 방사방지막을 관통하여 에미터층과 접하는 전면전극 및 전면전극과 접하는 전극층을 포함하고, 반사방지막은 홈에 충전되며, 전극층은 홈에 충전된 반사방지막 상에 위치할 수 있다. 이에 의해, 하나의 태양전지마다 역전류를 바이패스 시키는 트랜지스터가 집적되어, 태양전지 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어할 수 있다.

대표도 - 도1

100



(72) 발명자

남정범

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

정인도

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

양주홍

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

정일형

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

권형진

경상남도 창원시 성산구 성산패총로 170 (가음정동)

특허청구의 범위

청구항 1

반도체 기관, 전면 전극, 후면 전극 및 트랜지스터를 포함하고,

상기 트랜지스터의 게이트와 소스는 상기 전면 전극과 연결되며, 상기 트랜지스터의 드레인은 상기 후면 전극과 연결되고,

역방향 바이어스가 상기 트랜지스터의 게이트 전압 및 소스 전압으로 인가되어 전류를 바이패스 시키는 태양전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기관상에 에미터층과 상기 에미터층을 분리(Isolation)하는 홈을 포함하고, 상기 소스와 상기 드레인은 상기 홈에 의해 분리된 상기 에미터층인 태양전지.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 소스 및 상기 드레인 상에 절연층을 포함하고, 상기 절연층은 상기 홈에 충전된 태양전지.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 절연층은 반사방지막인 태양전지.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 전면전극은 상기 절연층을 관통하여 상기 소스와 연결되는 태양전지.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 후면전극과 상기 기관 사이에 후면 전계층을 포함하는 태양전지.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 소스와 상기 드레인은 n형 반도체층인 태양전지.

청구항 8

기관;

상기 기관상의 에미터층;

상기 에미터층을 분리(Isolation)하여 상기 기관의 전면과 후면을 절연시키는 적어도 하나의 홈;

상기 에미터층 상의 반사방지막;

상기 반사방지막을 관통하여 상기 에미터층과 접하는 전면전극; 및

상기 전면전극과 접하는 전극층을 포함하고,

상기 반사방지막은 상기 홈에 충전되며, 상기 전극층은 상기 홈에 충전된 상기 반사방지막 상에 위치하는 태양

전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전극층이 게이트, 상기 에미터층이 소스와 드레인으로 트랜지스터를 구현하여, 전류를 바이패스 시키는 태양전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 홈에 의해 분리된 상기 에미터층 중 상기 전면전극과 접하는 상기 에미터층이 상기 소스인 태양전지.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 전극층은 투명전극층인 태양전지.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 기판, 상기 에미터층 및 상기 반사방지막의 표면은 요철구조인 태양전지.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 반사방지막은, 실리콘 질화물(SiN_x), 실리콘 산화물(SiO_2) 및 인트린식(intrinsic) 비정질 실리콘으로 구성된 그룹 중에서 선택된 어느 하나 이상의 물질로 이루어지는 태양전지.

청구항 14

기판 상에 에미터층을 형성하는 단계;

상기 기판의 전면과 후면을 절연시키기 위한 홈을 형성하여 상기 에미터층을 분리(Isolation)하는 단계;

상기 에미터층 상에 반사방지막을 형성하는 단계;

상기 반사방지막을 관통하여 상기 에미터층과 접속하는 전면전극을 형성하는 단계; 및

상기 반사방지막 상에 전면전극과 접속하는 전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 태양전지 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 반사방지막은 상기 홈에 충전되고, 상기 전극층은 상기 홈의 위치에 대응하도록 위치하는 태양전지 제조방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 에미터층을 형성하는 단계는 상기 기판과 반대되는 전도형을 가지는 불순물을 도핑(doping)하여 이루어지는 태양전지 제조방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 홈은 레이저 아이솔레이션법, 플라즈마 에칭법 및 식각용액 에칭법 중 어느 하나의 방법으로 이루어지는

태양전지 제조방법.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 전극층을 형성하는 단계는 유리프릿을 포함하지 않은 페이스트를 도포하여 형성하는 태양전지 제조방법.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 기관의 후면에 후면전극을 형성하는 단계;를 포함하는 태양전지 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 기관의 후면과 상계 후면전극 사이에 후면 전계층이 형성되는 태양전지 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 트랜지스터가 집적된 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

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

[0003] 한편, 태양광 발전을 위해서는 수 개의 태양전지를 직렬 혹은 병렬로 연결하여 사용하는데, 이때 일반적으로 직렬로 태양전지가 연결될 경우 출력이 다른 태양전지가 하나 섞이게 되면 낮은 전류 쪽으로 전체 전류가 조정되고, 같은 조건으로 병렬 연결하면 낮은 전압 쪽으로 전체 전압이 조정되어 효율이 저하될 수 있다. 또한, 출력이 적은 태양전지는 핫 스팟(Hot spot)으로 작용할 수 있으며, 시간이 지날수록 열이 발생하여 파괴될 수 있는 위험이 있다.

[0004] 이를 방지하기 위해 종래에는 바이패스 다이오드를 수 개의 태양전지가 연결된 string 단위로 부착하였으나, 이는, 예를 들어 string 내 특정 태양전지의 shading에 의한 역전류가 국부적인 영역에서 발생하는 경우, 이를 제어하기 곤란할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 역전류를 제어할 수 있는 트랜지스터가 집적된 태양전지 및 이의 제조방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지는, 반도체 기관, 전면 전극, 후면 전극 및 트랜지스터를 포함하고, 트랜지스터의 게이트와 소스는 전면 전극과 연결되며, 트랜지스터의 드레인은 후면 전극과 연결되어, 역방향 바이어스가 트랜지스터의 게이트 전압 및 소스 전압으로 인가될 수 있다.

[0007] 또한, 기관상에 에미터층과 에미터층을 분리(Isolation)하는 홈을 포함하고, 소스와 드레인은 홈에 의해 분리된 에미터층일 수 있다.

[0008] 또한, 소스 및 드레인 상에 절연층을 포함하고, 절연층은 홈에 충전될 수 있다.

[0009] 또한, 전면전극은 절연층을 관통하여 소스와 연결될 수 있다.

- [0010] 또한, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지는, 기관, 기관상의 에미터층, 에미터층을 분리(Isolation)하여 기관의 전면과 후면을 절연시키는 적어도 하나의 홈, 에미터층 상의 반사방지막, 방사방지막을 관통하여 에미터층과 접하는 전면전극 및 전면전극과 접하는 전극층을 포함하고, 반사방지막은 홈에 충전되며, 전극층은 홈에 충전된 반사방지막 상에 위치할 수 있다.
- [0011] 또한, 전극층이 게이트, 에미터층이 소스와 드레인으로 트랜지스터를 구현하여, 전류를 바이패스 시킬 수 있다.
- [0012] 또한, 홈에 의해 분리된 에미터층 중 전면전극과 접하는 에미터층이 소스일 수 있다.
- [0013] 또한, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지 제조방법은, 기관 상에 에미터층을 형성하는 단계, 기관의 전면과 후면을 절연시키기 위한 홈을 형성하여 에미터층을 분리(Isolation)하는 단계, 에미터층 상에 반사방지막을 형성하는 단계, 반사방지막을 관통하여 에미터층과 접속하는 전면전극을 형성하는 단계 및 반사방지막 상에 전면전극과 접속하는 전극층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 반사방지막은 홈에 충전되고, 전극층은 홈의 위치에 대응하도록 위치할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 하나의 태양전지마다 역전류를 바이패스 시키는 트랜지스터가 집적되어, 태양전지 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 도시한 사시도,
 도 2는 도 1의 A-A'의 단면을 도시한 단면도,
 도 3은 도 1의 태양전지의 등가회로를 도시한 도,
 도 4 내지 도 8은 도 1의 태양전지의 제조방법을 도시한 도,
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 모듈을 도시한 사시도, 그리고
 도 10은 도 9의 B-B'의 단면을 도시한 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하의 도면에서, 각 구성요소는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었다. 또한 각 구성요소의 크기는 실제크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.
- [0018] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 도시한 사시도이며, 도 2는 도 1의 A-A'의 단면을 도시한 단면도이고, 도 3은 도 1의 태양전지의 등가 회로를 도시한 도이다.
- [0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 태양전지(100)는 기관(110), 기관(110)상의 에미터층(120), 에미터층(120)을 분리(Isolation)하여 기관(110)의 전면과 후면을 절연시키는 적어도 하나의 홈(150), 에미터층(120) 상의 반사방지막(130), 방사방지막(130)을 관통하여 에미터층(120)과 접하는 전면전극(140) 및 전면전극(140)과 접하는 전극층(170)을 포함할 수 있으며, 기관(110)의 후면에 위치하는 후면전극(160)을 포함할 수 있다.
- [0021] 기관(110)은 실리콘으로 형성될 수 있으며, 일 예로 P형 불순물로서 3족 원소인 B, Ga, In 등이 불순물로 도핑되어 P형으로 구현될 수 있다. 에미터층(120)은 일 예로 N형 불순물로 5족 원소인 P, As, Sb 등이 불순물로 도핑 될 수 있다.
- [0022] 이와 같이, 기관(110)과 에미터층(120)에 반대 도전형의 불순물이 도핑 되면, 기관(110)과 에미터층(120)의 계면에는 P-N접합(junction)이 형성되고, P-N접합에 광이 조사되면 광전효과에 의해 광기전력이 발생할 수 있다.
- [0023] 한편, 에미터층(120)은 P형 기관(110)에 N형 불순물을 도핑 하여 형성할 수 있는데, 이러한 경우 N형 불순물의 도핑 과정에서 기관(110)의 측면에도 불순물이 도핑 될 수 있다. 이로 인해, 기관(110)의 전,후면이 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서, 태양전지(100)는 기관(110)의 전면과 후면을 절연시키기 위해 에미터층(120)을 분리(Isolation)하는 적어도 하나의 홈(150)을 포함할 수 있다.

- [0024] 또한, 홈(150)은 후술하는 바와 같이 전극층(170) 하부에 위치하여 트랜지스터(A)의 채널로 작동하며, 태양전지(100)에 역방향 바이어스가 인가될 때, 전자는 홈(150)의 하부에 축적되고, 축적된 전자는 전면전극(140)을 통해 외부로 이동할 수 있다. 이러한 홈(150)은 전극층(170) 하부에 두 개 이상 나란히 형성되어 트랜지스터(A)는 듀얼 채널 구조를 가질 수 있다.
- [0025] 반사방지막(130)은 예를 들면, 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 실리콘 산화 질화물, 인트린식 비정질 실리콘, MgF₂, ZnS, TiO₂ 및 CeO₂로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 단일막 또는 2개 이상의 막이 조합된 다층막 구조를 가질 수 있다.
- [0026] 반사방지막(130)은 에미터층(120)의 표면 또는 벌크 내에 존재하는 결함을 부동화하고 기판(110)의 전면으로 입사되는 태양광의 반사율을 감소시킨다.
- [0027] 에미터층(120)에 존재하는 결함이 부동화되면 소수 캐리어의 재결합 사이트가 제거되어 태양전지(100)의 개방전압(Voc)이 증가한다. 그리고 태양광의 반사율이 감소되면 P-N 접합까지 도달되는 광량이 증대되어 태양전지(100)의 단락전류(Isc)가 증가한다. 이처럼 반사방지막(130)에 의해 태양전지(100)의 개방전압과 단락전류가 증가되면 그만큼 태양전지(100)의 변환효율이 향상될 수 있다.
- [0028] 또한, 반사방지막(130)은 홈(150)의 내부에 충전되어, 홈(150)의 내측면이 공기 중에 노출되지 않도록 하여 홈(150)의 내측면에 산화물이 형성되는 것을 방지할 수 있다. 이에 따라, 결함 및 전자-정공의 재결합 등을 방지할 수 있어 태양전지(100)의 효율이 향상될 수 있다.
- [0029] 한편, 도면에 도시하지는 않았으나, 기판(110), 에미터층(120) 및 반사방지막(130)의 표면은 요철구조일 수 있다. 에미터층(120) 및 반사방지막(130)의 요철구조는 기판(110)의 표면을 텍스처링(texturing) 하여 요철 형상의 패턴을 형성한 후, 에미터층(120)과 반사방지막(130)을 기판(110) 상에 형성함으로써 이를 수 있다. 이와 같이, 기판(110), 에미터층(120) 및 반사방지막(130)의 표면이 거칠어지면 입사된 빛의 반사율이 감소함으로써 광포획량이 증가하여 태양전지(100)의 광학적 손실이 감소할 수 있다.
- [0030] 전면전극(140)은 일 예로, 은, 유리 프릿 등이 포함된 전면 전극용 페이스트를 개구가 형성된 마스크를 사용하여 전면전극(140) 형성 지점에 스크린 인쇄한 후 열처리를 행하여 형성할 수 있다.
- [0031] 이때, 전면전극(140)의 열처리 과정을 통해 전면 전극용 페이스트에 포함된 은이 고온에서 액상이 되었다가 다시 고상으로 재결정되면서, 유리 프릿을 매개로 하여 반사방지막(130)을 관통하는 파이어 스루(fire through) 현상에 의해 에미터층(120)과 접촉하게 된다.
- [0032] 한편, 광전효과에 의해 발생한 전자는 에미터층(120)에서 전면전극(140)으로 이동하며, 도 9 및 도 10에서 후술하는 바와 같이 전면전극(140)은 리본과 연결되어 태양전지(100)에서 발생한 전자는 외부의 회로로 공급될 수 있다.
- [0033] 전극층(170)은 반사방지막(130)이 충전된 홈(150)상에 위치하며, 전면전극(140)과 접하도록 형성될 수 있다.
- [0034] 그 결과, 전극층(170)이 게이트(Gate)에 해당하고, 홈(150)에 의해 분리된 에미터층(121, 122)이 소스(Source)와 드레인(Drain)에 해당하는 트랜지스터(Transistor, A)를 구현할 수 있다.
- [0035] 즉, 본 발명에 따른 태양전지(100)는 태양전지(100) 내에 집적화된 트랜지스터(A)를 포함할 수 있으며, 트랜지스터(A)는 태양전지(100) 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어함으로써, 핫 스팟을 방지할 수 있다.
- [0036] 한편, 전극층(170)은 전면전극(140)과 접하고, 전면전극(170)은 반사방지막(130)을 관통하여 트랜지스터(A)의 소스에 해당하는 에미터층(121)과 접하므로, 결과적으로 트랜지스터(A)의 게이트와 소스가 서로 연결되어 있다. 또한, 트랜지스터(A)의 드레인은 후면전극(160)과 연결되어 있다.
- [0037] 이러한 트랜지스터(A)의 구동에 관해, 도 3을 참조하여 설명하면, Shading등에 의해 태양전지(100) 내에 역방향 바이어스가 발생 되면, 순간적으로 에미터층(121)의 전압이 상승할 수 있다. 이러한 역방향 바이어스는 트랜지스터(A)의 게이트 전압 및 소스 전압으로 인가된다.
- [0038] 게이트 전압이 인가되면, 기판(110)에 존재하는 정공(hall)들이 밀려나게 되고, 기판(110) 주위로 밀려나간 정공들이 소스와 드레인의 전자를 끌어당기게 되어, 기판(110)의 표면에서 부분적인 inversion효과가 일어나게 된다. 그 결과 전류가 흐를 수 있는 channel이 생성될 수 있다. 즉, 홈(150)의 하부에 전자가 축적되고, 축적된 전자는 전면전극(140)을 통해 외부로 이동할 수 있다.

- [0039] 따라서, 본 발명에 따른 태양전지(100)는 집적화된 트랜지스터(A)를 포함함으로써, 태양전지(100) 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어할 수 있다. 또한, 트랜지스터(A)는 역방향 바이어스를 게이트 전압으로 하기 때문에, 외부에서 전압을 인가할 필요가 없고, 게이트와 소스가 접속되어 있으므로 역방향 바이어스의 발생과 동시에 역전류를 제어할 수 있다.
- [0040] 이러한 전극층(170)은 도 1에서 도시하는 바와 같이, 태양전지(100)로 입사되는 태양광의 흡수를 고려하여, 최외측에 위치하는 전면전극(140)의 외주면과 접하도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 전극층(170)은 ITO, IZO(In-ZnO), GZO(Ga-ZnO), AZO(Al-ZnO), AGZO(Al-Ga ZnO), IGZO(In-Ga ZnO) 등의 투광성 전극층으로 형성되어, 태양전지(100)로 입사되는 광의 흡수율이 저감 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0041] 한편, 도 1에서는 최외측에 위치하는 전면전극(140)의 모든 외주면에 전극층(170)이 형성되는 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 최외측에 위치하는 전면전극(140)의 일부 외주면에만 접하도록 형성할 수 있음은 물론이다.
- [0042] 즉, 하나의 트랜지스터가 전면전극(140)의 모든 외주면과 접하거나, 일부에만 접하여 형성될 수도 있으며, 불연속적으로 금속층(170)이 형성되어 수 개의 트랜지스터가 형성될 수도 있다. 이는 태양전지(100)에서 발생할 수 있는 역방향 바이어스의 크기 및 태양전지(100)의 발전효율 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있다.
- [0043] 후면전극(160)은, 일 예로 알루미늄, 석영 실리카, 바인더 등이 첨가된 후면 전극용 페이스트를 기판(110)의 후면에 인쇄한 후 열처리를 행하여 형성할 수 있다. 인쇄된 후면 전극용 페이스트의 열처리 시에는 전극 구성 물질인 알루미늄이 기판(110)의 후면을 통해 확산 됨으로써 후면전극(160)과 기판(110)의 경계면에 후면전계층(Back surfacefield, 160)이 형성될 수 있다.
- [0044] 후면전계층(160)은 캐리어가 기판(110)의 배면으로 이동하여 재결합되는 것을 방지할 수 있으며, 캐리어의 재결합이 방지되면 개방전압이 상승하여 태양전지(100)의 효율이 향상될 수 있다.
- [0045] 한편, 도 1 및 도 2에서 설명한 태양전지(100)는 전면전극(140)과의 접촉 저항을 낮추고, 태양전지(100)의 효율 저하를 방지하도록, 전면전극(140)이 배선되는 부위를 상대적으로 고농도의 에미터층(120)으로 형성하는 선택적 에미터(selective emitter) 구조를 가질 수 있으며, 이외에 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell) 구조, PERL(Passivated Emitter and Rear Locally-Diffused Cell) 구조 등을 가질 수 있다.
- [0046] 도 4 내지 도 8은 도 1의 태양전지의 제조방법을 도시한 도이다.
- [0047] 먼저, 도 4에 도시되는 바와 같이, 기판(110) 상에 P-N 접합 형성을 위해 에미터층(120)을 형성한다. 에미터층(120)은 확산법, 스프레이법, 또는 프린팅 공정법 등에 의한 방법에 의해 형성될 수 있다. 일 예로, 에미터층(120)은 P형 반도체 기판(110)에 N형 불순물을 주입함으로써 형성될 수 있다.
- [0048] 한편, 기판(110)의 후면에는 후면전극(160) 형성을 위한 후면전극용 페이스트를 도포하는 것으로 도시하였으나, 후면전극(160)의 형성은 도 4의 단계에 한하지 않으며, 편의에 따라 후술하는 어느 단계에서든 형성할 수 있다.
- [0049] 또한, 도면에는 도시하지 않았으나, 에미터층(120) 및 반사방지막(130)이 순차적으로 형성되는 기판(110)의 일면에 요철 형상의 패턴을 형성할 수 있다. 기판(110)의 일면이 요철 형상의 패턴을 가지도록 텍스처링(texturing)되면, 기판(110) 상에 순차적으로 형성되는 에미터층(120) 및 반사방지막(130)은 요철 형상의 패턴을 따라 형성될 수 있다.
- [0050] 요철구조는 태양전지(100)로 입사되는 태양광의 반사율을 낮춤으로써 광 포획량이 증가시켜 태양전지(100)의 광학적 손실을 감소시킬 수 있다. 텍스처링 구조의 형성 방법으로는 기판(110)을 에칭액 등에 담그는 공정 등을 이용할 수 있으며, 요철구조는 피라미드, 정사각형, 삼각형 등 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- [0051] 한편, 에미터층(120)을 형성하기 위해 N형 불순물을 도핑하는 과정에서 기판(110)의 측면에도 도핑물질이 도핑될 수 있기 때문에 기판(110)의 전,후면이 전기적으로 연결되게 되며, 이는 태양전지(100)의 효율을 감소시키는 원인이 될 수 있다.
- [0052] 따라서, 도 5와 같이 기판(110)의 전면과 후면을 절연시키기 위한 홈(150)을 형성할 수 있다. 홈(150)은 에미터층(120)을 분리(Isolation)시키며, 상술한 바와 같이 분리된 에미터층(120)은 트랜지스터의 소스와 드레인으로 작용할 수 있다. 또한, 홈(150)은 본 발명의 태양전지(100)에 집적되는 트랜지스터의 채널로 작용할 수 있다.
- [0053] 홈(150)의 형성은 레이저 아이솔레이션 공정에 의해 수행될 수 있다. 다만, 레이저 아이솔레이션 공정을 수행하게 되면 홈(150)의 내측면에는 데미지(damage)층이 형성될 수 있는데, 이는 태양전지 효율 저하의 원인이 될 수

있으므로, 수산화칼륨(KOH) 용액 또는 수산화나트륨(NaOH)과 같은 염기 용액을 이용하여 데미지층(330)을 제거할 수 있다.

- [0054] 홈(150)을 형성한 후에는 도 6과 같이 반사방지막(130)을 형성한다. 반사방지막(130)은 진공 증착법, 화학 기상 증착법, 스핀 코팅, 스크린 인쇄 또는 스프레이 코팅에 의해 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 한편, 반사방지막(130)은 홈(150)에도 충전될 수 있으며, 홈(150)의 내측면이 공기 중에 노출되지 않도록 하여, 홈(150)의 내측면에 산화물의 형성되는 것을 방지할 수 있다.
- [0056] 다음으로 도 7에 도시된 바와 같이, 전면전극(140)을 형성한다. 전면전극(140)은 은(Ag), 유리 프릿(Glass frit) 등을 포함하는 전면전극용 페이스트를 개구가 형성된 마스크를 사용하여 스크린 인쇄할 수 있으며, 인쇄된 전면전극용 페이스트를 건조하고, 소성하여 형성할 수 있다.
- [0057] 건조단계에서는 페이스트에 포함되는 용매는 증발하며, 소성과정에서 파이어 스루(fire through) 현상에 의해 전면전극(140)과 에미터층(121)이 접촉하게 된다.
- [0058] 한편, 도 4에서 언급한 후면전극(160)은 은 알루미늄(Al) 등을 포함하는 후면전극용 페이스트를 기판(110)의 후면에 도포한 후, 열처리하여 형성할 수 있다. 후면전극용 페이스트의 열처리시 포함된 알루미늄이 기판(110)의 후면을 통해 확산함으로써 후면전극(160)과 기판(110)의 경계면에 후면전계층(160)이 형성될 수 있다. 후면전계층(160)은 태양광에 의해 생성된 전자의 후면 재결합을 최소화하여 태양전지의 효율 향상에 기여한다.
- [0059] 다음으로 도 8과 같이 전극층(170)을 형성한다. 전극층(170)은 전면전극(140)과 접하도록 형성한다. 전극층(170)은 전면전극(140)을 형성하는 방법과 동일하게 전극층(170)이 형성될 위치에 스크린 인쇄한 후 열처리하여 형성할 수 있다. 다만, 전극층(170)이 파이어 스루(fire through) 현상에 의해 에미터층(120)과 접촉하는 것을 방지하기 위해, 유리프릿(Glass frit)을 불포함한 페이스트를 사용한다.
- [0060] 또한, 전극층(170)은 ITO, IZO(In-ZnO), GZO(Ga-ZnO), AZO(Al-ZnO), AGZO(Al-Ga ZnO), IGZO(In-Ga ZnO) 등의 투광성 전극층으로 형성되어 태양전지(100)로 입사되는 광의 흡수율이 저감 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0061] 한편, 전극층(170)은 트랜지스터의 게이트로 작용하므로, 본 발명에 따른 태양전지(100)는 일반적인 태양전지(100) 제조 공정에 의해 트랜지스터를 태양전지(100) 내에 집적화할 수 있다. 이에 따라, 하나의 태양전지(100)마다 역전류를 바이패스 시키는 트랜지스터가 집적되어, 태양전지(100) 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어할 수 있다.
- [0062] 이러한 전극층(170)은 최외곽의 전면전극(140)의 외주면에 접하도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 전극층(170)은 전극층(170)의 모든 외주면과 접하도록 연속적으로 형성될 수도 있고, 또는 최외측에 위치하는 전면전극(140)의 일부만 접하도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 구현되는 트랜지스터는 하나의 트랜지스터가 전면전극(140)의 모든 외주면과 접하거나, 또는 일부에만 접하여 형성될 수도 있으며, 불연속적으로 금속층(170)이 형성되어 수 개의 트랜지스터가 구현될 수도 있다.
- [0063] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 모듈에 대한 분해 사시도이고, 도 10은 도 9의 태양광 모듈에 대한 분해 측면도이다.
- [0064] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 태양광 모듈(200)은 복수의 태양전지(250), 복수의 태양전지를 전기적으로 연결하는 복수의 리본(243), 복수의 리본(243)을 연결하는 버스 리본(245), 복수의 태양전지(250)를 양면에서 밀봉하는 제1 밀봉 필름(231)과 제2 밀봉 필름(232), 태양전지(250)의 수광면을 보호하는 전면 기판(210) 및 태양전지(250)의 이면을 보호하는 후면 기판(220)을 포함할 수 있다.
- [0065] 먼저 리본(243)은 일 예로 두 라인이 각각 태빙공정에 의해 태양전지(250)의 상,하부에 부착되어 복수의 태양전지(250)를 전기적으로 연결할 수 있다. 태빙공정은 태양전지(250)의 일면에 플럭스(flux)를 도포하고, 플럭스(flux)가 도포된 태양전지(250)에 리본(243)을 위치시킨 다음 소성 과정을 거쳐 할 수 있다.
- [0066] 이와 같이 리본(243)에 의해 전기적으로 연결된 복수의 태양전지(250)는 스트링(240)을 이루며, 태양전지 스트링(240)은 수 개의 열을 이루도록 서로 이웃하여 위치할 수 있다.
- [0067] 한편, 도 10을 참조하면, 스트링(240)을 이루는 각 태양전지(250)는 광전효과에 의해 전자는 에미터층으로, 정공은 기판으로 이동을 하게 되어 태양전지(250)의 상부는 음극을 띄고, 하부는 양극을 띄게 된다. 그러나, 특정 태양전지(250)가 나뭇잎, 먼지 등에 의해 Shading 등이 되면 그 태양전지(250)는 역방향 바이어스가 발생하여 태양전지(250)의 상부가 양극을 띄고, 하부는 음극을 가져 역전류가 발생할 수 있다.

- [0068] 이러한 경우 본 발명에 따른 태양전지(250)의 구동을 도 10의 B 확대도를 참조하여 살펴보면, Shading등에 의해 발생된 역방향 바이어스는 전면전극(260)에 의해 전기적으로 연결된 전극층(270) 및 에미터층(221)에 인가되고, 이는 트랜지스터의 게이트 전압 및 소스 전압으로 작동한다.
- [0069] 게이트 전압이 인가되면, 기판에 존재하는 정공(hall)들이 밀려나게 되고, 기판 주위로 밀려나간 정공들이 소스와 드레인의 전자를 끌어당기게 되어, 채널로 동작하는 홈(280)의 하부에 전자(e⁻)가 축적된다.
- [0070] 한편, 홈(280)에 의해 분리되고 후면 전극과 연결되는 에미터층(222)은 상대적으로 낮은 전위를 가지기 때문에, 축적된 전자는 전위차에 의해 전면전극(260)을 통해 외부로 이동할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 트랜지스터가 집적된 태양전지(250)는 역방향 바이어스가 발생된 경우의 전자의 흐름이 역방향 바이어스가 발생되지 않은 경우의 전자의 흐름과 동일할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 태양전지(250)는 태양전지(250) 내의 국부적인 영역에서 발생하는 역전류를 제어할 수 있다.
- [0071] 또한, 집적화된 트랜지스터는 태양전지(250)의 역방향 바이어스를 게이트 전압으로 하므로, 외부에서 전압을 인가할 필요가 없고, 게이트와 소스가 접속되어 있어서 역방향 바이어스의 발생과 동시에 역전류를 제어할 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 태양전지(250)는 낮은 역방향 바이어스도 제어 가능하기 때문에, UMG와 같은 고농도의 불순물을 가지는 웨이퍼의 경우에도 누설전류를 제어할 수 있다.
- [0072] 한편, 버스 리본(245)은 태양전지 스트링(240)이 배치되지 않은 부분에 배치되어 리본(243)과 연결된다. 버스 리본(245)은 태양전지(250)가 생산한 전기를 모을 수 있도록, 태양전지(250)의 전면전극 및 후면전극과 연결되어 있다.
- [0073] 또한, 버스 리본(245)은 태양전지 스트링(240)의 리본(243) 양끝단을 교대로 연결하여, 태양전지 스트링(240)을 전기적으로 연결한다. 버스 리본(245)은 복수 열 종대로 배치되는 태양전지 스트링(240)의 양단에 횡으로 배치될 수 있다.
- [0074] 수 개의 열을 이루는 태양전지 스트링(240)은 제1 밀봉 필름(231)과 제2 밀봉 필름(232) 사이에 위치할 수 있다.
- [0075] 제 1 밀봉 필름(231)은 태양전지(250)의 수광면에 위치하고, 제 2 밀봉 필름(232)은 태양전지(250)의 이면에 위치할 수 있으며, 제1 밀봉 필름(231)과 제2 밀봉 필름(232)은 라미네이션에 의해 접착하여, 태양전지(250)에 악영향을 미칠 수 있는 수분이나 산소를 차단할 수 있다.
- [0076] 또한, 제1 밀봉 필름(231)과 제2 밀봉 필름(232)은 태양전지(250)의 각 요소들이 화학적으로 결합할 수 있도록 한다. 이러한 제1 밀봉 필름(231)과 제2 밀봉 필름(232)은 에틸렌초산비닐 공중합체 수지(EVA), 폴리비닐부티랄, 에틸렌초산비닐 부분 산화물, 규소 수지, 에스테르계 수지, 올레핀계 수지 등이 사용될 수 있다.
- [0077] 전면 기판(210)은 태양광을 투과하도록 제1 밀봉 필름(231) 상에 위치하며, 외부의 충격 등으로부터 태양전지(250)를 보호하기 위해 강화유리인 것이 바람직하다. 또한, 태양광의 반사를 방지하고 태양광의 투과율을 높이기 위해 질분이 적게 들어간 저질분 강화유리인 것이 더욱 바람직하다.
- [0078] 후면 기판(220)은 태양전지(250)의 이면에서 태양전지를 보호하는 층으로서, 방수, 절연 및 자외선 차단 기능을 하며, TPT(Tedlar/PET/Tedlar) 타입일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0079] 또한, 후면 기판(220)은 전면 기판(210) 측으로부터 입사된 태양광을 반사하여 재이용될 수 있도록 반사율이 우수한 재질인 것이 바람직하며, 태양광이 입사될 수 있는 투명 재질로 형성될 수도 있다.
- [0080] 본 발명에 따른 태양전지는 상기한 바와 같이 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.
- [0081] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

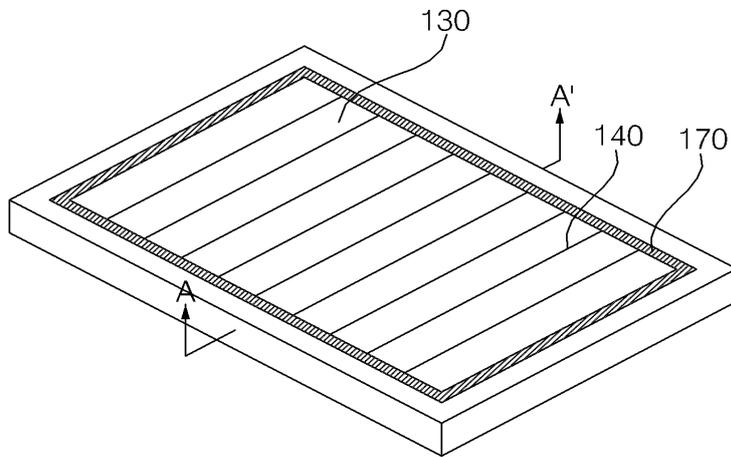
부호의 설명

- [0082]
- | | |
|------------|-------------|
| 100 : 태양전지 | 110 : 기판 |
| 120 : 에미터층 | 130 : 반사방지막 |
| 140 : 전면전극 | 150 : 홈 |
| 160 : 후면전극 | 162 : 후면전계층 |
| 170 : 전극층 | |

도면

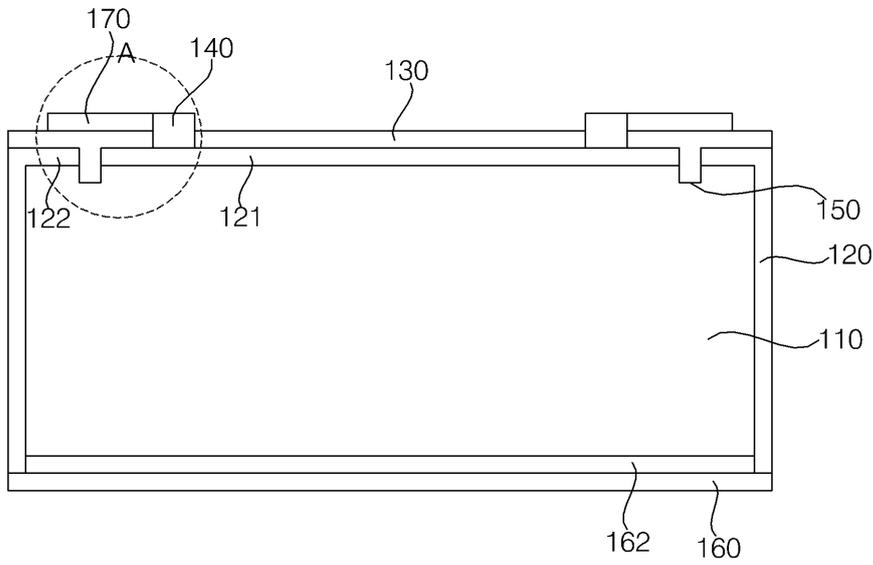
도면1

100

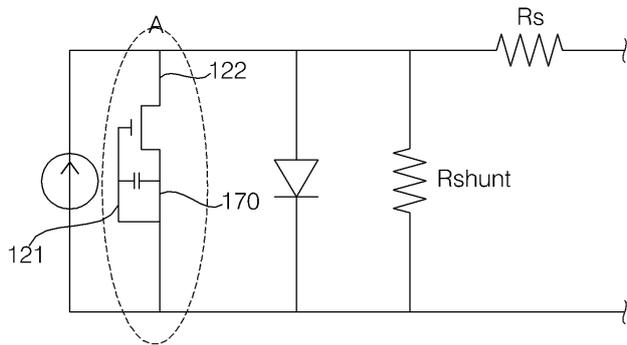


도면2

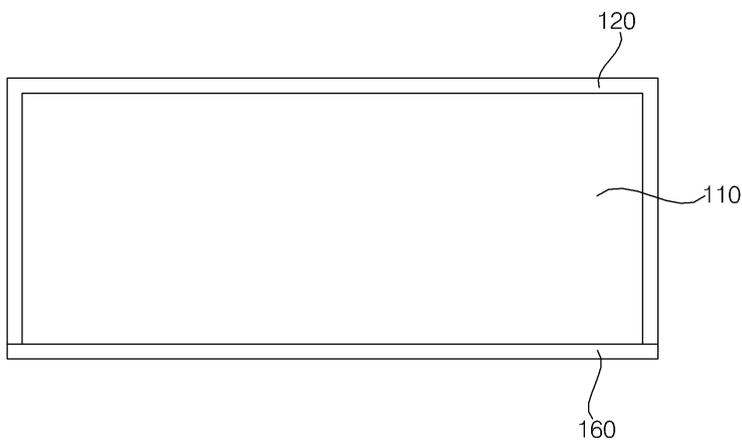
100



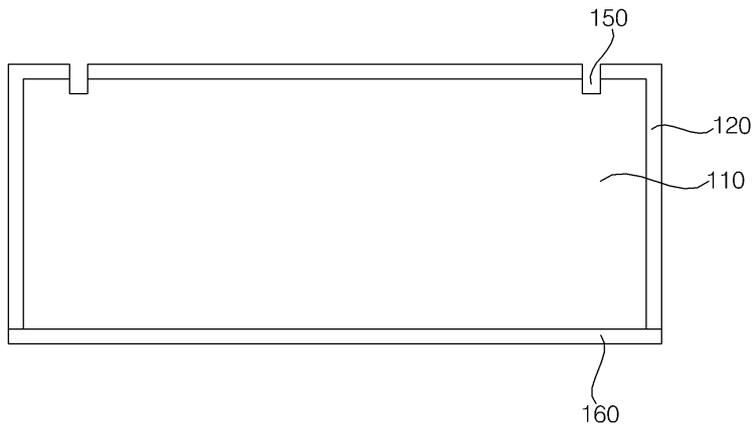
도면3



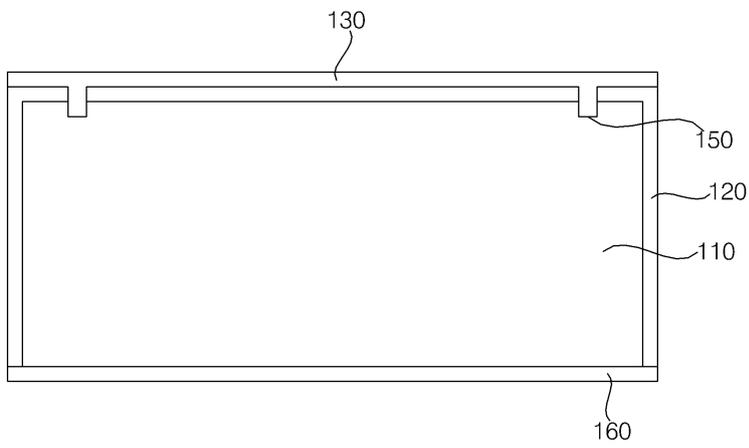
도면4



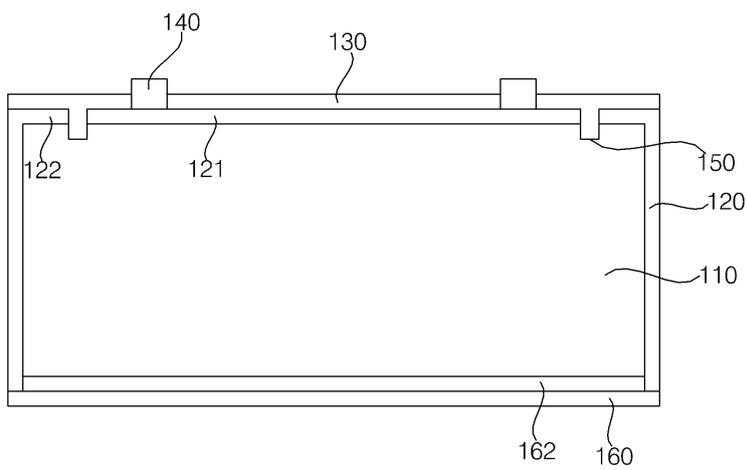
도면5



도면6

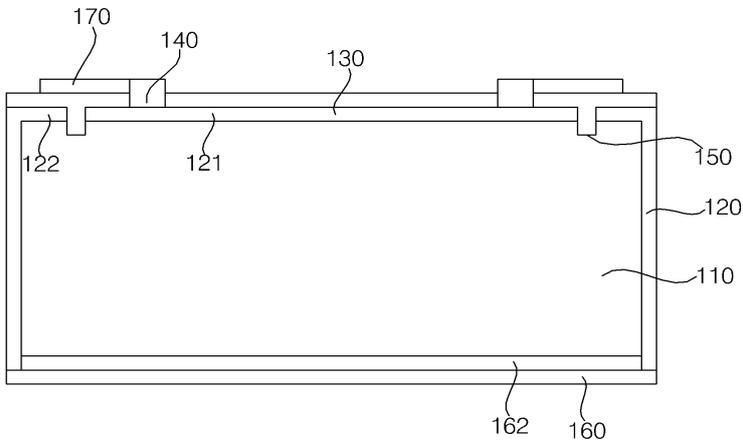


도면7



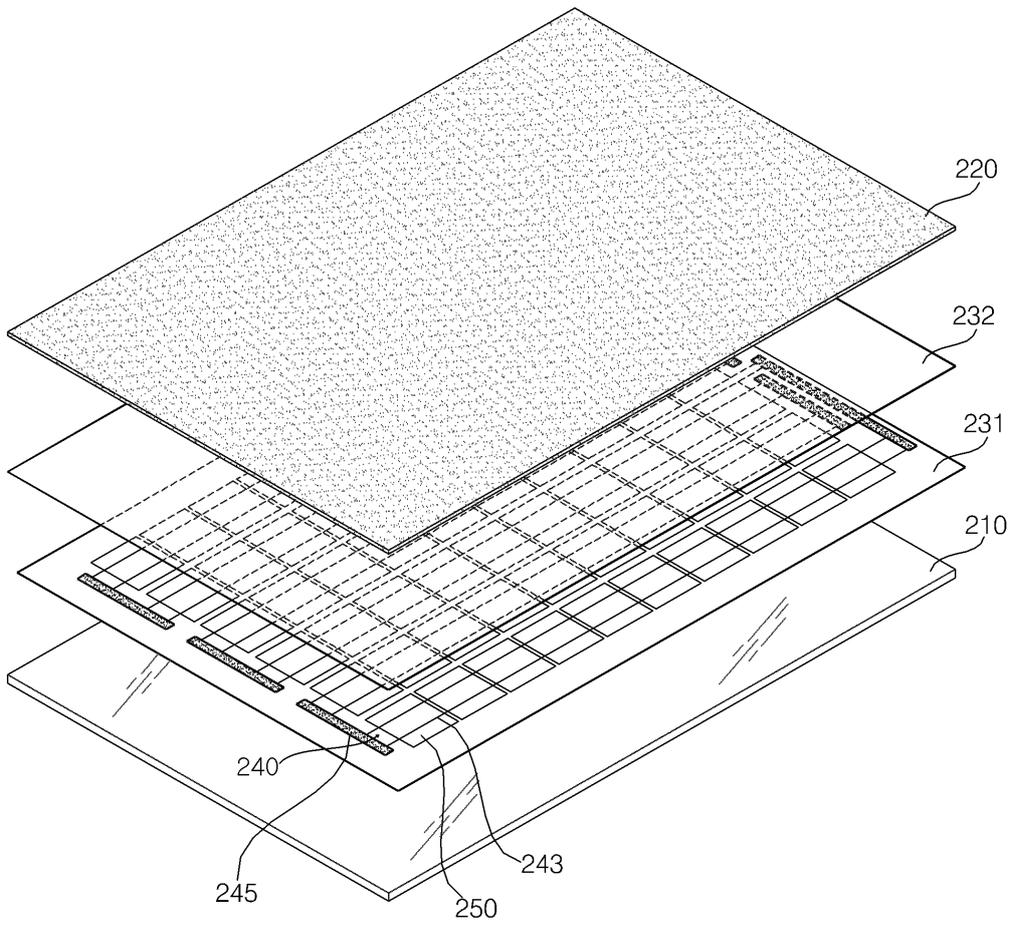
도면8

100



도면9

200



도면10

200

