



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월04일
 (11) 등록번호 10-1874016
 (24) 등록일자 2018년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)
 H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/042 (2014.01)
 (52) CPC특허분류
 H01L 31/18 (2013.01)
 H01L 31/022441 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0103158
 (22) 출원일자 2017년08월14일
 심사청구일자 2017년08월14일
 (56) 선행기술조사문헌
 WO2015152020 A1*
 JP2013191714 A*
 KR1020150060390 A*
 US20150349172 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국생산기술연구원
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
 (72) 발명자
 정채환
 광주광역시 광산구 풍영로170번길 39-10, 303동
 1201호 (장덕동, 성덕마을대방노블랜드3차아파트)
 지홍섭
 광주광역시 광산구 첨단중앙로67번길 38, 303(월
 계동)
 (74) 대리인
 특허법인성암

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 안지현

(54) 발명의 명칭 **싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명의 다양한 실시예는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 해결하고자 하는 기술적 과제는 PERC 셀에 싱글드 어레이 구조를 적용할 경우 국부적인 후면 전계층으로 인해 추가적인 전기적 저항 성분이 증가할 수 있는데, 이러한 추가적인 전기적 저항 성분의 증가를 억제할 수 있는 싱글 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

이를 위해 본 발명은 전면 전극 및 후면 전극을 포함하는 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell) 태양 전지 셀을 준비하는 단계; 상기 전면 전극 및 후면 전극중 적어도 어느 하나에 요철부를 형성하는 단계; 상기 PERC 태양 전지 셀을 싱글레이션하여, 다수의 PERC 태양 전지 유닛을 준비하는 단계; 및 상기 다수의 PERC 태양 전지 유닛중 일측의 PERC 태양 전지 유닛의 전면 전극과 타측의 PERC 태양 전지 유닛의 후면 전극 사이에 도전성 접착제를 개재하여 헝글드 어레이 구조 방식으로 상호간 접합하는 단계를 포함하는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법 및 이에 따른 태양 전지가 개시(開示)된다.

(52) CPC특허분류

H01L 31/02366 (2013.01)

H01L 31/042 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NS160041

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 [RCMS]저원가 고효율 모듈용 셀 분할 및 연결 접합 기술개발(1/3)

기여율 1/1

주관기관 제너셈(주)

연구기간 2016.12.01 ~ 2017.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

전면 전극 및 후면 전극을 포함하는 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell) 태양 전지 셀을 준비하는 단계;

상기 전면 전극 및 후면 전극중 적어도 어느 하나에 요철부를 형성하는 단계;

상기 PERC 태양 전지 셀을 싱글레이션하여, 다수의 PERC 태양 전지 유닛을 준비하는 단계; 및

상기 다수의 PERC 태양 전지 유닛중 일측의 PERC 태양 전지 유닛의 전면 전극과 타측의 PERC 태양 전지 유닛의 후면 전극 사이에 도전성 접착제를 개재하여 싱글드 어레이 구조 방식으로 상호간 접합하는 단계를 포함하고,

상기 상호간 접합하는 단계는 상기 도전성 접착제로서 도전성 필러 충전 열 경화성 수지가 이용되어 수행되며, 상기 도전성 필러 충전 열경화성 수지는 도전성 필러로서 은 플레이크와 열경화성 수지로서 다관능 에폭시를 포함하고, 또한 디카르복실산, 알테히드 및 카르복실산을 더 포함하는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 요철부를 형성하는 단계는 반응성 이온 에칭, 스퍼터 에칭, 반응성 이온 빔 에칭, 고밀도 플라즈마 에칭 또는 전자빔 에칭 방식을 이용하여 수행되는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부의 깊이 및 피치가 1 μm 내지 500 μm 로 형성되어 수행되는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 상호간 접합하는 단계는 상기 전면 전극과 상기 후면 전극의 상호간 중첩되는 영역의 폭이 1 μm 내지 2 mm 로 이루어지는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부의 주변에 상기 도전성 접착제가 상기 요철부의 외측으로 오버플로우 하지 않도록 오버 플로우 방지용 댐이 더 형성되어 수행되는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부가 피라미드, 돔, 삼각뿔, 원뿔 또는 반구 형태로 형성되어 수행되는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부가 다수의 사각 라인 또는 다수의 폐곡선 형태로 형성되어 수행되는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항, 제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지..

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 다양한 실시예는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양 전지는 태양 에너지로부터 전기 에너지를 생산하는 전지로서, 에너지 자원이 풍부하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 주목 받고 있다.

[0003] 일반적인 태양 전지는 p형과 n형처럼 서로 다른 도전성 타입(conductive type)의 반도체로 이루어진 기판(substrate) 및 에미터(emitter), 그리고 기판과 에미터에 각각 연결된 전극을 구비한다. 이때, 기판과 에미터의 계면에는 p-n 접합이 형성된다.

[0004] 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 에미터와 기판쪽으로 이동하고, 기판과 에미터에 전기적으로 연결된 전극에 의해 수집되며, 이 전극을 전선으로 연결하여 전력을 얻는다.

[0005] 이러한 발명의 배경이 되는 기술에 개시된 상술한 정보는 본 발명의 배경에 대한 이해도를 향상시키기 위한 것뿐이며, 따라서 종래 기술을 구성하지 않는 정보를 포함할 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 해결하고자 하는 과제는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다. 특히, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 해결하고자 하는 과제는 PERC 셀에 싱글드 어레이 구조를 적용할 경우 국부적인 후면 전계층(back surface field layer)으로 인해 추가적인 전기적 저항 성분이 증가할 수 있는데, 이러한 추가적인 전기적 저항 성분의 증가를 억제할 수 있는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다. 구체적으로, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 해결하고자 하는 과제는 PERC 셀의 후면 전극을 표면 처리하여, 싱글드 어레이 구조로 접합할 때 사용되는 전도성 물질의 접촉 면적을 증가시킴으로써, 결국 전기적 저항 성분을 감소시켜 필 팩터(fill factor), 개방 전압(Voc), 단락 전류(Jsc) 등의 특성을 향상시킬 수 있는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법은 전면 전극 및 후면 전극을 포함하는 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell) 태양 전지 셀을 준비하는 단계; 상기 전면 전극 및 후면 전극중 적어도 어느 하나에 요철부를 형성하는 단계; 상기 PERC 태양 전지 셀을 싱글레이션하여, 다수의 PERC 태양 전지 유닛을 준비하는 단계; 및 상기 다수의 PERC 태양 전지 유닛중 일층의 PERC 태양 전지 유닛의 전면 전극과 타층의 PERC 태양 전지 유닛의 후면 전극 사이에 도전성 접촉제를 개재하여 싱글드 어레이 구조 방식으로 상호간 접합하는 단계를 포함하고, 상기 상호간 접합하는 단계는 상기 도전성 접촉제로서 도전성 필러 충전 열 경화성 수지가 이용되어 수행되되, 상기 도전성 필러 충전 열경화성 수지는 도전성 필러로서 은 플레이크와 열경화성 수지로서 다관능 에폭시를 포함하고, 또한 디카르복실산, 알데히드 및 카르복실산을 더 포함할 수 있다.

- [0008] 상기 요철부를 형성하는 단계는 반응성 이온 에칭, 스퍼터 에칭, 반응성 이온 빔 에칭, 고밀도 플라즈마 에칭 또는 전자빔 에칭 방식을 이용하여 수행될 수 있다.
- [0009] 상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부의 깊이 및 피치가 1 μm 내지 500 μm 로 형성되어 수행될 수 있다.
- [0011] 상기 상호간 접합하는 단계는 상기 전면 전극과 상기 후면 전극의 상호간 중첩되는 영역의 폭이 1 μm 내지 2 mm로 이루어질 수 있다.
- [0012] 상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부의 주변에 상기 도전성 접착제가 상기 요철부의 외측으로 오버플로우 하지 않도록 오버 플로우 방지용 댐이 더 형성되어 수행될 수 있다.
- [0013] 상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부가 피라미드, 돔, 삼각뿔, 원뿔 또는 반구 형태로 형성되어 수행될 수 있다.
- [0014] 상기 요철부를 형성하는 단계는 상기 요철부가 다수의 사각 라인 또는 다수의 폐곡선 형태로 형성되어 수행될 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 다양한 실시예는 상술한 방법 중 어느 한 방법으로 제조된 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 다양한 실시예는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공한다. 특히, 본 발명의 다양한 실시예는 PERC 셀에 싱글드 어레이 구조를 적용할 경우 국부적인 후면 전계층으로 인해 추가적인 전기적 저항 성분이 증가할 수 있는데, 이러한 추가적인 전기적 저항 성분의 증가를 억제할 수 있는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공한다. 구체적으로, 본 발명의 다양한 실시예는 PERC 셀의 후면 전극(및/또는 전면 전극)을 표면 처리하여, 싱글드 어레이 구조로 접합할 때 사용되는 전도성 물질의 접촉 면적을 증가시킴으로써, 결국 전기적 저항 성분을 감소시켜 필 팩터, 개방 전압, 단락 전류 등의 특성을 향상시킬 수 있는 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법을 도시한 순차 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지를 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 중에서 접합 영역을 확대 도시한 확대 단면도이다.
- 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 중에서 전면 전극 및/또는 후면 전극에 형성되는 요철부의 형태 및 도전성 접착제의 도포 형태를 도시한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0019] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0020] 또한, 이하의 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이며, 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 또한, 본 명세서에서 "연결된다"라는 의미는 A 부재와 B 부재가 직접 연결되는 경우뿐만 아니라, A 부재와 B 부재의 사이에 C 부재가 개재되어 A 부재와 B 부재가 간접 연결

되는 경우도 의미한다.

- [0021] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise, include)" 및/또는 "포함하는 (comprising, including)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및 /또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0022] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안 됨은 자명하다. 이들 용어는 하나의 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 다른 영역, 층 또는 부분과 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제1부재, 부품, 영역, 층 또는 부분은 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제2부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 지칭할 수 있다.
- [0023] "하부(beneath)", "아래(below)", "낮은(lower)", "상부(above)", "위(upper)"와 같은 공간에 관련된 용어가 도면에 도시된 한 요소 또는 특징과 다른 요소 또는 특징의 용이한 이해를 위해 이용될 수 있다. 이러한 공간에 관련된 용어는 본 발명의 다양한 공정 상태 또는 사용 상태에 따라 본 발명의 용이한 이해를 위한 것이며, 본 발명을 한정하기 위한 것은 아니다. 예를 들어, 도면의 요소 또는 특징이 뒤집어지면, "하부" 또는 "아래"로 설명된 요소 또는 특징은 "상부" 또는 "위에"로 된다. 따라서, "하부"는 "상부" 또는 "아래"를 포괄하는 개념이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법에 대한 순서도가 도시되어 있다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법은 PERC 태양 전지 셀 준비 단계(S1)와, 요철부 형성 단계(S2)와, 싱글레이션 단계(S3)와, 접합 단계(S4)를 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2a 내지 도 2d를 참조하면, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법에 대한 순차 단면도가 도시되어 있다.
- [0029] 도 2a에 도시된 바와 같이, PERC 태양 전지 셀 준비 단계(S1)에서, PERC 태양 전지 셀(100)은 기판(110), 기판(110) 중에서 빛이 입사되는 입사면[이하, '전면(front surface)'라 함]에 형성된 에미터(120), 에미터(120) 위에 형성된 반사 방지막(130), 기판(110)의 전면과 대향하는 기판(110)의 후면에 형성된 복수의 보호막(passivation layer)(140), 에미터(120)와 전기적으로 연결된 복수의 전면 전극(front electrode)(150), 복수의 보호막(140)과 기판(110)에 형성된 일체의 후면 전극(back electrode)(160), 후면 전극(160)과 기판(110) 사이에 형성된 복수의 후면 전계층(170)을 포함할 수 있다.
- [0030] 기판(110)은 제1도전성 타입, 예를 들어 n형 또는 p형 도전성 타입의 실리콘으로 이루어진 반도체일 수 있다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 또는 비정질 실리콘일 수 있다. 기판(110)이 n형의 도전성 타입일 경우, 기판(110)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 포함할 수 있고, 기판(110)이 p형의 도전성 타입일 경우, 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 포함할 수 있다.
- [0031] 도 2a에 도시된 것과 달리, 대안적인 실시예로서, 기판(110)의 전면은 텍스처링(texturing)되어 요철면인 텍스처링 표면(texturing surface)을 가질 수도 있다.
- [0032] 에미터(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 제2도전성 타입, 예를 들어, p형 또는 n형의 도전성 타입인 불순물로서, 반도체 기판과 p-n 접합을 이룬다. 이러한 p-n 접합에 의한 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, 예를 들어, 기판(110)이 n형이고 에미터(120)가 p형일 경우, 분리된 정공은 에미터(120) 쪽으로 이동하고 분리된 전자는 기판(110) 쪽으로 이동하여, 기판(110)에서 전자가 다수 캐리어가 되며, 에미터(120)에서 정공이 다수 캐리어가 된다.
- [0033] 에미터(120)는 기판(110)과 p-n접합을 형성하므로, 본 실시예와 달리, 기판(110)이 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터(120)는 n형의 도전성 타입을 가진다. 이 경우, 분리된 정공은 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 전자는 에미터(120) 쪽으로 이동한다.

- [0034] 에미터(120)가 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터(120)는 붕소, 갈륨, 인듐 등과 같은 3가 원소의 불순물을 기관(110)에 도핑하여 형성될 수 있지만, 반대로 에미터(120)가 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터(120)는 인, 비소, 안티몬 등과 같이 5가 원소의 불순물을 기관(110)에 도핑하여 형성될 수 있다.
- [0035] 반사 방지막(130)은 에미터(120) 위에 실리콘 질화막(SiNx)이나 실리콘 산화막(SiOx)이 증착되어 형성될 수 있다. 반사 방지막(130)은 태양 전지로 입사되는 빛의 반사율을 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시켜, 태양 전지의 효율을 높인다. 반사 방지막(130)은 필요에 따라 생략될 수 있다.
- [0036] 복수의 보호막(140)은 기관(110)의 후면에 형성되며, 기관(110)의 후면 근처에서 전하의 재결합율을 감소시키는 역할을 한다. 또한 기관(110)을 통과한 빛이 복수의 보호막(140)에 의해 반사되어 기관(110) 쪽으로 재입사하도록 하므로, 복수의 보호막(140)에 의해 기관(110)을 통과한 빛의 재입사율도 높아 진다.
- [0037] 복수의 보호막(140)은, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 실리콘 질화막이나 실리콘 산화막으로 형성될 수 있다. 이밖에도, 복수의 보호막(140)은 낮은 비저항값을 갖는 다양한 무기 유전체(예를 들면, 실리사이드계 물질)로 형성될 수 있다.
- [0038] 복수의 전면 전극(150)은 에미터(120) 위에 형성되어 에미터(120)와 전기적으로 연결되고, 서로 이격되게 정해진 방향으로 뻗어있다. 복수의 전면 전극(150)은 에미터(120) 쪽으로 이동한 전하, 예를 들면, 정공/전자를 수집하여 외부 장치로 출력하는 역할을 한다.
- [0039] 이러한 복수의 전면 전극(150)은, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 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 하나로 형성될 수 있다.
- [0040] 후면 전극(160) 역시 도전성 물질로 이루어져 있고, 실질적으로 복수의 보호막(140)과 기관(110)의 후면에 일체로 형성된다. 보호막(140)과 보호막(140)의 사이에는 하층인 기관(110)의 후면이 노출되어 있는 복수의 노출부가 형성되어, 후면 전극(160)의 일부가 이러한 노출부를 통해 기관(110)과 전기적으로 연결된다. 이러한 후면 전극(160)은 기관(110) 쪽으로부터 이동하는 전하, 예를 들어 전자/정공을 수집하여 이를 외부 장치에 출력하는 역할을 한다.
- [0041] 후면 전극(160)은, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 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 있다.
- [0042] 후면 전계층(170)은 후면 전극(160)과 기관(110) 사이에 형성될 수 있다. 복수의 후면 전계층(170)은 기관(110)과 동일한 도전성 타입의 불순물이 기관(110)보다 고농도로 도핑된 영역, 예를 들면, n+/p+ 영역이다. 기관(110)과 후면 전계층(170)과의 불순물 농도 차이로 인해 전위 장벽이 형성되고, 이로 인해, 기관(110)의 후면쪽에서의 정공/전자 이동이 방해되어 기관(110)의 후면에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 현상이 방지될 수 있다.
- [0043] 이와 같은 구조를 갖는 본 실시예에 따른 PERC 태양 전지 셀(100)은 기관(110)의 후면에 복수의 보호막(140)을 형성하여, 기관(110)의 표면에 존재하는 불안정 결함으로 인한 전하의 재결합을 감소시킨 것으로서 그 동작은 다음과 같다.
- [0044] 태양 전지 셀(100)로 빛이 조사되어 반사 방지막(130)과 에미터(120)를 통해 반도체 기관(110)으로 입사되면 빛 에너지에 의해 반도체 기관(110)에서 전자-정공 쌍이 발생한다. 이때, 반사 방지막(130)에 의해 기관(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기관(110)으로 입사되는 빛의 양이 증가한다.
- [0045] 이들 전자-정공 쌍의 전자와 정공은 기관(110)과 에미터(120)의 p-n접합에 의해, 예를 들어, p형의 도전성 타입을 갖는 에미터(120)와 n형의 도전성 타입을 갖는 기관(110) 쪽으로 각각 이동한다.
- [0046] 이처럼, 에미터(120) 쪽으로 이동한 정공은 전면 전극(150)에 의해 수집되고, 기관(110) 쪽으로 이동한 전자는 인접한 후면 전극(160)에 의해 수집된다. 이러한 전면 전극(150)과 후면 전극(160)을 도선으로 연결하게 되면 전류가 흐르게 되고, 이를 외부에서 전력으로 이용할 수 있게 된다.
- [0047] 기관(110)과 후면 전극(160) 사이에 비저항이 낮고 실리콘(Si)과의 접촉 특성이 우수한 복수의 보호막(140)이 더 형성되어 있으므로 기관(110)의 표면에서 불안정한 결함에 의한 전하의 재결합율이 크게 줄어 태양 전지 셀의 효율이 향상된다.

- [0049] 한편, 도 2b에 도시된 바와 같이, 요철부 형성 단계(S2)에서, 전면 전극(150) 및/또는 후면 전극(160)에 요철부(151,161)가 형성될 수 있다. 요철부(151,161)는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 반응성 이온 에칭, 스퍼터 에칭, 반응성 이온 빔 에칭, 고밀도 플라즈마 에칭, 샌드블라스팅 에칭 또는 전자빔 에칭 방식에 의해 형성될 수 있다.
- [0050] 요철부(151,161)는, 일례로, 60초 동안 2.5keV의 전자빔 에칭 방식으로 형성될 수 있다. 요철부(151,161)는, 다른 예로, 다양한 습식 에칭 방식으로 형성될 수도 있다. 더욱이, 요철부(151,161)는 통상의 사진 식각 공정에 의해 정밀한 깊이 및 피치를 갖는 패턴 형태로 형성될 수도 있다.
- [0051] 또한, 요철부(151,161)의 깊이(또는 높이/두께) 및 피치는 대략 1 μm 내지 대략 500 μm로 형성됨이 바람직하다.
- [0052] 요철부(151,161)의 깊이 및 피치가 대략 1 μm 보다 작으면, 하기할 도전성 접착제(190)의 디스펜싱 공정 중 도전성 접착제(190)가 원하지 않는 영역으로 플로우(flow)될 수 있고, 이에 따라 하기할 접합 영역(180)의 외측이 도전성 접착제(190)로 오염될 수 있다. 이는 태양 빛의 입사율을 낮춰 태양 전지의 효율을 저하시키는 원인이 될 수 있다.
- [0053] 또한, 요철부(151,161)의 깊이 및 피치가 대략 500 μm보다 크다면, 도전성 접착제(190)의 디스펜싱 공정 중 도전성 접착제(190)가 요철부(151,161)를 충분히 덮지 않을 수 있고, 이에 따라 접합 영역(180)이 형성되지 않을 수 있다. 즉, 요철부(151,161)의 최상단 높이가 너무 높아 이 부분이 도전성 접착제(190)로 덮이지 않음으로써, 상호간 접합이 원활하게 수행되지 않을 수 있다.
- [0054] 또한, 요철부(151,161)의 단면 형태는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 정피라미드, 역피라미드, 돔, 삼각뿔, 원뿔 또는 반구 형태를 포함할 수 있다. 이와 같은 다양한 형태의 요철부(151,161)에 의해, 하기할 접합 영역(180)의 접합 면적이 증가하고, 이에 따라 접합 영역(180)에서의 기계적/전기적 접합력이 향상될 수 있다.
- [0055] 한편, 전면 전극(150) 및/또는 후면 전극(160)에 형성된 요철부(151,161)의 폭(다르게 설명하면, 전면 전극(150)과 후면 전극(160)의 상호간 중첩되는 영역의 폭 또는 접합 영역(180)의 폭)은 대략 1 μm 내지 2 mm로 형성됨이 바람직하다.
- [0056] 요철부(151,161)의 폭, 중첩 영역 또는 접합 영역(180)의 폭이 대략 1 μm 보다 작으면, 일측 PERC 태양 전지 유닛(101)과 타측 PERC 태양 전지 유닛(101) 사이에 기계적/전기적 접합력이 약하여 상호간 쉽게 분리되기 쉽다.
- [0057] 또한, 요철부(151,161)의 폭, 중첩 영역 또는 접합 영역(180)의 폭이 대략 2 mm 보다 크면, 태양 빛에 대한 수광 면적이 감소할 수 있다. 이는 전체적인 태양 전지의 효율 저하로 이어진다.
- [0059] 도 2c에 도시된 바와 같이, 싱글레이션 단계(S3)에서, PERC 태양 전지 셀(100)이 소잉 또는 싱글레이션되어 낱개의 PERC 태양 전지 유닛(101)이 구비된다. PERC 태양 전지 셀(100)은, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 레이저 빔, 다이아몬드 블레이드 또는 화학적 식각 방식 등에 의해 다수의 PERC 태양 전지 유닛(101)으로 분리될 수 있다. 이러한 싱글레이션 공정에 의해, 하나의 PERC 태양 전지 유닛(101)은 일측 상부에 요철부(151)를 갖는 전면 전극(150)을 포함하고, 타측 하부에 요철부(161)를 갖는 후면 전극(160)을 포함할 수 있다.
- [0061] 도 2d에 도시된 바와 같이, 접합 단계(S4)에서, 다수의 PERC 태양 전지 유닛(101)중 일측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 전면 전극(150)과 타측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 후면 전극(160) 사이에 도전성 접착제(190)가 개재되어, 싱글드 어레이 구조 방식으로, 상호간 접합된다.
- [0062] 일례로, 일측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 전면 전극(150)과 타측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 후면 전극(160) 사이에 도전성 접착제(190)가 개재된 상태에서, 상호간 가압되고, 또한 대략 100 °C 내지 250 °C의 온도가 제공됨으로써, 상호간 기계적/전기적으로 접속될 수 있다. 여기서, 도전성 접착제(190)에 의해 형성된 영역이 접합 영역(180)으로 정의될 수 있다.
- [0063] 더불어, 도전성 접착제(190)가 일측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 전면 전극(150) 중 요철부(151)에만 디스펜싱되거나, 또는 타측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 후면 전극(160) 중 요철부(161)에만 디스펜싱된 후, 접합 공정이 수행될 수 있다. 또한, 도전성 접착제(190)가 일측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 전면 전극(150) 중 요철부(151)와 타측의 PERC 태양 전지 유닛(101)의 후면 전극(160) 중 요철부(161)에 각각 디스펜싱된 후, 접합 공정이 수행될 수 있다.
- [0065] 이러한 도전성 접착제(190)는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 도전성 필러 충전 열 경화성 수지를 포함할 수 있다.

- [0066] 도전성 필러는 입자들이 서로 접점을 이루어 통전을 해주는 역할을 하는데, 도전 입자의 재료로는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 은(Ag), 금(Au), 니켈(Ni), 구리(Cu), 탄소(C) 등이 여러 가지 크기와 모양으로 만들어져 사용될 수 있다. 이 중에서도 특히, 은이 가장 바람직한데, 그 이유는 ① 높은 전도도 ② 간단한 가공 ③ 플레이크 형태로 최대의 접점 효과 ④ 산화물이 되었을 때에도 열화가 덜 된다(다른 금속의 산화물은 절연체가 된다)는 특징을 갖기 때문이다.
- [0067] 도전성 필러의 입자 형상은 많은 점과 면 접촉을 위하여 플레이크 형상의 입자가 바람직하다. 이러한 도전성 필러는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 대략 1 μm 내지 3 μm 의 입자 사이즈를 가질 수 있으며, 도전성 접착제(190) 중 대략 10 wt% 내지 90wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0068] 또한, 열 경화성 수지는, 예를 들면, 한정하는 것은 아니지만, 에폭시, 시아네이트 에스테르, 실리콘, 폴리우레탄을 포함할 수 있다. 물론, 이러한 열 경화성 수지 외에도 폴리이미드, 에폭시 페놀과 같은 열 가소성 수지도 이용될 수 있다.
- [0069] 열가소성 수지는 수리하거나 리워크(rework)하기 쉬운 장점이 있으나, 고온에서 열화되기 쉽고 폴리이미드와 같이 용제를 포함하는 것도 있다(잔류 용제는 가열 시 증발로 인해 틈새가 생겨 신뢰도의 문제가 된다).
- [0070] 본 발명의 다양한 실시예에서, 접착력, 내화학성, 내부식성, 저 코스트 등의 장점을 갖는 열 경화성 에폭시 수지가 가장 바람직하다.
- [0072] 한편, 이러한 도전성 접착제(190)의 전기 전도도가 더욱 향상되도록 본 발명에서는 다음과 같은 처리가 추가적으로 수행될 수 있다.
- [0073] 고분자 매트릭스의 수축도 증가 - 일반적으로 도전성 접착제(190)는 경화 전에 비해 경화 후 전기 전도도가 더욱 향상된다. 따라서, 에폭시를 기재로 한 도전성 접착제의 경우 다관능 에폭시를 첨가하여, 경화 시 수축도가 증가하면서 전기 전도도가 더욱 증가하도록 할 수 있다.
- [0074] 은 플레이크 표면의 윤활유 막 대체 - 은 플레이크를 함유한 도전성 접착제(190)는 플레이크 표면에 매트릭스에 의한 분산을 돕고, 접착제와의 레올로지 특성을 갖는 유기 윤활유의 막이 있다. 이 막은 절연성을 갖게 되므로 도전성 접착제의 경화 작업 도중에 이 막을 일부 또는 전부 제거함으로써(일례로, 짧은 사슬의 디카르복실산을 첨가함) 전기 전도도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0075] 도전성 접착제에 환원제를 첨가 - 도전성 접착제(190)에 함유된 은 플레이크가 산화하면 산화은은 전도성이 낮지만(다른 금속 산화물은 절연성을 갖는다), 그래도 금속 자체에 비하여서는 전도도가 떨어진다. 따라서, 도전성 접착제(190)의 배합 시 알데히드를 첨가하여 산화은이 은으로 환원되도록 하고, 카르복실산이 생성되도록 함으로써, 전기 전도도가 이중으로 향상되도록 할 수 있다
- [0076] 저온 천이 액상(TLP; Transient Liquid Phase) 필러 사용 - TLP를 형성하는 금속 혼합물을 필러로 사용하면, 경화 작업 중에 저온에서 액상이 생기면서 저융점 금속(예를 들면, Sn-58Bi: 융점 139 $^{\circ}\text{C}$, Sn-50.9In: 융점 117 $^{\circ}\text{C}$)과 고용점 금속(예를 들면, Sn-0.7Cu: 융점 221 $^{\circ}\text{C}$, Sn-3.5Ag: 융점 221 $^{\circ}\text{C}$)의 네트워크가 이뤄져 전기 전도도가 더욱 향상될 수 있다.
- [0077] 은 나노 필러의 저온 소결 - 은 나노 필러를 사용하면, 나노 크기의 입자는 마이크론 크기의 입자보다 접촉 저항이 커서 전기 전도도가 떨어지지만, 은 나노를 대략 100 $^{\circ}\text{C}$ 이하에서 금속 소결시키면 접촉 면적이 줄어들게 되어 전기 전도도가 향상될 수 있다.
- [0078] 이와 같이 하여, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, PERC 태양 전지 셀에 싱글드 어레이 구조를 적용할 경우에도 추가적인 저항 성분의 증가가 억제될 수 있다. 즉, PERC 태양 전지 셀(100)의 전면 전극(150) 및/또는 후면 전극(160)을 표면 처리하여, 싱글드 어레이 구조로 접합할 때 사용되는 도전성 접착제(190)의 접촉 면적을 증가시킴으로써, 결국 저항 성분을 감소시켜 필 팩터, 개방 전압, 단락 전류의 특성을 향상시킬 수 있도록 한다. 더욱이, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 도전성 접착제에 다양한 처리(예를 들면, 고분자 매트릭스의 수축도 증가, 은 플레이크 표면의 윤활유 막 대체, 환원제 첨가, 저온 천이 액상 필러 사용, 저온 소결 등)를 수행함으로써, 도전성 접착제의 전기적 저항을 더욱 감소시킬 수 있다.
- [0080] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지(102)의 단면도가 도시되어 있다.
- [0081] 도 3에 도시된 바와 같이, 실질적으로 전면 전극(150) 및/또는 후면 전극(160)에 형성되는 요철부(151,161)의

폭 또는 접합 영역(180)의 폭은 전체 PERC 태양 전지(102)의 폭에 비해 상대적으로 작으며, 상호간 접합된 PERC 태양 전지 유닛(101)들은 대략 싱글드 어레이 구조를 갖게 된다. 즉, PERC 태양 전지(101)가 평평한 지면에 놓였을 때, PERC 태양 전지 셀(101) 각각은 지면에 대하여 대략 경사진 형태를 한다.

- [0083] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 중에서 접합 영역(180)의 확대 단면도가 도시되어 있다.
- [0084] 도 4에 도시된 바와 같이, 요철부(151,161)의 주변에 도전성 접착제(190)가 요철부(151,161)의 외측으로 오버플로우 하지 않도록 오버 플로우 방지용 댐(152,162)이 더 형성될 수 있다. 이러한 댐(152,162)은 요철부(151,161)로부터 일정 높이 더 돌출되어 형성될 수 있다. 즉, 전면 전극(150)중 요철부(151)의 주변에 돌출된 댐(152)이 형성되고, 그리고/또는 후면 전극(160)중 요철부(161)의 주변에 돌출된 댐(162)이 형성될 수 있다.
- [0085] 또한, 이러한 오버 플로우 방지용 댐(152,162)은, 평면에서 보았을 때, 대략 사각 라인 형태 또는 폐곡선 형태로 형성됨으로써, 그 내측에 디스펜싱된 도전성 접착제(190)가 댐(152,162)의 외측으로 오버 플로우 되지 않도록 한다.
- [0086] 더불어, 이러한 댐(152,162)은 도전체 또는 절연체로 형성될 수 있다.
- [0088] 도전체로 댐(152,162)이 형성될 경우, 일례로, 한정하는 것은 아니지만, 댐(152,162)은 공융점 솔더(eutectic solder: Sn37Pb), 고용점 솔더(High lead solder: Sn95Pb) 또는 납이 없는 솔더(lead-free solder: SnCu, SnAg, SnAgCu, SnAgBi, SnAgBiIn, SnAgZn, AnZn, SnBi, SnIn 등)로 형성될 수 있으며, 이때 전면 전극(150)에 형성된 댐(152)과 후면 전극(160)에 형성된 댐(152)이 상호간 리플로우되어 전기적으로 접속될 수 있다. 따라서, 이러한 댐(152,162)은 도전성 접착제(190)와 함께 일측의 PERC 태양 전지 유닛(101)과 타측의 PERC 태양 전지 유닛(101) 사이의 전기 전도도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0090] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지(102) 중에서 전면 전극(150) 및/또는 후면 전극(160)에 형성되는 요철부(251,261)의 형태 및 도전성 접착제(190)의 도포 형태에 대한 개략도가 도시되어 있다.
- [0091] 도 5a에서 좌측의 점선으로 표시된 요철부(251)는 전면 전극(150)에 형성된 것을 의미하고, 도 5a에서 우측의 실선으로 표시된 요철부(261)는 후면 전극(160)에 형성된 것을 의미한다. 또한, 도 5b는 이해의 편의를 위해 요철부(261)를 정사각 형태로 축소하여 도시한 것이다.
- [0092] 도 5b에 도시된 바와 같이, 요철부(261)는 다수의 사각 라인 또는 다수의 폐곡선 형태로 형성될 수 있고, 또한 도전성 접착제(190)는 이러한 요철부(261)의 내측에 도포될 수 있다. 여기서, 도전성 접착제(190)의 도포 영역은 요철부(261)의 최외곽 사이즈보다 작게 형성되어야 한다. 예를 들면, 도전성 접착제(190)의 도포 영역은 요철부(261)의 최외곽으로부터 3개 내지 5개의 요철 내측에 형성될 수 있다. 따라서, 접합 공정에서 일측의 전면 전극(150)에 형성된 요철부(251)와 타측의 후면 전극(160)에 형성된 요철부(261)가 도전성 접착제(190)를 매개로 하여 상호간 압착 및 경화될 때, 상술한 다수의 사각 라인 또는 다수의 폐곡선 형태의 요철부(251,261)의 특성으로 인해, 도전성 접착제(190)의 오버 플로우 현상이 방지된다. 즉, 도전성 접착제(190)의 디스펜싱 영역 외측에 형성된 다수의 사각 라인 또는 다수의 폐곡선 형태의 요철이 댐 역할을 대신 수행하게 된다.
- [0094] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 싱글드 어레이 구조를 갖는 고효율 PERC 태양 전지 및 그 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

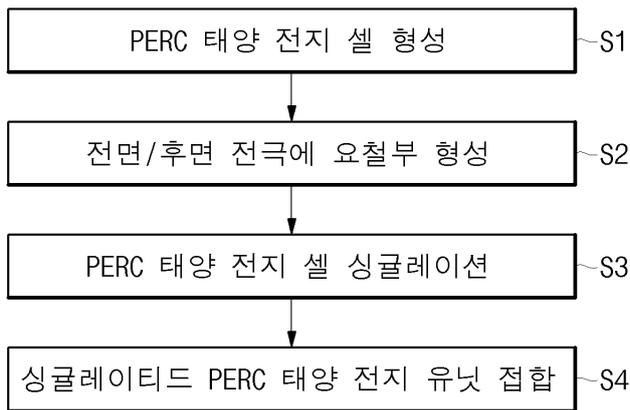
부호의 설명

- [0095] 100; PERC 태양 전지 셀
- 101; PERC 태양 전지 유닛
- 102; PERC 태양 전지
- 110; 기관
- 120; 에미터

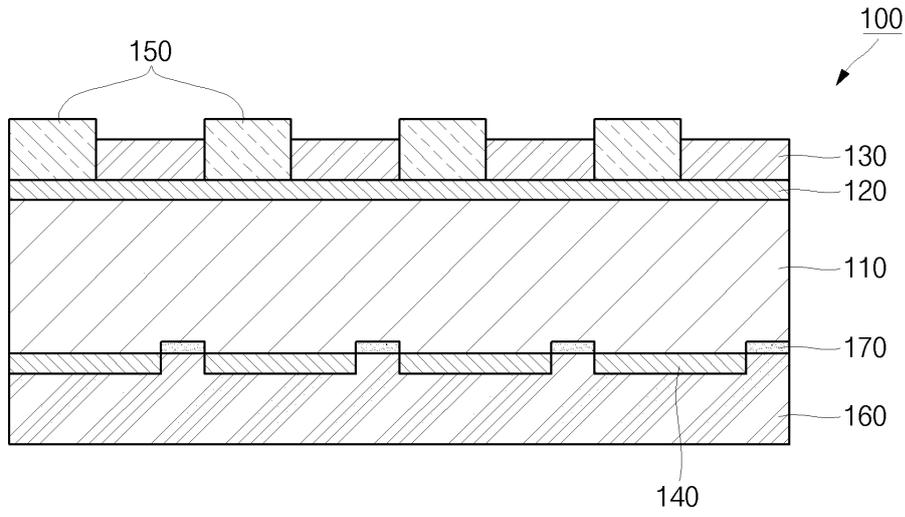
- 130; 반사 방지막
- 140; 보호막
- 150; 전면 전극
- 151; 요철부
- 152; 댐
- 160; 후면 전극
- 161; 요철부
- 162; 댐
- 170; 후면 전계층
- 180; 집합 영역
- 190; 도전성 접착제

도면

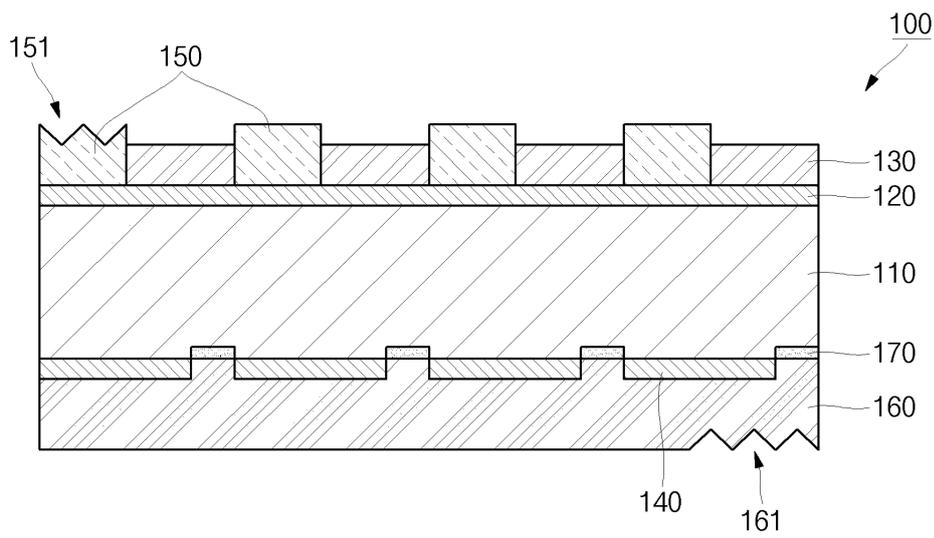
도면1



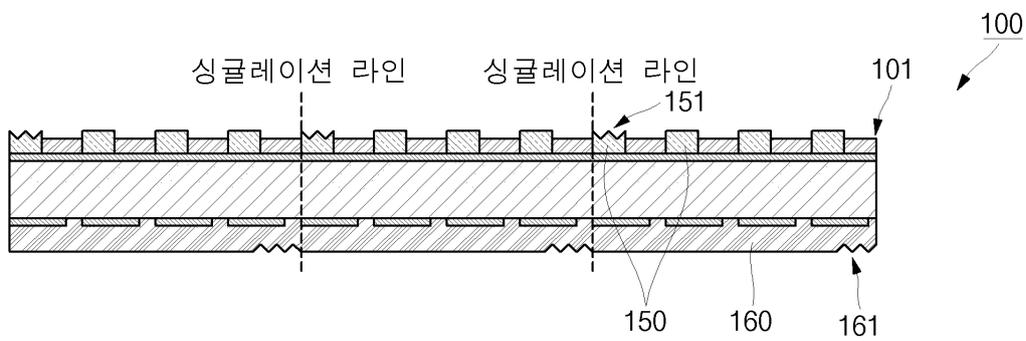
도면2a



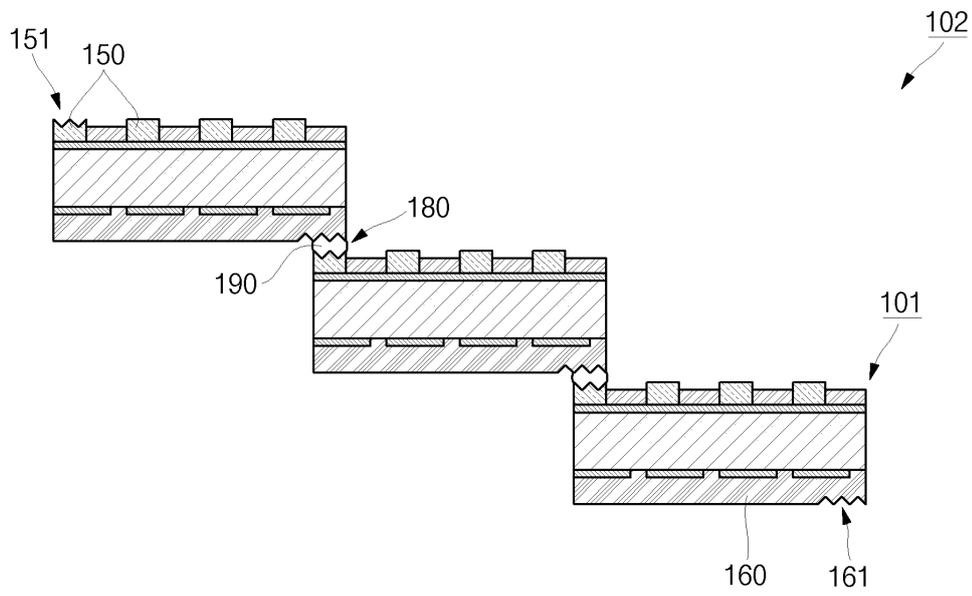
도면2b



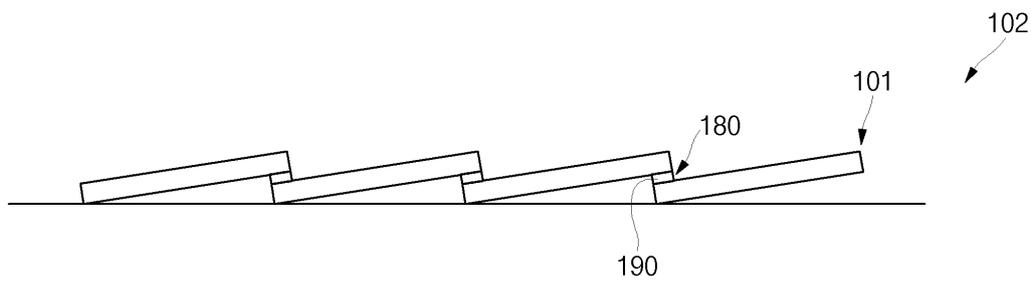
도면2c



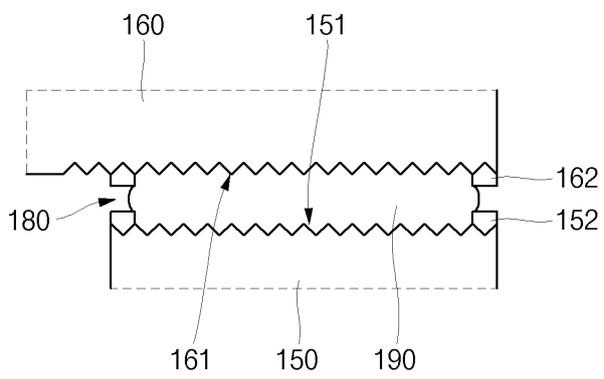
도면2d



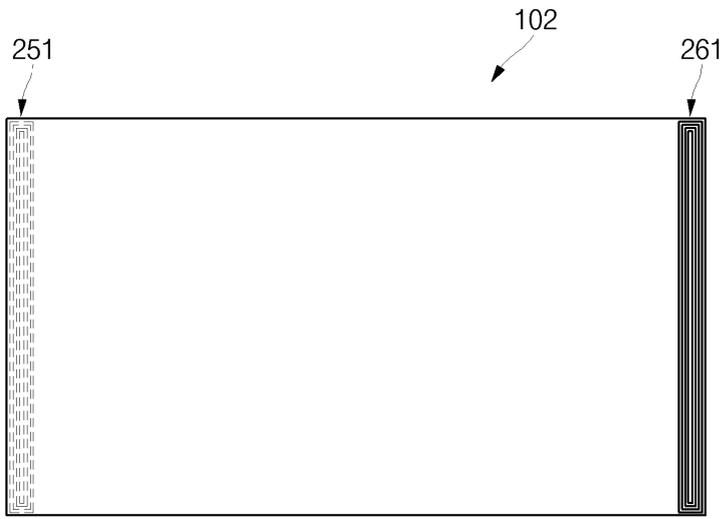
도면3



도면4



도면5a



도면5b

