(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0048867
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/18 (2006.01) *H01L 31/02* (2006.01)
H01L 31/05 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/18 (2013.01)
H01L 31/02002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0131445
(22) 출원일자 2018년10월31일
심사청구일자 2018년10월31일

(71) 출원인
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
(72) 발명자
정채환
광주광역시 광산구 풍영로170번길 39-10 성덕마을대방노블랜드3차아파트 303동 1201호
지홍섭
광주광역시 광산구 첨단중앙로67번길 38(월계동) 303호
김기림
광주광역시 광산구 임방울대로826번길 19-37(첨단2동), 위너스타운 202호
(74) 대리인
특허법인명

전체 청구항 수 : 총 9 항

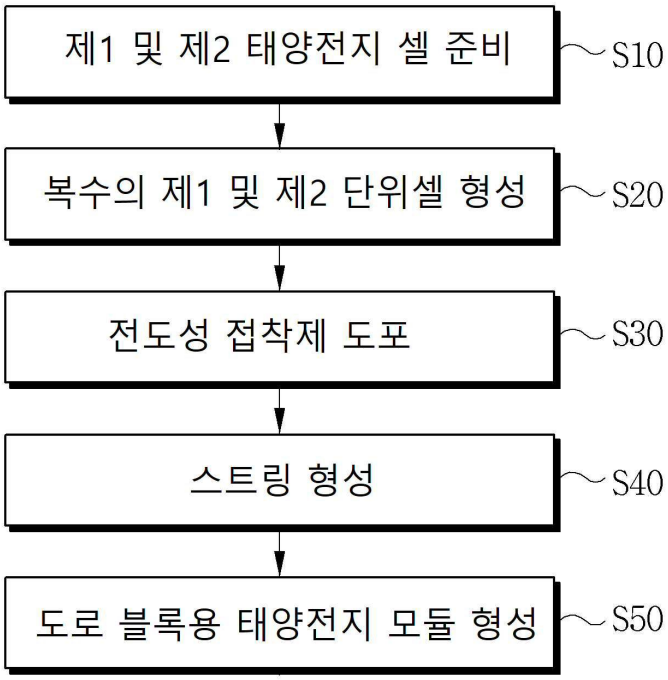
(54) 발명의 명칭 **도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법**

(57) 요 약

스트링 어레이 방식으로 제작되어 규격화된 태양광 도로 블록에서 동일 면적 내에 더 많은 태양전지 셀을 내장할 수 있는 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 관한 것으로, (a) 전면 전극과 후면 전극이 마련된 제1 및 제2 태양전지 셀을 준비하는 단계, (b) 상기 단계 (a)의 제1 및 제2 태양전지 셀을 각각 절단하여 복수의 제1 단

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



위 셀 및 제2 단위 셀을 형성하는 단계, (c) 상기 단계 (b)에서 마련된 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전면 전극과 후면 전극 중의 적어도 어느 하나에 전도성 접착제를 도포하는 단계 및 (d) 상기 단계 (c)에서 상기 전도성 접착제가 도포된 상기 제1 단위 셀 또는 제2 단위 셀의 각각의 전면 전극과 후면 전극을 서로 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전극 형성 부분의 길이는 동일하고 폭은 상이한 구성을 마련하여, 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 최대 개수의 태양전지 셀이 스트링 어레이로 배치할 수 있다.

(52) CPC특허분류
H01L 31/0504 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20173010012880
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지기술개발사업
연구과제명 [RCMS]고성능 16% C-Si 모듈 및 고내구, 고기능성 12% Fexible CIGS 박막 태양광 모듈을 적용한 도로일체형 모듈 개발(2/4)
기 여 율 1/1
주관기관 한국생산기술연구원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

쉥글드 어레이 구조의 도로 블록용 태양전지 모듈을 제조하는 방법으로서,

(a) 전면 전극과 후면 전극이 마련된 제1 및 제2 태양전지 셀을 준비하는 단계,

(b) 상기 단계 (a)의 제1 및 제2 태양전지 셀을 각각 절단하여 복수의 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀을 형성하는 단계,

(c) 상기 단계 (b)에서 마련된 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전면 전극과 후면 전극 중의 적어도 어느 하나에 전도성 접착제를 도포하는 단계 및

(d) 상기 단계 (c)에서 상기 전도성 접착제가 도포된 상기 제1 단위 셀 또는 제2 단위 셀의 각각의 전면 전극과 후면 전극을 서로 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전극 형성 부분의 길이는 동일하고 폭은 상이한 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 및 제2 태양전지 셀은 각각 3 분할, 4 분할, 5 분할, 6 분할 중의 어느 하나의 방식으로 절단되는 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 3

제1항에서,

상기 단계 (b)에서

상기 제1 태양전지 셀은 4 분할 방식으로 절단되고,

상기 제2 태양전지 셀은 5 분할 방식으로 절단된 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 4

제3항에서,

상기 도로 블록의 규격에 적합하도록 다수의 제1 단위 셀과 적어도 하나의 제2 단위 셀을 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성한 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 5

제4항에서,

상기 도로 블록의 규격은 가로 x 세로가 300㎜ x 300㎜ 또는 500㎜ x 500㎜인 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 6

제4항에서,

상기 도로 블록의 규격은 가로 x 세로가 500㎜ x 500㎜이고,

하나의 도로 블록에는 3개의 쉥글드 어레이 구조의 태양전지 스트링이 포함되는 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 7

제6항에서,

1개의 싱글드 모듈 구조의 태양전지 스트링은 4 분할 방식으로 절단된 11개의 제1 태양전지 셀과 5 분할 방식으로 절단된 1개의 제2 태양전지 셀로 형성된 것을 특징으로 하는 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 8

제1항에서,

(e) 전도성 환형 와이어를 이용하여 상기 단계 (d)에서 형성된 복수의 싱글드 어레이 구조의 태양전지 스트링을 서로 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 블록용 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 9

청구항 제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항의 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는 블록용 태양전지 모듈.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 태양광 도로용 대면적 스트링 어레이 제작을 위해 다양한 폭을 가진 태양전지 셀의 접합에 관한 것으로, 특히 스트링 어레이 방식으로 제작되어 규격화된 태양광 도로 블록에서 동일 면적 내에 더 많은 태양전지 셀을 내장할 수 있는 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 현재, 주 에너지원인 화석연료는 그 매장량이 점차 고갈되고 있으며 지구온난화 등 지구환경에 악영향을 미치고 있어 인류는 대체에너지 개발에 박차를 가하고 있다. 환경문제 및 고갈의 우려가 없는 대체에너지로 풍력, 수력, 원자력, 태양에너지 등이 있으며, 그중 무한한 에너지원으로 알려진 태양광 발전은 화석연료를 대체할 수 있는 미래의 대안으로 급부상하고 있다.

[0004] 태양광 발전은 무한정, 무공해의 태양 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 태양광 발전의 기본 원리는 반도체 PN 접합으로 구성된 태양전지(solar cell)에 태양광이 조사되면 광에너지에 의한 전자, 정공 쌍이 생겨나고, 전자와 정공이 이동하여 n 층과 p 층을 가로질러 전류가 흐르게 되는 광기전력 효과에 의해 기전력이 발생하여 외부에 접속된 부하에 전류가 흐르게 된다.

[0005] 태양전지 모듈은 태양전지를 외부환경으로부터 보호하기 위하여 다층 구조로 이루어진다. 태양전지 모듈 프레임은 태양전지 모듈의 기계적인 강도를 유지하고, 태양전지와 태양전지의 전면 및 후면에 적층되는 재료들을 강하게 접합시키는 역할을 수행한다.

[0006] 태양전지를 사용한 태양전지 모듈의 제조에서 일반적으로 대규모 증설을 통한 고정비의 절감, 실리콘 웨이퍼의 비용을 줄이기 위해 셀의 두께를 줄이는 것과 같은 원재료 사용량을 줄이거나 공정상의 손실(loss)을 줄이는 방법 등으로 모듈 원가를 절감하는 것이 유효했지만, 기술의 발전에 따라 더 이상 대규모 증설과 원재료 사용량 감축은 쉽지 않아지고 있다.

[0007] 한편, 최근에는 지붕에 설치하는 패널의 크기가 제한돼 있어 생산할 수 있는 전기가 한정되므로, 태양광 패널을 도로에 장착하는 기술이 개발되고 있다. 네덜란드에서 개발된 태양광 패널 도로인 "솔라로드(SolaRoad)"는 2.5m x 3.5m 크기의 콘크리트 모듈로 구성돼 있으며, 이 콘크리트 위에 실리콘 태양광 전지를 설치하고, 그 위에 두께 1㎝의 강화유리가 장착되어 오염물질의 침투를 방지하고 무거운 하중으로부터 태양광 전지를 보호해줄 뿐 아니라, 달리는 차량의 미끄러짐도 방지해주는 기능을 갖게 한다.

[0008] 이와 같은 태양광 패널에 적용되는 태양전지 모듈은 다수의 스트링(string)이 직렬 연결되어 구성된다. 예를 들어, 4개의 스트링이 하나의 태양광 모듈을 구성하며, 이들 각각은 독립적으로 태양광 발전 기능을 갖는다. 이러한 태양광 모듈 스트링은 부하까지 직접 전력 케이블이 연결되는데 종종 선로의 누전으로 인해 불필요한 전력

소모가 심각하게 누적되는 문제점이 있다.

[0010] 이러한 기술의 일 예가 하기 문헌 1 내지 3 등에 개시되어 있다.

[0011] 예를 들어, 하기 특허문헌 1에는 도 1에 도시된 바와 같이, 전면 전극(150) 및 후면 전극(160)을 포함하는 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell) 태양 전지(102) 셀을 준비하는 단계, 상기 전면 전극 및 후면 전극 중 적어도 어느 하나에 요철부(151, 161)를 형성하는 단계, 상기 PERC 태양 전지 셀을 싱귤레이션하여 다수의 PERC 태양 전지 유닛(101)을 준비하는 단계 및 상기 다수의 PERC 태양 전지 유닛 중 일측의 PERC 태양 전지 유닛의 전면 전극과 타측의 PERC 태양 전지 유닛의 후면 전극 사이의 접합 영역(180)에 도전성 접착제(190)를 개재하여 쉥글드 어레이 구조 방식으로 상호 간 접합하는 단계를 포함하고, 상기 상호 간 접합하는 단계는 상기 도전성 접착제로서 도전성 필러 충전 열 경화성 수지가 이용되어 수행되되, 상기 도전성 필러 충전 열경화성 수지는 도전성 필러로서 은 플레이크와 열경화성 수지로서 다관능 에폭시를 포함하는 고효율 PERC 태양 전지의 제조 방법에 대해 개시되어 있다.

[0012] 또 하기 특허문헌 2에는 도 2에 도시된 바와 같이, 각각의 태양전지 서브모듈(710) 양단의 전극에 도전성 접착제(702)를 도포하는 도전성 접착제 도포 단계, 보호용 덮개유리(720)에 투명 접착제(704)를 도포하는 투명 접착제 도포 단계, 복수의 태양전지 서브모듈의 전극을 서로 겹쳐 상기 보호용 덮개유리에 배열하는 태양전지 서브모듈 배열 단계 및 상기 도전성 접착제 및 상기 투명 접착제를 가열 및 경화시키는 가열 및 경화 단계를 포함하는 염료감응형 태양전지의 제조 방법에 대해 개시되어 있다.

[0013] 한편, 하기 특허문헌 3에는 상부가 개구되고 내부는 비어있으며 도로에 매립되는 하우징, 상기 하우징의 내부에 형성되어 태양광선의 빛 에너지를 전기에너지로 변환하는 태양광 모듈, 상기 하우징 양 측면에 각각 형성되며 상기 태양광 모듈에서 변환된 전기에너지를 저장하는 배터리, 상기 하우징 내부에 형성되어 상기 배터리로부터 전력을 공급받아 상기 하우징의 개구된 상부 방향으로 빛을 발산하여 신호 및 차선을 안내하는 LED 모듈, 상기 하우징의 개구된 상부에 형성되어 상기 하우징 내부를 보호하고 빛이 유입되거나 유출될 수 있도록 투명하게 형성되는 투명커버를 포함하는 도로에 매립되어 신호 및 차선을 안내하는 주행유도장치에 대해 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1874016호(2018.06.27 등록)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제2013-0117090호(2013.10.25 공개)

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허공보 제2018-0106678호(2018.10.01 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 상술한 바와 같은 특허문헌 1에 개시된 기술에서는 도전성 접착제(ECA)를 이용하여 분할된 각 셀의 전면 전극과 후면 전극을 서로 직렬로 연결하여 쉥글드 모듈 방식의 태양전지 스트링을 제작하는 것에 대해 기재되어 있지만, 도로 블록용 태양전지 모듈의 출력과 경제성을 고려한 구조에 대해서는 개시되어 있지 않았다.

[0017] 또 상기 특허문헌 2에는 도전성 접착제 및 투명 접착제의 경화 온도가 실온(25℃)~100℃ 범위에 대해서만 개시되어 있을 뿐, 이 특허문헌 2에도 도로 블록용 태양전지 모듈에서 스트링 어레이의 배치 구조에 대해서는 개시되어 있지 않았다.

[0018] 또한, 상기 특허문헌 3에서는 하우징의 내부에 형성되어 태양광선의 빛 에너지를 전기에너지로 변환하는 태양광 모듈에 대해서만 개시되어 있을 뿐, 스트링 어레이 및 도로 블록용 태양전지 모듈에서 스트링 어레이의 배치 구조에 대해서는 전혀 개시되어 있지 않았다.

[0020] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 최대 개수의 태양전지 셀이 스트링 어레이로 배치될 수 있는 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 다른 목적은 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 태양전지 모듈의 출력을 증가시킬 수 있는 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0022] 본 발명의 또 다른 목적은 태양전지의 수광면적 감소를 최소화하여 태양전지의 출력을 향상시킬 수 있는 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0024] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법은 쉥글드 어레이 구조의 도로 블록용 태양전지 모듈을 제조하는 방법으로서, (a) 전면 전극과 후면 전극이 마련된 제1 및 제2 태양전지 셀을 준비하는 단계, (b) 상기 단계 (a)의 제1 및 제2 태양전지 셀을 각각 절단하여 복수의 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀을 형성하는 단계, (c) 상기 단계 (b)에서 마련된 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전면 전극과 후면 전극 중의 적어도 어느 하나에 전도성 접착제를 도포하는 단계 및 (d) 상기 단계 (c)에서 상기 전도성 접착제가 도포된 상기 제1 단위 셀 또는 제2 단위 셀의 각각의 전면 전극과 후면 전극을 서로 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전극 형성 부분의 길이는 동일하고 폭은 상이한 것을 특징으로 한다.

[0025] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 상기 제1 및 제2 태양전지 셀은 각각 3 분할, 4 분할, 5 분할, 6 분할 중의 어느 하나의 방식으로 절단되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 상기 단계 (b)에서 상기 제1 태양전지 셀은 4 분할 방식으로 절단되고, 상기 제2 태양전지 셀은 5 분할 방식으로 절단된 것을 특징으로 한다.

[0027] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 상기 도로 블록의 규격에 적합하도록 다수의 제1 단위 셀과 적어도 하나의 제2 단위 셀을 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성한 것을 특징으로 한다.

[0028] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 상기 도로 블록의 규격은 가로 x 세로가 300㎜ x 300㎜ 또는 500㎜ x 500㎜인 것을 특징으로 한다.

[0029] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 상기 도로 블록의 규격은 가로 x 세로가 500㎜ x 500㎜이고, 하나의 도로 블록에는 3개의 쉥글드 어레이 구조의 태양전지 스트링이 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, 1개의 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링은 4 분할 방식으로 절단된 11개의 제1 태양전지 셀과 5 분할 방식으로 절단된 1개의 제2 태양전지 셀로 형성된 것을 특징으로 한다.

[0031] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에서, (e) 전도성 환형 와이어를 이용하여 상기 단계 (d)에서 형성된 복수의 쉥글드 어레이 구조의 태양전지 스트링을 서로 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈은 상술한 블록용 태양전지 모듈의 제조방법에 의해 제조된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0034] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 의하면, 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전극 형성 부분의 길이는 동일하고 폭은 상이한 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전면 전극과 후면 전극 중의 적어도 어느 하나에 전도성 접착제를 도포하여 제1 단위 셀 또는 제2 단위 셀의 각각의 전면 전극과 후

면 전극을 서로 직렬 연결하여 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성하는 것에 의해 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 최대 개수의 태양전지 셀이 스트링 어레이로 배치할 수 있다는 효과가 얻어진다.

[0035] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 의하면, 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 최대 개수의 태양전지 셀을 스트링 어레이로 배치하는 것에 의해 태양전지 모듈의 출력을 증가시킬 수 있다는 효과가 얻어진다.

[0036] 또 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 의하면, 전도성 환형 와이어를 이용하여 복수의 태양전지 스트링을 서로 전기적으로 연결하는 구조를 적용하는 것에 의해 기존 리본 와이어를 적용한 구조보다 셰이딩(Shading) 영역을 감소시키고 이에 따른 입사면적의 증가로 인한 태양전지 모듈의 출력을 향상시킬 수 있다는 효과도 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 종래의 PERC 태양 전지 유닛의 전면 전극과 후면 전극 사이에 도전성 접착제가 개재된 쉥글드 어레이 구조를 설명하는 도면,

도 2는 염료감응형 태양전지의 제조 방법을 설명하기 위한 도면,

도 3은 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조 과정을 설명하기 위한 공정도,

도 4는 본 발명에 적용되는 태양전지 셀의 사진,

도 5는 분할 전극 종류에 따른 전류밀도와 세이딩의 관계를 나타낸 그래프,

도 6은 분할 전극 종류에 따른 FF(곡선 인자)와 직렬저항의 변화를 나타낸 그래프,

도 7은 분할 패턴의 전극 구조 중 5 분할 전극 패턴의 일 예를 나타낸 도면,

도 8은 5 분할된 태양전지 구조의 일 예를 나타내는 도면,

도 9는 4 분할된 태양전지 구조의 일 예를 나타내는 도면,

도 10은 4 분할 셀과 5 분할 셀의 결합 관계를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명의 상기 및 그 밖의 목적과 새로운 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면에 의해 더욱 명확하게 될 것이다.

[0040] 본원에서 사용하는 용어 "쉥글드(shingled) 어레이 구조"는 태양전지 모듈의 단위당 변환 효율과 출력을 높이기 위해 전면 전극과 후면 전극이 마련된 태양전지 셀을 절단하여 복수의 단위 셀을 형성하고 이 전면 전극과 후면 전극을 전도성 접착제로 접착하여 연결된 구조를 의미한다.

[0041] 또 "태양전지 모듈"은 프레임 상에서 다수개의 쉥글드 어레이 구조의 태양전지 스트링이 전기적으로 연결되고, 전면에 유리가 위치하고, 후면에는 EVA 시트가 형성되어 태양전지 패널을 형성하는 것을 의미한다.

[0042] 본원에서 사용하는 용어 "전도성 접착제(Electroconductive Adhesive)"는 전기 전자 제품이나 회로의 배선 접합에 사용하는 전기 전도성을 가진 접착제를 의미한다.

[0044] 이하, 본 발명에 따른 실시 예를 도면에 따라서 설명한다.

[0045] 도 3은 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조 과정을 설명하기 위한 공정도이고, 도 4는 본 발명에 적용되는 태양전지 셀의 사진이다.

[0046] 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈의 제조는 먼저, 도 3에 도시된 바와 같이, 전면 전극과 후면 전극이 마련된 제1 및 제2 태양전지 셀을 준비한다(S10).

[0047] 상기 제1 및 제2 태양전지 셀의 각각은 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같은 셀 구조로서, 기판, 기판 중에서 빛이 입사되는 입사면인 전면에 형성된 에미터, 에미터 위에 형성된 반사 방지막, 기판의 전면과 대향하는 기판

의 후면에 형성된 다수의 보호막(passivation layer), 에미터와 전기적으로 연결된 다수의 전면 전극, 다수의 보호막과 기판에 형성된 일체의 후면 전극, 후면 전극과 기판 사이에 형성된 다수의 후면 전계층을 포함할 수 있다.

[0048] 상기 기판은 제1도전성 타입, 예를 들어 n형 또는 p형 도전성 타입의 실리콘으로 이루어진 반도체일 수 있고, 상기 에미터는 기판의 도전성 타입과 반대인 제2도전성 타입, 예를 들어, p형 또는 n형의 도전성 타입의 불순물로서, 반도체 기판과 p-n 접합을 형성하게 한다.

[0049] 상기 반사 방지막은 에미터 위에 실리콘 질화막(SiNx)이나 실리콘 산화막(SiOx)이 증착되어 형성될 수 있으며, 상기 다수의 보호막은 기판의 후면에 형성되며, 기판의 후면 근처에서 전하의 재결합율을 감소시키는 기능을 갖도록 한다.

[0050] 상기 다수의 전면 전극은 에미터 위에 형성되어 에미터와 전기적으로 연결되고, 서로 이격되게 정해진 방향으로 정렬되고, 에미터 쪽으로 이동한 전하, 예를 들면, 정공/전자를 수집하여 외부 장치(부하)로 출력하는 기능을 가지며, 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 이루어지며, 본 발명에서 상기 전면 전극은 은(Ag)으로 이루어진 구성을 적용하였다.

[0051] 상기 후면 전극은 도전성 물질로 이루어져 있고, 다수의 보호막과 기판의 후면에 일체로 형성될 수 있으며, 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어질 수 있으며, 본 발명에서는 제조 비용 등을 고려하여 상기 후면 전극은 알루미늄(Al)으로 이루어진 구성을 적용하였다.

[0052] 상기 후면 전계층은 후면 전극과 기판 사이에 형성될 수 있으며, 기판의 후면 쪽으로의 정공/전자 이동이 방해되어 기판의 후면에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 현상이 방지하는 기능을 갖는다.

[0053] 다음에 상기 단계 S10에서 마련된 제1 및 제2 태양전지 셀을 각각 절단하여 복수의 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀을 형성한다(S20).

[0054] 본 발명에 적용되는 제1 및 제2 태양전지 셀을 각각 절단하여 복수의 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀을 형성하는 구조에서 3 분할, 4 분할, 5 분할, 6 분할 구조 및 결합에 대해 도 5 내지 도 10에 따라 설명한다.

[0055] 도 5는 분할 전극 종류에 따른 전류밀도와 세이딩의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 단락전류밀도(short-circuitcurrent density)는 셀 분할 개수가 많아짐에 따라 전극으로 인한 광학적 손실 증가로 인해 감소한다. 즉 3 분할 패턴 셀의 경우, 전극에 의해 가려지는 면적 비율이 5.98%였으나, 6 분할 전극 패턴에서는 8.64%로 증가하였다. 그 결과 전면 전극으로 인한 음영으로 발생되는 전류량이 감소하여 분할 셀 수가 많아질수록 전류밀도가 감소하는 것을 볼 수 있다.

[0056] 도 6은 분할 전극 종류에 따른 FF(곡선 인자)와 직렬저항의 변화를 나타낸 그래프이다. 3 분할 전극 셀의 Rs는 5.8 mΩ이며 분할 수가 많아질수록 직렬저항이 작아져 6 분할 전극 셀의 경우 4.2 mΩ이다. 셀 분할 수가 증가함에 따라 전면에서의 전극면적 증가로 인해 직렬저항이 감소하며, 그 결과 FF가 향상된다. 효율은 5 분할 전극 구조에서 1923%로 다른 전극 구조보다 가장 높은 수치를 나타냈다.

[0057] 도 5 및 도 6에 따른 결과 본 발명에서는 4 분할 및 5 분할 구조를 적용하는 것이 바람직한 것을 알 수 있었다.

[0058] 도 7은 분할 패턴의 전극 구조 중 5 분할 전극 패턴의 일 예를 나타낸 도면으로, 빨간색 선은 전면 핑거(finger)와 버스바, 파란색은 후면 Ag 패드를 나타낸 것이다. 셀 크기는 가로, 세로 156.75㎜, 핑거의 개수는 104개, 핑거의 폭은 50㎛이다. 절단 선은 노란색 점선으로 표현했으며 분할 전극 구조의 특성상 절단되어 다른 분할 셀과 접합 되는 부분의 Ag 버스바는 3㎜이며, 절단이 이루어지지 않는 양 끝단의 버스바의 폭은 1.5㎜이다.

[0059] 도 8은 5 분할된 태양전지 구조의 일 예를 나타내는 도면으로서, 버스바는 1.5㎜이며 분할된 태양전지이기 때문에 웨이퍼 폭은 31.15㎜이다.

[0060] 상술한 도 5 내지 도 8에 대해서는 "Shingled 모듈 적용을 위한 태양전지 전극 구조 최적화(오원제 등, Accepted April 3, 2018)"에 개시되어 있다.

[0061] 도 9는 4 분할된 태양전지 구조의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0062] 상기 단계 S20에서의 4분할 또는 5분할의 절단은 예를 들어, 나노 세컨드 레이저(532nm, 20ns, 30-100 KHz from Coherent)에 의해 실행될 수 있다. 즉 532nm 파장을 사용하는 20ns 레이저에서 평균 파워 10W, 주파수 50KHz, 스캔 속도 1,300mm/s로 설정하여 실행될 수 있다.

[0063] 본 발명에서는 도 5 내지 도 9에 따라 상기 복수의 제1 단위 셀은 도 9에 도시된 바와 같은 4 분할 방식으로 절단된 4 분할 셀(100)을 사용하며, 상기 복수의 제2 단위 셀은 도 8에 도시된 바와 같은 5 분할 방식으로 절단된 5 분할 셀(200)의 구조를 적용한다.

[0064] 이어서 상기 단계 S20 마련된 상기 제1 단위 셀 및 제2 단위 셀의 전면 전극과 후면 전극 중의 적어도 어느 하나에 전도성 접착제를 도포한다(S30).

[0065] 이러한 전도성 접착제로서는 시장에 나와 있는 전도성 접착제 중에 본 발명에 적합한 높은 전도성과 알맞은 점도를 가진 제품으로서, 예를 들어 SKC Panacol의 EL-3012, EL-3556, EL-3653, EL-3655과 Henkel의 CE3103WLV, CA3556HF을 적용할 수 있으며, 예를 들어, 25℃에서의 점도 28,000~35,000 mPa·s(cP), 전기적 특성으로서, 체적 저항률 0.0025 Ω·cm, 경화 온도 130~150℃, 경화 시간 25~35초의 특성이 있는 접착제를 적용한다. 또 전도성 접착제에서 전도성 충진제는 Au, Pt, Pd, Ag, Cu, Ni 및 카본 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

[0066] 상기 단계 S30에서 전도성 접착제의 도포는 마이크로 디스펜서의 니들에서 토출되는 전도성 접착제의 토출량을 제어하여 실행된다. 상술한 전도성 접착제의 도포는 예를 들어, 25℃에서의 점도 28,000~35,000 mPa·s(cP), 전기적 특성의 체적 저항률 0.0025 Ω·cm, 경화 온도 130~150℃, 경화 시간 25~35초의 특성이 있는 전도성 접착제를 250㎛의 직경을 갖는 마이크로 디스펜서의 니들에서 토출량을 RPM의 제어로 실행된다.

[0067] 상술한 전도성 접착제의 도포는 상기 전면 전극 또는 후면 전극 중의 어느 하나에 대해 실행되던가 전면 전극과 후면 전극에 각각 실행될 수 있다. 이와 같은 전면 전극과 후면 전극에 대한 도포의 위치 설정은 전도성 접착제의 특성 및 토출량에 따라 결정될 수 있다.

[0068] 상기 단계 S30에서 상기 전도성 접착제가 도포된 상기 제1 단위 셀 또는 제2 단위 셀의 각각의 전면 전극과 후면 전극을 도 10에 도시된 바와 같이 서로 직렬 연결하여 도로 블록용 쉥글드 모듈 구조의 태양전지 스트링을 형성한다(S40). 도 10은 4 분할 셀과 5 분할 셀의 결합 관계를 나타내는 도면이다. 상기 단계 S40에서의 태양전지 스트링 형성은 25~35초 및 130~150℃의 열처리 조건에서 실행될 수 있다.

[0069] 본 발명이 적용되는 도로 블록용 쉥글드 모듈의 제작시에 사용되는 태양광 도로 블록은 정해진 규격이 있으며, 일반적으로 가로 x 세로가 300mm x 300mm 또는 500mm x 500mm인 규격등이 사용된다.

[0070] 예를 들어, 500mm x 500mm 규격의 태양광 도로 블록을 제작할 경우, 배선 처리를 위한 공간을 제외하면 450mm의 공간에 태양광 단위 셀을 설치할 수 있다.

[0071] 본 발명에 사용되는 4 분할 셀(100)은 예를 들어 도 9에 도시된 바와 같이, 길이 156.8mm, 폭 32.9mm으로 형성되고, 출력이 1.2W이고, 5 분할 셀(200)의 출력이 1.0W인 경우, 도 10에 도시된 바와 같이 4 분할 셀(100)과 5 분할 셀(200)의 결합에 의해 2.2W가 출력된다.

[0072] 한편, 제1 단위 셀인 4 분할 셀(100)을 12개 사용하여 스트링 어레이를 제작할 경우 455mm의 길이로 되므로, 450mm의 공간에 적용하기 위해서는 4 분할 셀(100) 11개를 사용하여 스트링 어레이 제작해야 한다. 이와 같이 제작된 스트링 어레이의 출력은 약 13.2W이다.

[0073] 본 발명에 의하면, 제1 단위 셀인 4 분할 셀(100) 11개와 제2 단위 셀인 5 분할 셀(200) 1개를 직렬로 연결하면 스트링 어레이의 길이는 450mm가 되어 500mm x 500mm 규격의 태양광 도로 블록 제작에 사용 가능하며, 이때의 출력은 14.2W이다.

[0074] 본 발명에 따른 쉥글드 어레이 구조의 도로 블록용 태양전지 모듈에서는 예를 들어 500mm x 500mm 규격의 태양광 도로 블록에 3줄의 스트링 어레이가 적용되며 11개의 제1 단위 셀인 4 분할 셀(100)과 추가된 1개의 제2 단위 셀인 5 분할 셀(200)로 인한 출력 증가분은 태양광 도로용 블록 1개당 1.0W의 출력을 갖는 5 분할 셀(200)의 추가에 의해 3W를 얻을 수 있다..

[0075] 예를 들어, 10m x 10m 면적에 태양광 도로 블록을 설치할 경우, 총 400개의 블록이 필요하며, 본 발명을 적용하면, 15,600W에서 16,800W로 증가, 즉 동일 면적에서 1,200W의 출력 증가를 기대할 수 있다.

[0076] 또한, 20m x 20m 면적에 태양광 도로 블록을 설치할 경우, 본 발명을 이용하면, 62,400W에서 67,200W로 증가,

즉 4,800W의 출력 증가를 기대할 수 있다.

[0077] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 설치 면적이 증가할수록 추가로 얻게 되는 출력이 선형적으로 증가하게 된다.

[0078] 또한, 본 발명에서는 예를 들어, 전도성 환형 와이어를 이용하여 상기 단계 S40에서 형성된 복수의 태양전지 스트링을 직렬, 병렬 또는 직병렬 연결하여 도로 블록용 태양전지 모듈을 형성한다(S50).

[0079] 즉 본 발명에서는 종래의 2~3㎜의 폭을 갖는 리본 와이어 대신 0.2~0.5㎜, 바람직하게는 0.3~0.4㎜의 직경을 갖는 전도성 환형 와이어를 적용하여 스트링 간 접합을 실행할 수 있다. 따라서 광입사 면적이 최대로 되도록 셰이딩(Shading) 부분을 감소시켜 태양전지 모듈의 출력을 증가시킬 수도 있다.

[0080] 또한, 본 발명에 따른 쉥글드 어레이 구조의 도로 블록용 태양전지 모듈에서는 상술한 바와 같이, 쉥글드 어레이 구조에서 전도성 환형 와이어를 적용하므로, 스트링과의 접촉 저항을 줄임으로써 출력을 향상시킬 수도 있다.

[0082] 이상 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

산업상 이용가능성

[0084] 본 발명에 따른 도로 블록용 태양전지 모듈 및 그 제조방법을 사용하는 것에 의해 도로에 적용되는 블록의 규격 내에서 최대 개수의 태양전지 셀이 스트링 어레이로 배치할 수 있다.

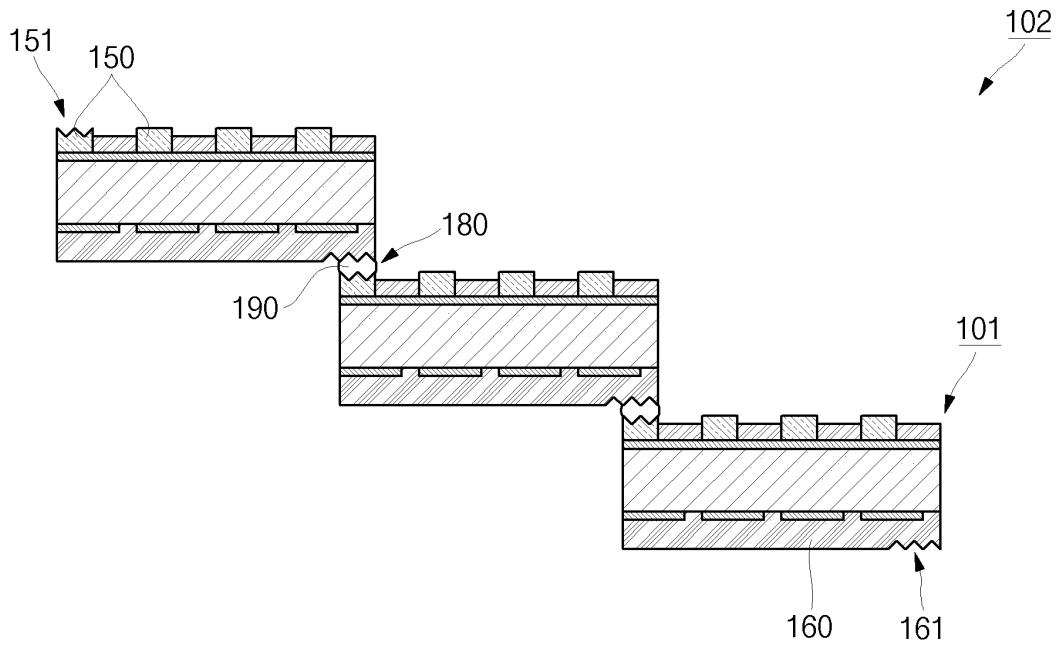
부호의 설명

[0085] 100 : 4 분할 셀

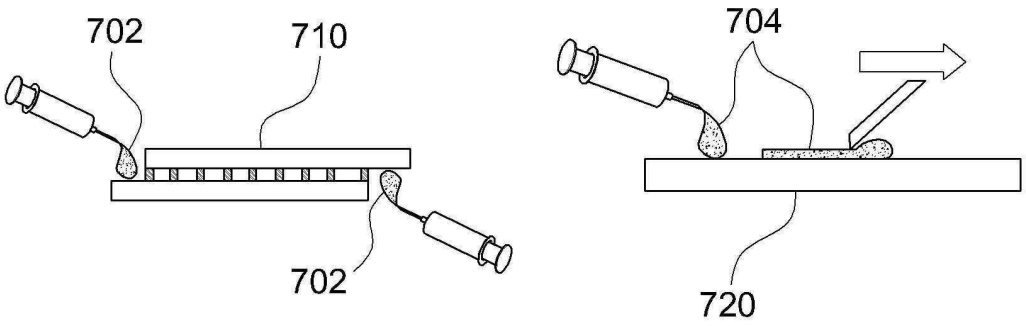
200 : 5 분할 셀

도면

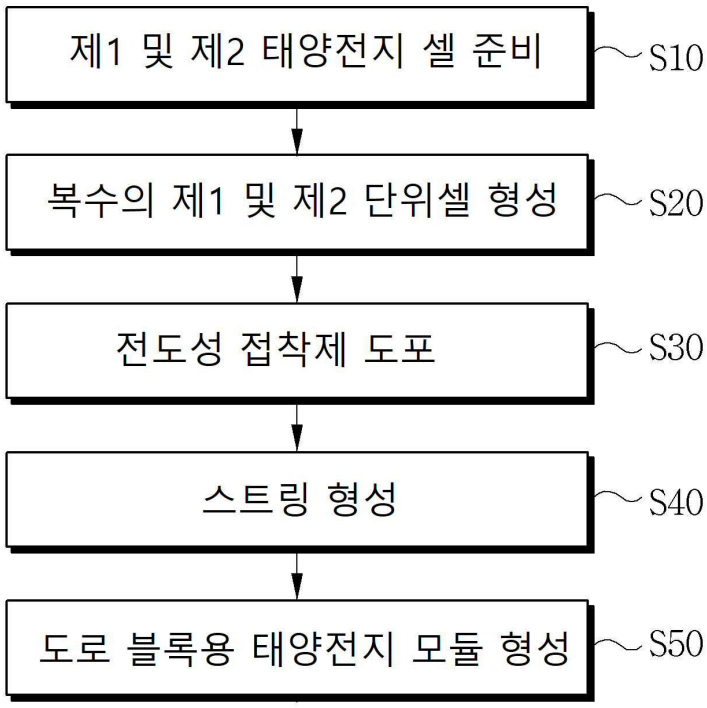
도면1



도면2


702
710
702
704
720

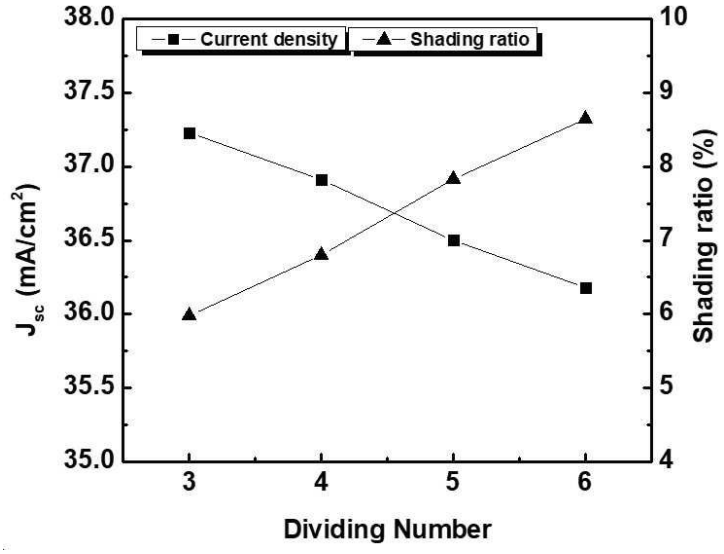
도면3


제1 및 제2 태양전지 셀 준비
S10
복수의 제1 및 제2 단위셀 형성
S20
전도성 접착제 도포
S30
스트링 형성
S40
도로 블록용 태양전지 모듈 형성
S50

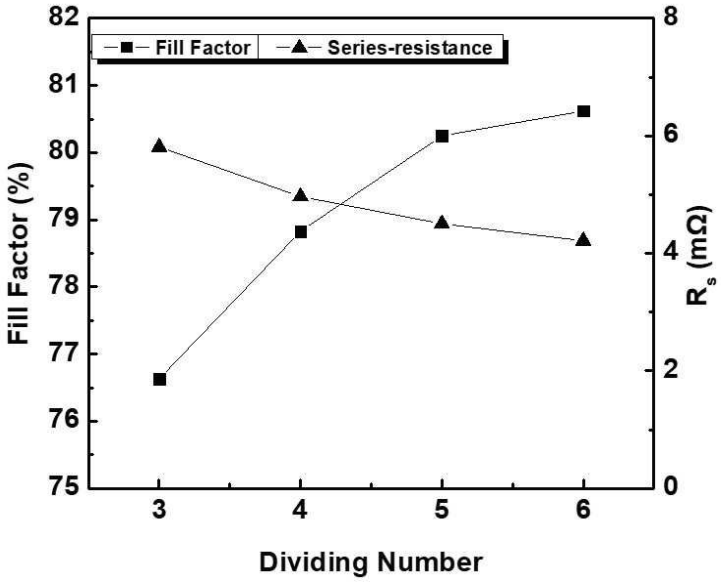
도면4



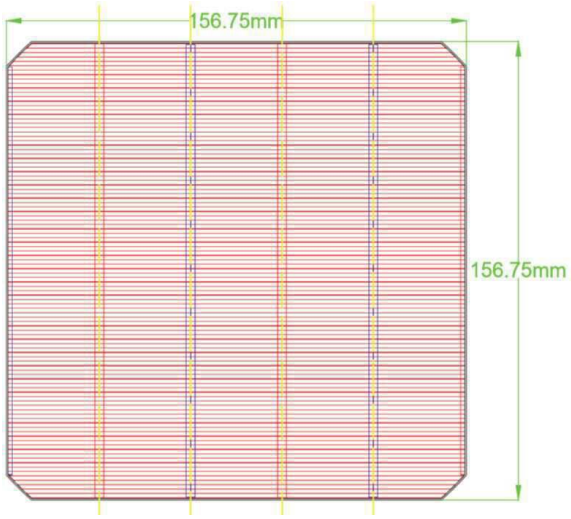
도면5


Current density
Shading ratio
38.0
37.5
37.0
36.5
36.0
35.5
35.0
J_{sc} (mA/cm^2)
10
9
8
7
6
5
4
Shading ratio (%)
3
4
5
6
Dividing Number

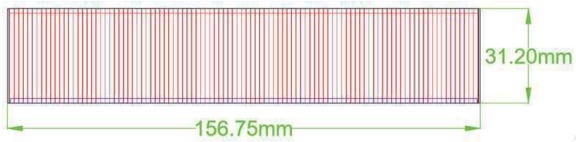
도면6



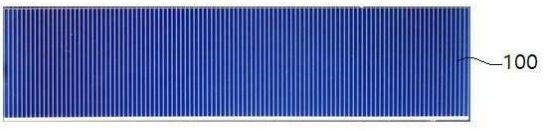
도면7



도면8



도면9



도면10

