



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0051019
(43) 공개일자 2018년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/42 (2006.01) H01L 51/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/4213 (2013.01)
H01L 31/02168 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0147797
(22) 출원일자 2016년11월08일
심사청구일자 2016년11월08일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김동환
서울특별시 서초구 서초대로48길 73, 101호
강윤목
경기도 수원시 팔달구 중부대로223번길 54-13,
202동 1008호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정은열

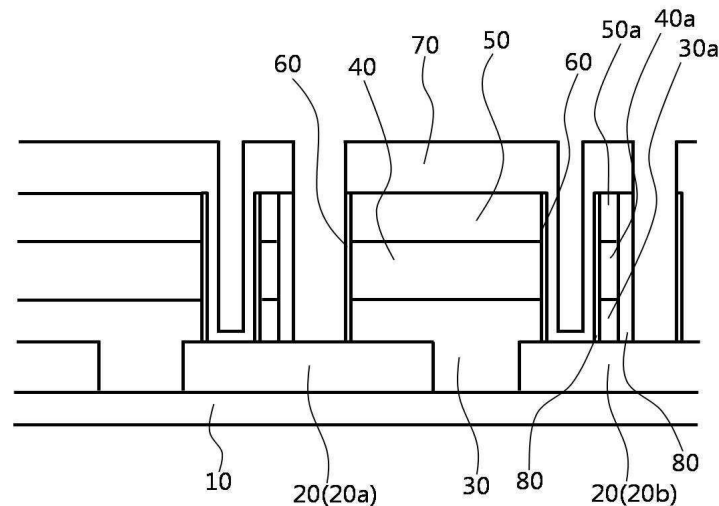
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 페로브스카이트 태양전지 모듈 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 페로브스카이트 태양전지 모듈 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 태양광이 입사하는 투명기관(10), 투명기관(10) 상에 서로 이격되어 배치되는 다수의 제1 전극(20); 제1 전극(20) 중 서로 인접하는 한 쌍의 제1 전극(20)에 걸쳐 적층되는 전자전달층(30), 전자전달층(30) 상에, 페로브스카이트 물질이 배치되어 형성되는 흡수층(40), 흡수층(40) 상에 형성되는 정공전달층(50), 한 쌍의 제1 전극(20) 각각에 배치되어, 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층의 양측을 커버하는 한 쌍의 제1 손상방지막(60), 및 정공전달층 상에 형성되는 제2 전극(70)을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 31/022425 (2013.01)

H01L 31/02366 (2013.01)

H01L 31/1868 (2013.01)

H01L 51/448 (2013.01)

Y02E 10/549 (2013.01)

(72) 발명자

이해석

경기도 용인시 기흥구 동백5로 41, 3001동 103호

김성탁

광주광역시 서구 염화로40번길 18, 3동 802호

배수현

서울특별시 동대문구 제기로2가길 15-4, 201호

이상원

서울특별시 성북구 인촌로7가길 55-4, B101

조경진

서울특별시 강서구 양천로67길 54, 201동 1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G031712012

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 면적 100cm²급 초고효율(>26%) 실리콘 웨이퍼 기반 태양전지 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2016.02.01 ~ 2017.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

태양광이 입사하는 투명기관;

상기 투명기관 상에 서로 이격되어 배치되는 다수의 제1 전극;

상기 제1 전극 중 서로 인접하는 한 쌍의 제1 전극에 걸쳐 적층되는 전자전달층;

상기 전자전달층 상에, 페로브스카이트 물질이 배치되어 형성되는 흡수층;

상기 흡수층 상에 형성되는 정공전달층;

상기 한 쌍의 제1 전극 각각에 배치되어, 상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층의 양측을 커버하는 한 쌍의 제1 손상방지막; 및

상기 정공전달층 상에 형성되는 제2 전극;

을 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제2 전극의 양측단 중 적어도 하나는

상기 제1 손상방지막을 감싸도록 형성되는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 손상방지막은

전기절연성을 가지는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1 손상방지막은

경화제(resin), 수지(epoxy), 고분자, 산화물, 및 질화물로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 산화물은 O_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Y_2O_3 , 및 SrO 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지고,

상기 질화물은 SiN_x , 및 Si_3N_4 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 태양전지

모듈.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 손상방지막은

손상방지층으로 형성되었다가, 태양전지 셀을 패터닝하는 레이저 스크라이빙에 의해 분할되어, 상기 레이저 스크라이빙에 의한 상기 태양전지 셀의 손상을 방지하는 태양전지 모듈.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

어느 하나의 상기 제1 전극 상에, 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층이 순차적으로 적층되고,

순차적으로 적층된 상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층 양측단에 배치되는 한 쌍의 제2 손상방지막;

을 더 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제2 전극은

한 쌍의 상기 제1 손상방지막 내의 상기 정공전달층, 및 한 쌍의 상기 제2 손상방지막 내의 상기 정공전달층에 걸쳐 연속으로 형성되는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층에

중심부보다 양측의 높이가 더 높도록 단차가 형성되는 페로브스카이트 태양전지 모듈.

청구항 10

(a) 투명기판 상에 제1 전극층을 코팅하는 단계;

(b) 레이저 스크라이빙을 통해, 상기 제1 전극층을 절단하여 다수의 제1 전극을 형성하는 단계;

(c) 상기 제1 전극 각각에 적어도 2개 이상의 손상방지층을 형성하는 단계;

(d) 인접하는 상기 손상방지층 사이에, 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층을 순차적으로 적층하는 단계;

(e) 적어도 2개 이상의 상기 손상방지층 중 어느 하나를 패터닝하여, 태양전지 셀을 형성하는 단계; 및

(f) 상기 정공전달층 상면, 및 손상방지층이 패터닝되어 형성된 한 쌍의 손상방지막 사이 공간에 연속적으로 제 2 전극을 코팅하는 단계;

를 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,
상기 (f) 단계 이후에,
적어도 2개 이상의 상기 손상방지층 중 상기 제2 전극이 코팅된 다른 하나를 패터닝하는 단계;
를 더 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 12

청구항 10에 있어서,
상기 (e) 단계는
레이저 스크라이빙(laser scribing)을 사용하여 패터닝하는 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 페로브스카이트 태양전지 모듈 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 태양전지는 태양에너지를 전기에너지로 변환하는 장치로서, 광기전 효과를 이용하여 전류-전압을 생성한다. 이러한 태양전지는 자원의 고갈 및 환경문제에 직면한 화석 에너지의 대체 에너지로 세계적인 관심을 받고 있는데, 고효율화를 위해 매우 순도가 높은 소재를 사용해야 하므로, 원소재의 정제에 많은 에너지가 소모된다. 또한, 단결정 혹은 박막화하는 과정에서 고가의 공정 장비가 사용되므로, 그 제조에 상당한 비용이 소요되어 태양전지의 활용에 장애가 되고 있다.

[0004] 이러한 태양전지의 문제 해결을 위해서 고안된 것 중 하나가 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지이다. 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지는 무기물과 유기물이 결합하여 페로브스카이트 결정 구조를 가지는 소재를 활용한다. 페로브스카이트는 부도체·반도체·도체 성질과 함께 초전도 현상까지 보이는 매우 특별한 구조를 갖는다.

[0005] 이러한 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지는 제조비용이 저렴하고 용액공정으로 박막제작이 가능하므로 현재 차세대 박막 태양전지로 각광받고 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 종래 페로브스카이트 태양전지는 기판(1), 투명전극(2), 전자전달층(3), 광흡수층(4), 정공전달층(5), 및 금속전극(6)이 순차적으로 적층된 구조로 이루어진다. 여기서, 투명전극(2)으로는 일함수가 낮은 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 FTO(Fluorine doped Tin Oxide)가, 금속전극(6)으로는 높은 일함수를 갖는 Au 또는 Ag 등이 사용된다.

[0006] 다만, 페로브스카이트 태양전지 하나가 얻을 수 있는 전압과 전류 값은 한계가 있다. 따라서, 원하는 출력을 얻기 위해 다수의 태양전지들을 어레이하고 패키징하여 사용하는데, 이러한 형태를 태양전지 모듈이라고 한다. 일반적인 태양전지 모듈은 단위 태양전지 셀을 패터닝하여 제작되는데, 이 과정에서 레이저 스크라이빙(laser scribing) 기술이 사용된다. 레이저 스크라이빙은 고출력의 레이저를 사용하는 레이저 가공으로서, 기판 또는 박막을 절단하여 분할하는 공정에 주로 사용된다. 그러나 레이저 스크라이빙에 의한 패터닝 과정에서 고열이 발생하므로, 페로브스카이트, 및 정공전달층이 고열에 의해 손상되어 태양전지 효율이 저하되는 문제가 발생한다.

[0007] 이에 종래 페로브스카이트 태양전지 모듈화에 대한 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 2016-0015723 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 제1 전극 상에 형성된 대향하는 2개의 손상방지층 사이에 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층이 순차적으로 적층되고, 레이저 스크라이빙에 의해 손상방지층이 절단 분할되어 태양전지 셀이 패터닝되는 페로브스카이트 태양전지 모듈을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 태양광이 입사하는 투명기관; 상기 투명기관 상에 서로 이격되어 배치되는 다수의 제1 전극; 상기 제1 전극 중 서로 인접하는 한 쌍의 제1 전극에 걸쳐 적층되는 전자전달층; 상기 전자전달층 상에, 페로브스카이트 물질이 배치되어 형성되는 흡수층; 상기 흡수층 상에 형성되는 정공전달층; 기 한 쌍의 제1 전극 각각에 배치되어, 상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층의 양측을 커버하는 한 쌍의 제1 손상방지막; 및 기 정공전달층 상에 형성되는 제2 전극;을 포함한다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 제2 전극의 양측단 중 적어도 하나는 상기 제1 손상방지막을 감싸도록 형성된다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 제1 손상방지막은 전기절연성을 가진다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 제1 손상방지막은 경화제(resin), 수지(epoxy), 고분자, 산화물, 및 질화물로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어진다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 산화물은 O_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Y_2O_3 , 및 SrO 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지고, 상기 질화물은 $SiNx$, 및 Si_3N_4 로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어진다.

[0017] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 제1 손상방지막은 손상방지층으로 형성되었다가, 태양전지 셀을 패터닝하는 레이저 스크라이빙에 의해 분할되어, 상기 레이저 스크라이빙에 의한 상기 태양전지 셀의 손상을 방지한다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 어느 하나의 상기 제1 전극 상에, 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층이 순차적으로 적층되고, 순차적으로 적층된 상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층 양측단에 배치되는 한 쌍의 제2 손상방지막;을 더 포함한다.

[0019] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 제2 전극은 한 쌍의 상기 제1 손상방지막 내의 상기 정공전달층, 및 한 쌍의 상기 제2 손상방지막 내의 상기 정공전달층에 걸쳐 연속으로 형성된다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈에 있어서, 상기 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층에 중심부보다 양측의 높이가 더 높도록 단차가 형성된다.

[0021] 한편, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법은 (a) 투명기관 상에 제1 전극층을 코팅하는 단계; (b) 레이저 스크라이빙을 통해, 상기 제1 전극층을 절단하여 다수의 제1 전극을 형성하는 단계; (c) 상기 제1 전극 각각에 적어도 2개 이상의 손상방지층을 형성하는 단계; (d) 인접하는 상기 손상방지층 사이에, 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층을 순차적으로 적층하는 단계; (e) 적어도 2개 이상의 상기 손상방지층 중 어느 하나를 패터닝하여, 태양전지 셀을 형성하는 단계; 및 (f) 상기 정공전달층 상면, 및 손상방지층이 패터닝되어 형성된 한 쌍의 손상방지막 사이 공간에 연속적으로 제2 전극을 코팅하는 단계;를 포함한다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법에 있어서, 상기 (f) 단계 이후에, 적어도 2개

이상의 상기 손상방지층 중 상기 제2 전극이 코팅된 다른 하나를 패터닝하는 단계;를 더 포함한다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법에 있어서, 상기 (e) 단계는 레이저 스크라이빙(laser scribing)을 사용하여 패터닝한다.

[0025] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0027] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따르면, 투명기판 상에 적층된 다수의 제1 전극 각각에 손상방지층을 형성하고, 대향하는 2개의 손상방지층 사이에 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층을 순차적으로 적층한 후에, 레이저 스크라이빙에 의해 손상방지층을 절단하고 분할하여 태양전지 셀을 패터닝함으로써, 태양전지가 고출력 레이저에 의해 손상되는 것을 방지한다.

[0031] 또한, 절연 특성이 있는 손상방지층을 사용함으로써, 손상방지층이 분할되어 형성된 손상방지막이 흡수층 및 전자전달층 양측에 배치되므로, 정공전달층 상에 형성되는 제2 전극의 일측단이 페로브스카이트 또는 전자전달층과 접촉하여 발생하는 전기적인 셉트(shunt)를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 종래 페로브스카이트 태양전지의 분해 사시도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법을 도시한 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[0038] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 단면도이다.

[0039] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 태양광이 입사하는 투명기판(10), 투명기판(10) 상에 서로 이격되어 배치되는 다수의 제1 전극(20); 제1 전극(20) 중 서로 인접하는 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b)에 걸쳐 적층되는 전자전달층(30), 전자전달층(30) 상에, 페로브스카이트 물질이 배치되어 형성되는 흡수층(40), 흡수층(40) 상에 형성되는 정공전달층(50), 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b) 각각에 배치되어, 전

자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)의 양측을 커버하는 한 쌍의 제1 손상방지막(60), 및 정공전달층(50) 상에 형성되는 제2 전극(70)을 포함한다.

[0041] 무기물과 유기물이 결합하여 페로브스카이트 결정 구조를 가지는 소재를 활용한 페로브스카이트 태양전지는 제조비용이 저렴하고 용액공정으로 박막제작이 가능하여 차세대 박막 태양전지로 각광받고 있다. 다만, 이러한 태양전지 한 개로 얻을 수 있는 전압과 전류 값에 한계가 있어, 실제로는 다수의 태양전지를 어레이하고 패키징한 태양전지 모듈 형태로 사용한다. 태양전지 모듈은 하나의 투명기관(10)에 태양전지를 구성하는 층(layer)을 형성하고, 레이저 스크라이빙(laser scribing) 기술을 사용해 단위 태양전지 셀을 패터닝하여 제조된다. 그런데 고출력의 레이저를 사용하는 레이저 스크라이빙 공정시에 고열이 발생하여, 태양전지를 구성하는 페로브스카이트, 및 정공전달층 등이 손상되고, 이로 인해 태양전지의 효율이 저하되는 문제가 발생한다. 이에 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈 및 이의 제조방법이 안출되었다.

[0043] 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 투명기관(10), 제1 전극(20), 전자전달층(30), 흡수층(40), 정공전달층(50), 제1 손상방지막(60), 및 제2 전극(70)을 포함한다.

[0044] 여기서, 투명기관(10)은 유리 기관 또는 고분자 기관일 수 있고, 그 기관의 일면을 통해 태양광이 입사된다. 투명기관(10)의 타면은 복수의 셀 영역들로 구분되고, 그 셀 영역 각각에 페로브스카이트 태양전지 셀이 형성된다. 여기서, 페로브스카이트 태양전지 셀은 기본적으로 제1 전극(20), 전자전달층(30), 흡수층(40), 정공전달층(50), 및 제2 전극(70)이 순차적으로 적층되는 구조로 이루어진다.

[0046] 제1 전극(20)은 투명기관(10) 상에 배치되는 투명전극으로서, 예를 들어, ITO, FTO, ZnO, ATO, PTO, AZO, IZO와 같은 투명 전도성 산화물로 이루어 질 수 있다. 다만, 제1 전극(20)의 소재가 반드시 상술한 산화물에 한정되는 것은 아니고, 투명하면서 전도성을 갖고 전자가 흐를 수 있는 공지의 박막을 모두 포함한다. 여기서, 제1 전극(20)은 다수 개이고, 다수의 제1 전극(20)은 소정의 간격을 두고 서로 이격되어 배치된다. 이때, 서로 인접하는 제1 전극(20a, 20b)에 걸쳐 전자전달층(30)이 배치된다.

[0048] 전자전달층(30)은 페로브스카이트에서 형성되는 전자를 제1 전극(20)으로 이동해 줄 수 있는 에너지 밴드를 갖는 물질로 이루어지는데, 예를 들어 TiO_2 , PCBM 등일 수 있다. 여기서, 전자전달층(30)은 서로 인접하는 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b) 상에 적층되어, 그 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b)을 서로 연결하는 구조로 형성된다. 즉, 전자전달층(30)은 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b) 상면, 및 그 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b) 사이의 투명기관(10) 외면에 연속적으로 배치된다. 이렇게 배치된 전자전달층(30) 위에는 흡수층(40)이 배치된다.

[0050] 흡수층(40)은 페로브스카이트 물질이 전자전달층(30) 상에 코팅되어 형성되는데, 여기서 페로브스카이트 물질은 ABX_3 구조로 이루어질 수 있다. 이때, A는 CnH_{2n+1} 의 알킬기, 및 페로브스카이트 태양전지 구조형성이 가능한 Cs, Ru 등의 무기물로부터 선택된 하나 이상의 물질이고, B는 Pb, Sn, Ti, Nb, Zr, 및 Ce으로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질이며, X는 할로젠 물질일 수 있다. 흡수층(40)에 태양광이 흡수되면 전자를 여기(excitation)시키고, 여기된 전자는 전자전달층(30)으로 이동하고, 정공은 정공전달층(50)으로 이동하는데, 이때 페로브스카이트 구조는 생성된 전자와 정공을 에너지 손실 없이 멀리까지 이동할 수 있게 하므로, 더 많은 광을 흡수하게 한다.

[0052] 여기서, 정공전달층(50)은 흡수층(40) 상에 정공전달 물질이 코팅되어 형성된다. 이때, 정공전달 물질은 페로브스카이트에서 형성되는 정공을 제2 전극(70)으로 이동시킬 수 있는 에너지 밴드를 갖는 물질로서, 단분자 물질 또는 고분자 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 2,2',7,7'-tetrakis-(N,N-di-p-methoxyphenylamine) 9,9-bifluorene (spiro-OMeTAD), 및 poly-triarylamine (PTAA)으로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다. 또한, 첨가물질이 첨가될 수도 있는데, 이때 첨가물질은 Li 계열 도펀트, Co 계열 도펀트, 및 4-tert-butylpyridine (TBP)으로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질일 수 있다. 예를 들어, 상기 정공

전달 물질에 Li-bis(trifluoromethanesulfonyl) imide (Li-TFSI)와 TBP를 혼합하여 사용할 수 있다. 정공전달 물질은 유기 용매에 용해하여 코팅한다. 이렇게 적층된 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)의 양측에는 제1 손상방지막(60)이 배치된다.

[0054] 제1 손상방지막(60)은 한 쌍으로, 인접하는 한 쌍의 제1 전극(20a, 20b) 각각에 하나씩 형성되어, 서로 마주보도록 배치된다. 이렇게 대향하는 한 쌍의 제1 손상방지막(60) 사이에서 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)이 순차적으로 적층된다. 따라서, 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)의 양측에 제1 손상방지막(60)이 하나씩 배치되어, 그 양측을 커버한다. 실제로 제1 손상방지막(60)은, 태양전지 제조공정에서 손상방지층으로 형성되었다가, 태양전지 셀을 패터닝하는 공정에서 레이저 스크라이빙에 의해 분할되어 형성된 막이다. 즉, 제1 손상방지막(60)은 레이저 스크라이빙 공정 시의 고열에 의한 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)의 손상을 방지하는 손상방지층에서부터 유래된 것이고, 인접하는 서로 다른 태양전지 셀을 구획한다.

[0056] 한편, 정공전달층(50) 상에는 제2 전극(70)이 형성된다. 이때, 제2 전극(70)은 Pt, Pd, Au, Cu, Cr, Co, Ti, Al, Ag, Fe, Cd, In, 및 Mg로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나 이상의 금속으로 형성될 수 있지만, 그 소재가 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0057] 여기서, 제2 전극(70)의 양측단 중 적어도 어느 하나는 제1 손상방지막(60)을 감싸도록 형성되고, 제1 손상방지막(60)은 전기절연성을 가지는 소재로 형성될 수 있다. 이때 제1 손상방지막(60)은 전기적으로 절연체 역할을 할 수 있는 경화제(resin), 수지(epoxy), 고분자, SiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO, Y₂O₃, SrO 등의 산화물, SiNx, Si₃N₄ 등의 질화물을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 제1 손상방지막(60)이 절연성을 갖고, 그 외면을 제2 전극(70)이 감싸므로, 제2 전극(70)이 흡수층(40)의 페로브스카이트 물질이나, 전자전달층(30)에 직접 닿지 않는다. 따라서, 제2 전극(70)이 페로브스카이트 물질이나 전자전달층(30)과 만나 발생할 수 있는 전기적인 셉트(shunt)를 방지할 수 있다.

[0059] 종합적으로, 본 발명에 따르면, 투명기판(10) 상에 적층된 다수의 제1 전극(20) 각각에 손상방지층을 형성하고, 대향하는 2개의 손상방지층 사이에 전자전달층(30), 흡수층(40), 정공전달층(50)을 순차적으로 적층한 후에, 레이저 스크라이빙에 의해 손상방지층을 절단하고 분할하여 태양전지 셀을 패터닝함으로써, 태양전지 셀이 고출력 레이저에 의해 손상되는 것을 방지하므로 공정의 안정성을 향상시킨다. 또한, 절연 특성이 있는 손상방지층을 사용함으로써, 손상방지층이 분할되어 형성된 제1 손상방지막(60)이 흡수층(40) 및 전자전달층(30) 양측에 배치되므로, 정공전달층(50) 상에 형성되는 제2 전극(70)의 일측단이 흡수층(40)인 페로브스카이트 물질이나, 전자전달층(30)에 직접 접촉하여 발생하는 전기적인 셉트를 방지한다.

[0061] 한편, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 제2 손상방지막(80)을 더 포함할 수 있다. 여기서, 제2 손상방지막(80)은 제1 손상방지막(60)이 배치된 제1 전극(20)에, 한 쌍이 형성되어 서로 마주보도록 배치되고, 그 한 쌍의 제2 손상방지막(80) 사이에는 전자전달층(30a), 흡수층(40a), 및 정공전달층(50a)이 순차적으로 적층되어, 전자전달층(30a), 흡수층(40a), 및 정공전달층(50a)의 양측에 제2 손상방지막(80)이 하나씩 배치된다. 따라서, 동일한 제1 전극(20) 상에는 제1 손상방지막(60)에 의해 커버되는 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층 이외에, 한 쌍의 제2 손상방지막(80) 사이에 적층된 전자전달층(30a), 흡수층(40a), 및 정공전달층(50a)이 존재하게 된다.

[0062] 여기서, 제2 전극(70)은 한 쌍의 제1 손상방지막(60) 내에 배치된 정공전달층(50)과 한 쌍의 제2 손상방지막(80) 내에 배치된 정공전달층(50a)에 걸쳐 형성된다. 따라서, 제2 전극(70)은 제1 손상방지막(60) 내의 정공전달층(50)의 외부로 노출된 상면, 그 정공전달층(50)을 커버하는 제1 손상방지막(60)의 외면, 제1 손상방지막(60)과 제2 손상방지막(80) 사이에 노출된 제1 전극(20)의 외면, 제1 손상방지막(60)과 마주보는 제2 손상방지막(80)의 외면, 및 제2 손상방지막(80)에 의해 커버되는 정공전달층(50a)의 상면에 연속적으로 코팅되어 형성된다.

- [0064] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 단면도이다.
- [0065] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 한 쌍의 제1 손상방지막(60) 사이에 순차적으로 적층된 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)에 단차가 형성될 수 있다. 여기서, 단차는 전자전달층(30), 흡수층(40), 및 정공전달층(50)의 중심부보다 양측의 높이가 더 높게 형성된다. 이때, 높이는 투명기관(10)에서부터 측정된 길이를 의미한다.
- [0067] 이하에서는 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지의 제조방법에 대해서 설명한다.
- [0068] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법을 도시한 공정도이다.
- [0069] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법은 제1 전극층을 코팅하는 단계, 제1 전극을 형성하는 단계, 손상방지층을 형성하는 단계, 태양전지 층을 적층하는 단계, 태양전지 셀을 패터닝하는 단계, 및 제2 전극을 코팅하는 단계를 포함한다.
- [0070] 여기서, 페로브스카이트 태양전지 모듈의 제조방법은 상술한 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈을 제조하는 방법이므로, 앞서 언급된 내용과 중복되는 사항에 대해서는 자세한 설명을 생략하거나 간단하게만 기술한다.
- [0072] 본 발명에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈은 하기의 과정을 통해 제조된다.
- [0073] 먼저, 투명기관을 준비하여, 그 기관을 세척한 후에, 제1 전극층을 코팅한다. 여기서, 투명기관은 유리 기관 또는 고분자 기관일 수 있고, 제1 전극층은 투명하면서 전도성을 갖는 물질로 이루어지는데, 예를 들어 ITO, FTO, ZnO, ATO, PTO, AZO, IZO 와 같은 투명 전도성 산화물일 수 있다.
- [0075] 다음에는 레이저 스크라이빙 공정을 진행함으로써, 제1 전극층을 절단하여 제1 전극을 형성한다. 이때, 투명기관 상에는 다수개의 제1 전극이 서로 이격 배치된다.
- [0077] 다수개의 제1 전극이 형성되면, 각각의 제1 전극 상에 적어도 2개 이상의 손상방지층을 형성한다. 여기서, 손상방지층은 전기적으로 절연체 역할을 할 수 있는 경화제(resin), 수지(epoxy), 고분자, SiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO, Y₂O₃, SrO 등의 산화물, SiNx, Si₃N₄ 등의 질화물을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 이때, 손상방지층은 마스크를 사용하거나 프린팅 기반 기술을 이용하여 형성 할 수 있다. 마스크 기반의 패터닝은 섀도우(shadow) 마스크 및 스크린(screen), 스텐실(stencil) 마스크를 이용하는 진공 증착(vacuum deposition), 스프레이(spray), (에어로졸(aerogel), 콜드(cold) 등), 스크린 프린팅(screen-printing), 잉크젯 프린팅(inkjet-printing), 롤투롤 프린팅(roll-to-roll printing), 닥터 블레이딩(doctor blading), 토출법(dispensing) 방법을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 손상방지층은 이후 셀을 패터닝하는 과정에서 셀이 입을 수 있는 레이저 손상을 최소화하기 위해 형성하는 것이다. 또한, 제2 전극과 셀의 흡수층 또는 전자전달층이 맞닿아 발생할 수 있는 전기적인 선트를 방지할 수도 있다.
- [0078] 손상방지층은 수십 nm 내지는 수백 um 의 두께(thickness)을 가질 수 있는데, 레이저 스크라이빙 시에 레이저의 레졸루션(resolution) 보다 넓은 폭을 가지는 것이 바람직하고, 일반적으로 페로브스카이트 태양전지의 두께와 유사하거나, 또는 그 보다 두꺼운 두께를 갖는 것이 좋다. 다만, 그 두께가 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니다.
- [0080] 다음으로, 인접하는 손상방지층 사이에, 전자전달층, 흡수층, 및 정공전달층을 순차적으로 적층한다. 이때, 인접하는 손상방지층은 서로 다른 제1 전극 상에 각각 형성된 손상방지층뿐만 아니라, 동일한 제1 전극 상에 형성된 손상방지층을 포함한다.
- [0081] 여기서, 전자전달층은 금속 산화물 나노입자를 코팅한 후에 열처리하여 형성한다. 이때, 금속 산화물 나노입자를 포함하는 금속 산화물 페이스트를 이용하여 다공성 금속산화물층으로 형성할 수도 있다.

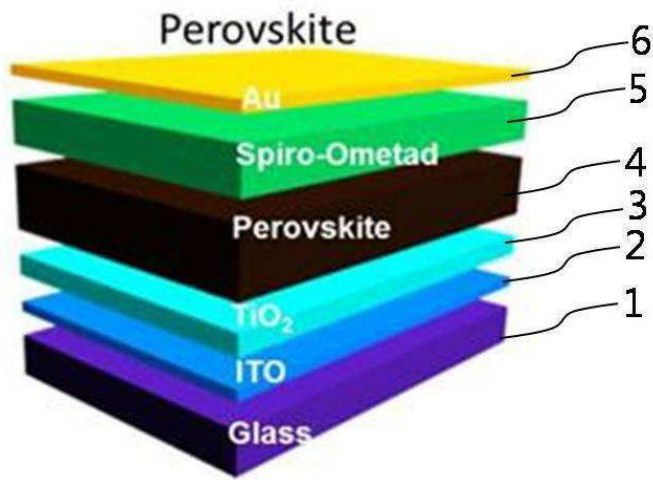
- [0082] 이 후에, 페로브스카이트 물질을 적어도 한번 이상 코팅하여 흡수층을 형성하고, 정공전달물질을 유기 용매에 용해하여 흡수층에 코팅함으로써 정공전달층을 생성한다.
- [0084] 그 다음에는 제1 태양전지 셀과 제2 태양전지 셀의 영역을 구분하기 위해, 레이저 스크라이빙 공정 등을 이용하여, 동일한 제1 전극 상에 배치된 2개 이상의 손상방지층 중 어느 하나를 패터닝한다. 이때, 손상방지층이 절단되면서, 서로 마주보는 한 쌍의 손상방지막이 형성되고, 그 한 쌍의 손상방지막 사이에 구비된 공간을 기준으로 제1 셀과 제2 셀이 구분된다.
- [0086] 이렇게 태양전지 셀이 형성되면, 제2 전극을 코팅한다. 여기서, 제2 전극은 정공전달층의 외부로 노출된 상면, 및 한 쌍의 손상방지막 사이 공간에 연속적으로 코팅된다. 이때, 제2 전극은 서로 인접하는 제1 태양전지 셀과 제2 태양전지 셀을 서로 연결한다. 즉, 제2 전극은 제1 태양전지 셀의 정공전달층의 상면, 한 쌍의 손상방지막 사이에 노출된 제1 전극의 외면, 및 제2 태양전지 셀의 정공전달층의 상면까지 연속적으로 이어진다. 이때, 제1 및 제2 태양전지 셀의 제1 전극 상에 배치되어 패터닝되지 않은 손상방지층이 존재하는데, 그 손상방지층의 상면에도 제2 전극이 형성된다.
- [0088] 이 후에, 패터닝되지 않고 제2 전극이 코팅된 손상방지층을 패터닝할 수 있다. 이때, 패터닝은 레이저 스크라이빙에 의한다. 이로써, 다수의 태양전지 셀이 하나의 투명기판에 어레이된 태양전지 모듈을 제작할 수 있다.
- [0090] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.
- [0092] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

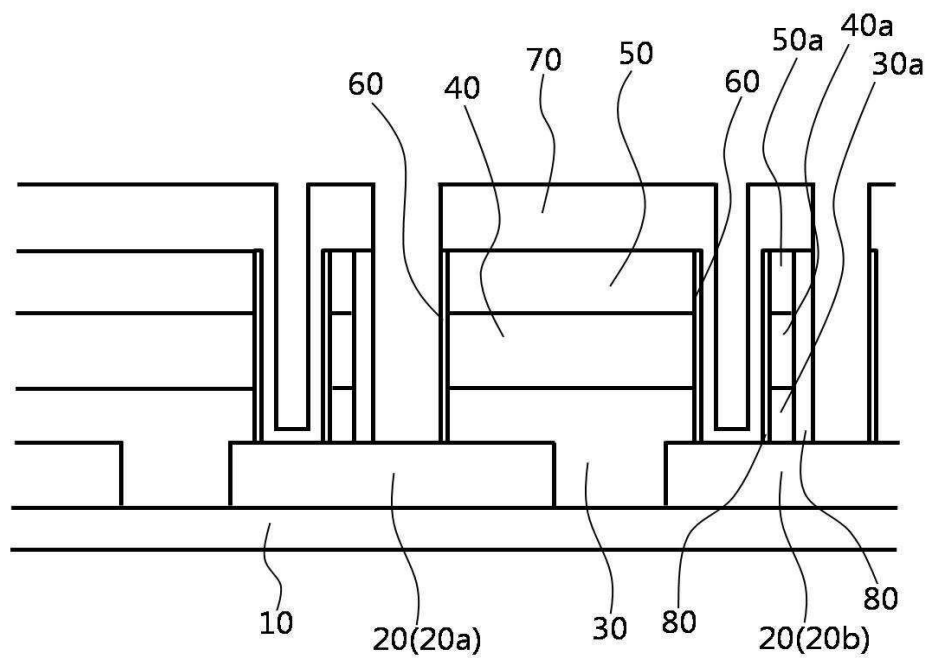
- [0094] 10: 투명기판 20: 제1 전극
- 30, 30a: 전자전달층 40, 40a: 흡수층
- 50, 50a: 정공전달층 60: 제1 손상방지막
- 70: 제2 전극 80: 제2 손상방지막

도면

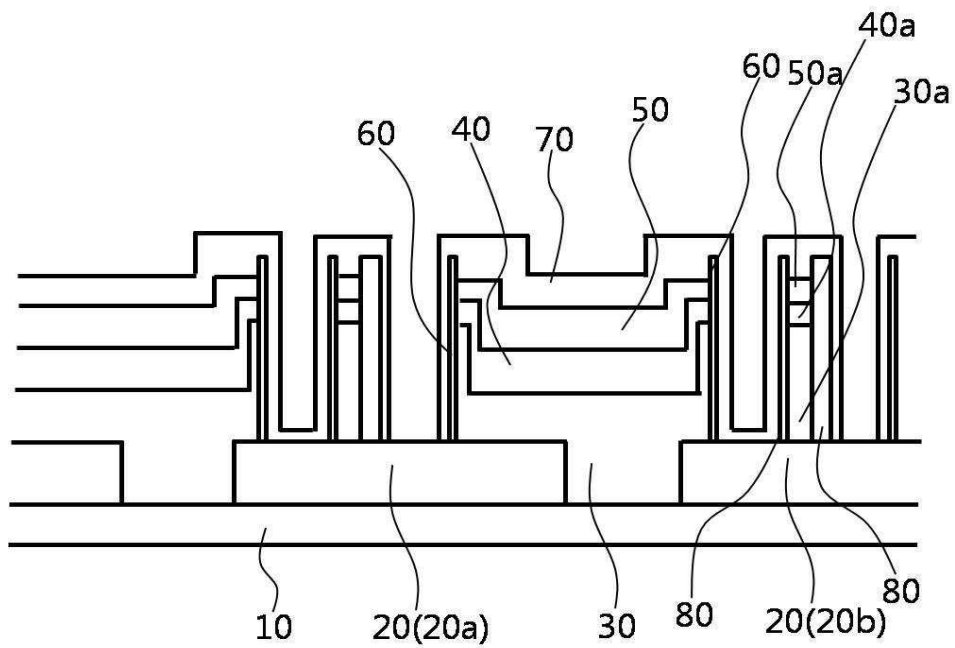
도면1



도면2



도면3



도면4

