



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0127684
(43) 공개일자 2020년11월11일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/032 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/0392 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 31/032 (2013.01)
H01L 31/022425 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0052299</p> <p>(22) 출원일자 2019년05월03일
심사청구일자 2019년05월03일</p> | <p>(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
최경진
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>송명훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 무한</p> |
|---|--|

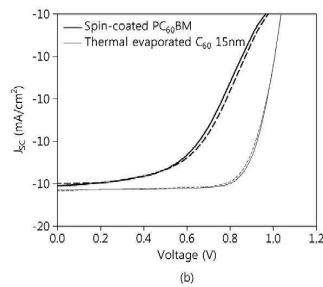
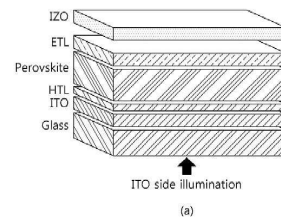
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 스퍼터링 손상 완화층을 포함하는 광전 소자 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 스퍼터링 보호층을 갖는 광전 소자 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 제1 전극; 제2 전극; 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층; 및 상기 광흡수층 상에 형성된 열증착에 의한 저차원 탄소계 물질층;을 포함하는, 광전 소자 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 31/022466 (2013.01)

H01L 31/0392 (2013.01)

H01L 31/18 (2013.01)

(72) 발명자

정의대

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김찬울

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415160207

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지핵심기술개발(R&D)

연구과제명 고효율($\geq 25\%$) 결정질 Si/Perovskite 모노리식 텐덤 태양전지 기술개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 울산과학기술원

연구기간 2018.08.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극;

제2 전극; 및

제1 전극 및 제2 전극 사이에 페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층; 및

상기 광흡수층 상에 형성된 열증착에 의한 저차원 탄소계 물질층;

을 포함하는,

광전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 저차원 탄소계 물질층은, 10 nm 내지 100 nm 두께를 갖고,

상기 광흡수층의 표면 형태에 따라 둘러싸는 컴포밀한 층인 것인,

광전 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 저차원 탄소계 물질층은, 스퍼터링 손상 완화층, 전자수송층 또는 이들의 기능을 갖는 것인,

광전 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 저차원 탄소계 물질층은, C60, C70, C71, C76, C78, C80, C82, C84, C92 PC60BM, PC61BM, PC₇₁BM, ICBA, BCP, PC70BM, IC70BA, PC84BM, 인텐 C60, 인텐 C70, 엔도히드럴 풀러렌, 페릴렌, PTCDA, PTCBI, BCP(bathocuproine), Bphen(4, 7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TpPyPB 및 DPPS으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것인,

광전 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 전극은, 상기 저차원 탄소계 물질층 상에 형성되고,

상기 제2 전극은, 스퍼터링에 의해 형성된 금속, 금속산화물 또는 이들을 포함하는 투명전극층인 것인,

광전 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 전극은, 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 백금(Pt), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 티타늄(Ti) 및 이들의 산화물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것인,

광전 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 광흡수층 사이에 전공수송층을 포함하는 것인,

광전 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광전 소자는, 상부 투명 태양전지 또는 텐덤 태양전지인 것인,

광전 소자.

청구항 9

페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층을 형성하는 단계; 및

상기 광흡수층 상에 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계;

를 포함하고,

상기 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계는, 상기 광흡수층 상에 저차원 탄소계 물질을 열증착하는 것인,

광전 소자의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계는 0.1 Å/s 내지 1 Å/s의 증착속도 및 20 °C 내지 60 °C 온도에서 열증착하는 것인,

광전 소자의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 저차원 탄소계 물질층 상에 스퍼터링에 의한 제2 전극층을 형성하는 단계; 를 포함하는 것인,

광전 소자의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제2 전극층을 형성하는 단계는, 10 W 내지 200 W, 25 °C 내지 100 °C 온도 및 0 초과 내지 100 sccm 산소 유량 중 적어도 어느 하나의 공정 조건에서 스퍼터링하는 것인,

광전 소자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 스퍼터링 손상 완화층을 포함하는 광전 소자 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지의 제조방법에서 스퍼터링 손상완화를 위한 다양한 공정이 적용되고 있다. 예를 들어, P-type 금속산화물 증착을 통한 스퍼터링 손상 완화층 형성 기술, N-type 금속산화물 나노입자 용액공정을 통한 스퍼터링 손상 완화층 형성 기술 등이 보고되었다.

[0003] 하지만, P-type 금속산화물 증착을 통한 스퍼터링 손상 완화층 형성 기술은, 상부 투명전극 스퍼터링에 따라 손상 발생을 완화하기 위해서, P-type 금속산화물인 MoO_x 를 증착하는 것이지만, 금속 산화물의 경우 열증착이 가능한 p-type 금속산화물(MoO_x , WO_x)은 박막 형태로 에너지 준위가 달라져 유기물을 도핑하는 역할로 자체적으로 정공수송층으로 역할을 못하고, 금속에 따라 열증착이 제한된다.

[0004] N-type 금속산화물 나노입자 용액공정을 통한 스퍼터링 손상 완화층 형성 기술은, N-type 금속산화물 나노입자 용액을 스핀코팅하여 스퍼터링 손상 완화층을 형성하고 상부 투명전극을 스퍼터링하여 반투명 태양전지를 구현하는 것으로, 이러한 금속산화물 용액공정의 경우 박막 균일성이 떨어지며 페로브스카이트가 손상을 입을 수 있는 친수성 용액(IPA)기반이지만, N-type 금속산화물(ZnO , TiO_2 , SnO_2)의 경우 자체적으로 전자수송층으로 역할 가능하나 녹는점이 높아 열증착이 어려운 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 페로브스카이트 상부에 저장된 탄소계 무기물을 열증착하여 스퍼터링 손상 완화층을 갖는, 광전 소자를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명은, 열증착 공정에 의한 스퍼터링 손상 완화층을 형성할 수 있는, 광전 소자의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0007] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따라, 제1 전극; 제2 전극; 및 제1 전극 및 제2 전극 사이에 페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층; 및 상기 광흡수층 상에 형성된 열증착에 의한 저장된 탄소계 물질층; 을 포함하는, 광전 소자에 관한 것이다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 저장된 탄소계 물질층은, 10 nm 내지 100 nm 두께를 갖고, 상기 광흡수층의 표면 형태에 따라 둘러싸는 컴포멀한 층인 것일 수 있다.

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 저차원 탄소계 물질층은, 스퍼터링 손상 완화층, 전자수송층 또는 이들의 기능을 갖는 것일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 저차원 탄소계 물질층은, C60, C70, C71, C76, C78, C80, C82, C84, C92 PC60BM, PC61BM, PC₇₁BM, ICBA, BCP, PC70BM, IC70BA, PC84BM, 인텐 C60, 인텐 C70, 엔도히드럴 풀러렌, 페릴렌, PTCDA, PTCBI, BCP(bathocuproine), Bphen(4, 7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TpPyPB 및 DPPS으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 제2 전극은, 상기 저차원 탄소계 물질층 상에 형성되고, 상기 제2 전극은, 스퍼터링에 의해 형성된 금속, 금속산화물 또는 이들을 포함하는 투명전극층인 것일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 제2 전극은, 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 백금(Pt), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 티타늄(Ti) 및 이들의 산화물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 제1 전극 및 상기 광흡수층 사이에 전공수송층을 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광전 소자는, 상부 투명 태양전지 또는 텐덤 태양전지인 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층을 형성하는 단계; 및 상기 광흡수층 상에 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계; 를 포함하고, 상기 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계는, 상기 광흡수층 상에 저차원 탄소계 물질을 열증착하는 것인, 광전 소자의 제조방법에 관한 것이다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계는, 0.1 Å/s 내지 1 Å/s의 증착속도 및 20 °C 내지 60 °C 온도에서 열증착하는 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 저차원 탄소계 물질층 상에 스퍼터링에 의한 투명전극층을 형성하는 단계; 를 포함하는 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 투명전극층을 형성하는 단계는, 10 W 내지 200 W, 25 °C 내지 100 °C 온도 및 0 내지 100 sccm 산소유량 중 적어도 어느 하나의 공정 조건에서 스퍼터링하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명은, 페로브스카이트 광흡수층 상부에 자체적으로 전자수송층으로 역할 가능한 저차원 탄소계 무기물을 열증착하여 스퍼터링 손상 완화층을 형성하여 광전 소자의 성능을 향상시키고, 스퍼터링 손상 완화층에 적용되는 금속산화물 형성 공정 없이 광전 소자를 제공할 수 있으므로, 광전 소자의 제조공정을 단순화시킬 수 있다.
- [0021] 본 발명에 의한 광전 소자 및 이의 제조방법은, 반투명 태양전지, 텐덤 태양전지 등의 다양한 광전 소자에 응용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 광전 소자의 구성 및 저차원 물질층을 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 광전 소자의 저차원 탄소 물질층의 형성 공정 및 저차원 물질층을 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 3는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명의 실시예 및 비교예에 의한 태양전지의 구성 및 광전특성의 측정 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각

도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0024] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 본 발명은, 광전 소자에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광전 소자는, 광흡수층 상에 저차원 탄소계 물질층을 형성하여, 스퍼터링 공정에 의한 광흡수층의 손상을 방지할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광전 소자는 도 1을 참조하며 설명하며, 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 광전 소자의 구성을 예시적으로 나타낸 것이다. 도 1에서 상기 광전 소자는, 제1 전극(110); 전공 수송층 또는 정공 수송층(120); 광흡수층(130); 저차원 탄소계 물질층(140); 및 제2 전극층(150)을 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 예로, 제1 전극(110)은, 기판 상에 형성된 전극층을 포함하고, 상기 기판은, 광전 소자에 적용 가능한 기판 이라면 제한 없이 적용될 수 있고, 예를 들어, 유리, 석영(quartz), 웨이퍼, 사파이어, SiC, PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylenenaphthelate), PP(polypropylene), PI(polyamide), TAC(tri acetyl cellulose), PES(polyethersulfone) 등의 투명 폴리머 등일 수 있다.
- [0029] 제1 전극(110)은 캐소드 또는 애노드 전극일 수 있고, 예를 들어, 투명 전도성, 반투명 전도성 물질 등을 포함할 수 있고, 예를 들어, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 산화물은, ITO, ZITO, ZIO, GIO, ZTO, FTO, AZO, GZO 등의 투명성 전도성 산화물(TCO) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(CNT), 그래핀, 흑연 등의 탄소동소체, 및 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리피롤(polypyrrole) 등과 같은 전도성 고분자 물질을 더 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 예로, 전공 수송층(120)은, 제1 전극(110)과 광흡수층(130) 사이에 형성되고, 본 발명의 기술 분야에서 적용되는 전자 및 정공 전달 물질이라면 제한 없이 적용될 수 있으며, 예를 들어, PEDOT:PSS(폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스티렌설포네이트)), PTAA(폴리[비스(4-페닐)(2,4,6-트리메틸페닐)], P3OT(폴리(3-옥틸티오펜)), P3DT(폴리(3-데실티오펜)), TPD (N, N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민), P3DDT(폴리 (3-도데실티오펜), 폴리티오펜렌비닐렌(polyhiophenylenevinylene), 폴리비닐카바졸(polyvinylcarbazole), 폴리파라페닐렌비닐렌(poly-p-phenylenevinylene) 및 이들의 유도체, 스피로(Spiro) 물질, spiro-OMeTAD(spiro-MeOTAD[2,2',7,7'-tetrakis-(N,N-di-p-methoxyphenyl-amine)-9,9'-spirobifluorene]), 스피로-DPVBi(Spiro-4,4'-bis(2,2-diphenylethenyl)-1,1'-biphenyl), 몰리브덴 옥사이드(MoOx), 니켈 옥사이드(NiOx), 바나듐 옥사이드(예를 들어, V₂O₅), 텅스텐 옥사이드(WOx) 등의 금속산화물 반도체 등일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0031] 전공 수송층(120)은, 10 nm 내지 100 nm 두께로 형성될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 예로, 광흡수층(130)은, 제1 전극(110)과 제2 전극(140) 사이에 형성되고, 예를 들어, 정공 수송층(120) 상에 형성된다. 광흡수층(130)은, 페로브스카이트 화합물을 포함하고, 상기 페로브스카이트 화합물은, 무기금속할라이드 페로브스카이트, 유기 하이브리드 페로브스카이트 등일 수 있고, 예를 들어, ABX₃, A₂BX₄, ABX₄, APbX₃, A_{n-1}Pb_nI_{3n+1}(n은 2 내지 6사이의 정수) 등의 화학식으로 표시되는 구조일 수 있다. 상기 화학식에서 A는 알칼리금속, 유기 양이온(예를 들어, 유기암모늄) 및/또는 무기 양이온이며, B는 금속물질, X는 할로젠 음이온, 칼코게니드 음이온 및 SCN⁻(thiocyanate)에서 선택된다. 예를 들어, A는 Na, K, Rb, Cs 또는 Fr의 알칼리금속; (CH₃NH₃)_n, ((C_xH_{2x+1})_nNH₃)₂(CH₃NH₃)_n, (RNH₃)₂, (C_nH_{2n+1}NH₃)₂, (CF₃NH₃)₂, (CF₃NH₃)_n, ((C_xF_{2x+1})_nNH₃)₂(CF₃NH₃)_n, ((C_xF_{2x+1})_nNH₃)₂ 또는 (C_nF_{2n+1}NH₃)₂(n은 1이상인 정수, x는 1이상인 정수)이고, B는 2가의 전이 금속, 희토류 금속, 알칼리 토류 금속, Pb, Sn, Ge, Ga, In, Al, Sb, Bi, Po 등이고, X는 P, Cl, Br, I 등일 수 있다. 구체적으로, CH₃NH₃PbI₃, CH₃NH₃PbBr₃, CH₃NH₃PbI₂Cl, CH₃NH₃PbI₂Br 등일 수 있다.
- [0033] 광흡수층(130)은, 100 nm 내지 1000 nm 두께로 형성되고, 상기 페로브스카이트 화합물의 입자 크기는, 1 nm 내

지 900 nm일 수 있다.

- [0034] 저차원 탄소계 물질층(140)은, 광흡수층(130) 상에 형성되고, 예를 들어, 열증착에 의한 증착층이다. 예를 들어, 도 1 및 2를 참조하면, 도 2는 저차원 탄소계 물질층(140)의 형성 공정 및 저차원 탄소계 물질층(140)을 예시적으로 나타낸 것으로, 저차원 탄소계 물질층(140)은, 광흡수층(130)의 표면의 형태, 예를 들어, 페로브스카이트 화합물의 입자(또는, 결정)에 의한 광흡수층(130)의 표면 형태에 따라 이들을 둘러싸는 얇고 컴포밀한 박막이며, 광흡수층(130) 상에 형성된 얇은 박막이지만, 스퍼터링 손상 완화층, 전자수송층 또는 이들의 기능을 나타낼 수 있다.
- [0035] 저차원 탄소계 물질층(140)은, 열증착에 의해서 광흡수층(130)의 평탄도에 관계없이 치밀하고 균일한 박막을 형성함으로써, 소자 제조 공정 중 스퍼터링에 의한 광흡수층(130)의 손상을 효과적으로 완화시키고, 전자수송층으로 기능을 나타낼 수 있다.
- [0036] 저차원 탄소계 물질층(140)은, 저차원 탄소계 유기물, 무기물 또는 이 둘을 포함하고, 예를 들어, C60, C70, C71, C76, C78, C80, C82, C84, C92 PC60BM, PC61BM, PC₇₁BM, ICBA, BCP, PC70BM, IC70BA, PC84BM, 인텐 C60, 인텐 C70, 엔도히드럴 풀러렌 등의 풀러렌계 화합물; 페릴렌, PTCDA, PTCBI, BCP(bathocuproine), Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TpPyPB 및 DPPS로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0037] 저차원 탄소계 물질층(140)은, 10 nm 내지 100 nm; 10 nm 내지 50 nm; 또는 10 nm 내지 20 nm 두께를 갖고, 상기 범위 내에 포함될 경우에, 광흡수층의 손상 방지를 위한 스퍼터링 보호층 기능뿐만 아니라, 전자 수송층으로의 기능을 수행할 수 있다.
- [0038] 제2 전극층(150)은, 캐소드 또는 애노드 전극일 수 있고, 예를 들어, 투명 전도성, 반투명 전도성 물질 등을 포함할 수 있고, 예를 들어, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 산화물은, SnO₂, SnO₂:F, ZnO, AgO, ITO, ZITO, ZIO, GIO, ZTO, FTO, AZO, GZO 등의 투명성 전도성 산화물(TCO)일 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(CNT), 그래핀, 흑연 등의 탄소동소체; 및 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리피롤(polypyrrole) 등과 같은 전도성 고분자 물질;을 더 포함할 수 있다.
- [0039] 제2 전극층(150)은, 스퍼터링 공정에 의해 저차원 탄소계 물질층(140) 상에 형성되고, 이러한 스퍼터링 공정에서 광흡수층(130)의 손상이 완화될 수 있다.
- [0040] 제2 전극층(150)은, 10 nm 내지 200 nm; 50 nm 내지 200 nm; 또는 100 nm 내지 150 nm 두께를 갖는, 스퍼터링 증착층이다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광전 소자는, 태양전지일 수 있고, 예를 들어, 상부 투명 태양전지 또는 텅텅 태양전지일 수 있다.
- [0042] 상기 태양전지는, Jsc, Voc 등과 같은 우수한 전기적 특성을 가지며, 예를 들어, Jsc 값이 16 mA/cm² 이상; 16.5 mA/cm² 이상; 16.6 mA/cm² 이상; 17 mA/cm² 이상의 전류밀도 및 Voc 값은 1 V 이상; 1.02 V 이상; 1.03 V 이상; 또는 1.1 V 이상일 수 있다. 또한, 10.00% 이상, 12.00 % 이상 또는 13.00% 이상의 광전변환효율을 나타낼 수 있다.
- [0043] 본 발명은, 본 발명에 의한 광전 소자의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 제1 전극을 준비하는 단계; 정공 수송층을 형성하는 단계; 광흡수층을 형성하는 단계; 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계; 및 제2 전극을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 제1 전극을 준비하는 단계는, 상기 광전 소자에서 언급한 제1 전극을 준비하고, 예를 들어, 기판 상에 전도성 물질층이 코팅된 기판 또는 기판 상에 스퍼터링, CVD, 증착, 코팅, 프린팅 등을 이용하여 전도성 물질층을 형성할 수 있다.
- [0045] 상기 정공 수송층을 형성하는 단계는, 상기 광전 소자에서 언급한 바와 같은, 전자 및 정공 수송 물질을 상기 제1 전극층 상에 스퍼터링, CVD, 증착, 코팅, 프린팅 등을 이용하여 정공 수송층을 형성할 수 있다.
- [0046] 상기 광흡수층을 형성하는 단계는, 상기 광전 소자에서 언급한 바와 같이, 스퍼터링, CVD 등의 증착, 코팅, 프

런팅 등을 이용하여 페로브스카이트 화합물을 포함하는 광흡수층을 형성하는 단계이며, 예를 들어, 상기 전공 수송층 상에 페로브스카이트 화합물 또는 페로브스카이트 화합물 형성을 위한 전구체를 스핀 코팅할 수 있다. 상기 전구체 코팅 이후에 60 °C 이상; 또는 60 °C 내지 200 °C의 온도에서 가열하여 페로브스카이트 화합물을 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0047] 상기 언급한 스퍼터링은, 이온-빔 스퍼터링(Ion-beam sputtering), 반응성 스퍼터링(Reactive sputtering), 이온 보조 증착(Ion-assisted deposition), HiTUS(High-target-utilization sputtering), HiPIMS(High-power impulse magnetron sputtering), 가스-흐름 스퍼터링(Gas flow sputtering), 플라즈마 스퍼터링(plasma sputtering) 등을 이용하고, 상기 증착은, CVD, 열증착(thermal evaporation), 플라즈마 증착(plasma sputtering), 전자빔 증착(e-beam evaporation), 원자층 증착 등을 이용하고, 상기 코팅은, 디핑법(dipping), 스핀코팅법(spin coating), 분사코팅법(spray coating) 등을 이용할 수 있다.

[0048] 상기 저차원 탄소계 물질층을 형성하는 단계는, 상기 광흡수층 상에 0.1 Å/s 내지 1 Å/s의 증착속도 및 20 °C 내지 60 °C 온도 조건에서 열증착하여 저차원 탄소계 물질층을 형성할 수 있다.

[0049] 상기 제2 전극을 형성하는 단계는, 고온 공정에 의해서 제2 전극층을 형성하는 것으로, 예를 들어, 10 W 내지 200 W, 25 °C 내지 100 °C 온도 및 0 내지 100 sccm 산소유량 중 적어도 어느 하나의 공정 조건에서 스퍼터링 공정으로 상기 저차원 탄소계 물질층 상에 전극층을 형성하는 단계이다.

[0050] 상기 스퍼터링 공정은, 이온-빔 스퍼터링(Ion-beam sputtering), 반응성 스퍼터링(Reactive sputtering), 이온 보조 증착(Ion-assisted deposition), HiTUS(High-target-utilization sputtering), HiPIMS(High-power impulse magnetron sputtering), 가스-흐름 스퍼터링(Gas flow sputtering), 플라즈마 스퍼터링(plasma sputtering) 등일 수 있다.

[0051] 실시예 1

[0052] ITO층이 형성된 유리 기판 상에 스핀코팅 방법으로 PTAA 전공 수송층 (두께:15 nm) 및 스핀코팅으로 페로브스카이트 광흡수층(두께:310 nm)을 순서대로 형성하였다. 다음으로, C60 탄소계 물질을 25 °C 온도에서 0.1 Å/s 내지 1 Å/s 증착 속도로 열증착하여 15 nm 두께의 보호층을 형성하였다. 다음으로, 80 W 및 25 °C 온도에서 IZO층(두께:150 nm)을 스퍼터링하여 페로브스카이트 반투명 태양전지를 제조하였다.

[0053] 비교예 1

[0054] 스핀 코팅으로 PC60BM 층 30 nm로 형성한 것외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양전지를 제조하였다.

[0055] 실시예 1 및 비교예 1의 태양전지의 성능을 평가하여 도 3 및 표 1에 나타내었다.

표 1

Devices configuration	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	η (%)
Spin-coated PC ₆₀ BM_BS	16.21	0.97	50.83	7.99
Spin-coated PC ₆₀ BM_FS	16.17	0.97	52.33	8.21
Thermal evaporated C ₆₀ 15nm_BS	16.61	1.04	75.18	12.98
Thermal evaporated C ₆₀ 15nm_FS	16.73	1.03	74.02	12.76

[0057] *인가되는 전압(0 V ~ 1.21 V)의 방향으로 BS(backward sweep), FS(forward sweep)이다.

[0058] 표 1 및 도 3을 살펴보면, 본 발명에 의한 열증착으로 C60 탄소계 물질층을 형성한 경우에, 얇은 박막층으로 형성되었으나, 스퍼터링 공정에 의한 전극층 형성에 따른 광흡수층의 손상을 방지하여, Voc, Jsc, FF 및 PCE 값에 비교예 1에 비하여 월등하게 개선된 것을 확인할 수 있다.

[0059] 본 발명은, 탄소계 무기물층을 열증착 공정을 이용하여 페로브스카이트층 손상을 최소화하고, 페로브스카이트 상부에 자체적으로 전자수송층의 역할 가능한 저차원 탄소계 무기물을 열증착하여 스퍼터링 손상 완화를 형성하여, 균일한 막의 형성과 스퍼터링 손상을 완화할 수 있는, 광전 소자 및 광전 소자의 제조방법을 제공할 수 있다.

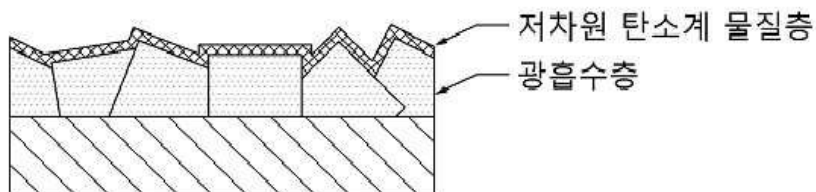
[0060] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1

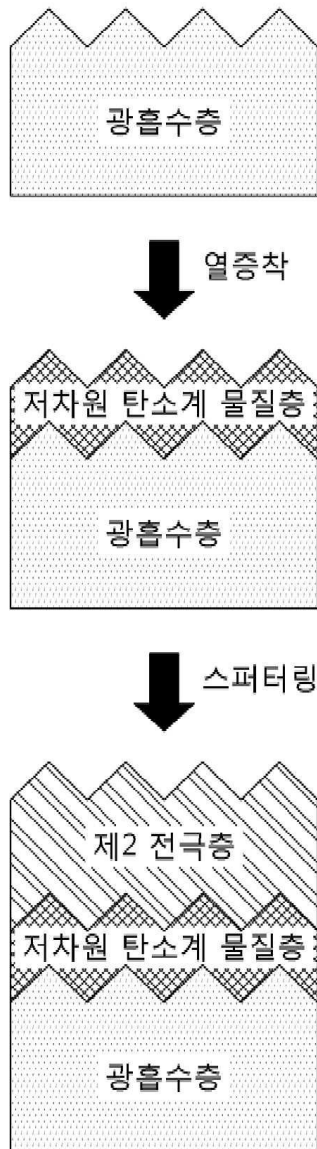


(a)



(b)

도면2



도면3

