



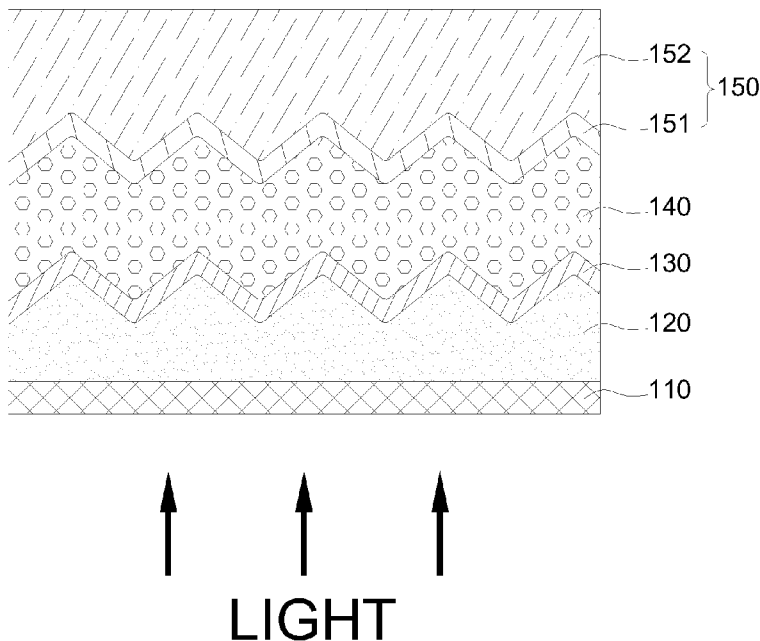
- (51) 국제특허분류:
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/005457
- (22) 국제출원일: 2012년 7월 10일 (10.07.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0073834 2012년 7월 6일 (06.07.2012) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국
기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY
& MATERIALS) [KR/KR]; 305-343 대전광역시 유성
구 가정북로 156 번지, Daejeon (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 류승윤 (RYU, Seoung
Yoon) [KR/KR]; 445-160 경기도 화성시 반송동 동탄시
범 한빛마을 한화꿈에그린아파트 231 동 1501 호,
Gyeonggi-do (KR). 김동호 (KIM, Dong Ho) [KR/KR];
630-490 경상남도 창원시 마산회원구 양덕동 경남아
파트 2 동 802 호, Gyeongsangnam-do (KR). 남기석
(NAM, Kee Seok) [KR/KR]; 641-041 경상남도 창원시
의창구 용호동 롯데아파트 211 동 202 호, Gyeongsang-
nam-do (KR). 정용수 (JEONG, Yong Soo) [KR/KR];

641-010 경상남도 창원시 성산구 상남로 48 대우아파
트 12 동 408 호, Gyeongsangnam-do (KR). 권정대
(KWON, Jung Dae) [KR/KR]; 641-120 경상남도 창원
시 성산구 성주동 프리빌리지 2 차 211 동 1203 호,
Gyeongsangnam-do (KR). 이성훈 (LEE, Sung Hun)
[KR/KR]; 641-003 경상남도 창원시 마산회원구 구암동
51-1 중앙하이츠 102 동 204 호, Gyeongsangnam-do
(KR). 윤정훈 (YUN, Jung Heum) [KR/KR]; 621-785 경
상남도 김해시 장유면 부곡리 부영 16 차 아파트 803
동 306 호, Gyeongsangnam-do (KR). 이견환 (LEE, Gun
Hwan) [KR/KR]; 451-824 경기도 평택시 포승읍 석정
리 990, Gyeonggi-do (KR). 정형환 (JUNG, Hyung
Hwan) [KR/KR]; 411-410 경기도 고양시 일산서구 대
화동 2243-5 201 호, Gyeonggi-do (KR). 박성규 (PARK,
Sung Gyu) [KR/KR]; 791-050 경상남도 창원시 성산구
가음정동 13-3 번지 재료연구소 아파트 502 호,
Gyeongsangnam-do (KR). 김창수 (KIM, Chang Su)
[KR/KR]; 642-111 경상남도 창원시 성산구 가음동 재
료연구소 아파트 301 호, Gyeongsangnam-do (KR). 강재
욱 (KANG, Jae Wook) [KR/KR]; 642-120 경상남도 창
원시 성산구 성주동 일신 대동프리빌리지 111 동 405
호, Gyeongsangnam-do (KR). 임평수 (LIM, Koeng Su)
[KR/KR]; 305-333 대전시 유성구 어은동 한빛아파트
122 동 1004 호, Daejeon (KR). 박상일 (PARK, Sang Il)
[KR/KR]; 361-260 충청북도 청주시 흥덕구 가경동 프
랜차이즈아파트 805 동 1306 호, Chungcheongbuk-do (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: THIN-FILM SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 박막 태양전지 및 그 제조방법



(57) Abstract: A thin-film solar cell and a method for manufacturing the same are disclosed. A thin-film solar cell according to one embodiment of the present invention comprises: a substrate; a front-surface electrode layer formed on the substrate; an oxide layer formed on the front-surface electrode; an intrinsic layer formed on the oxide layer; and a rear-surface electrode layer formed on the intrinsic layer, wherein the oxide layer is formed of a material selected from among MoO_3 , WO_3 , V_2O_5 and CrO_3 .

(57) 요약서: 박막 태양전지 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지는 기판; 기판상에 형성되는 전면 전극층; 전면 전극 상에 형성되는 옥사이드층; 옥사이드층 상에 형성되는 광 흡수층(intrinsic layer); 및 광 흡수층 상에 형성되는 후면 전극층을 포함하고, 옥사이드층은 MoO_3 , WO_3 , V_2O_5 및 CrO_3 중에서 선택되는 물질로 형성된다.



(74) **대리인: 남충우 (NAM, Choong Woo)** 등; 135-854 서울 특별시 강남구 도곡동 517-18 경빈빌딩 3층, Seoul (KR).

(81) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 박막 태양전지 및 그 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 태양전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 박막 태양전지에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 박막 태양전지는 박막 증착온도, 사용되는 기관의 종류 및 증착방법에 따라 다양하게 분류될 수 있는데, 광 흡수층(intrinsic layer)의 결정특성에 따라서는 크게 비정질(amorphous)과 결정질(crystalline) 실리콘 박막 태양전지로 분류될 수 있다.
- [3] 박막 태양전지는 광 흡수층으로 박막을 이용하는 것으로, 광흡수계수가 결정질 실리콘 태양전지에 비하여 크게 높고, 고가의 실리콘 기관대신 유리나 금속판과 같은 저가의 기관을 사용할 수 있어 기관 소재비가 결정계 태양전지에 비해 매우 낮다는 장점이 있다. 또한, LCD 생산기술을 기반할 수 있으므로 초기설비 투자비를 크게 낮출 수 있고, 저온공정이 가능하여 플렉서블 기관을 이용한 소자 구현이 가능하다는 장점이 있으므로 최근 많은 연구 개발이 이루어지고 있다.
- [4] 도 1은 종래 박막 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [5] 도 1에서는 p-i-n 슈퍼스트레이트형 박막 태양전지의 구조를 도시하고 있는데, 이와 같은 구조의 종래 박막 태양전지는 광이 입사되는 기관(10)위에 TCO층(11), p형 반도체층(12, a-Si:H), i형 반도체층(13, a-Si:H), n형 반도체층(14, a-Si:H) 및 후면 전극(15)이 순차적으로 증착되어 구성된다.
- [6] 보다 구체적으로, 종래 박막 태양전지는 불순물이 첨가되지 않은 진성(intrinsic) 반도체인 i형 반도체층(13)을 높은 도핑 농도를 갖는 p형 반도체층(12) 및 n형 반도체층(14) 중간에 삽입된 형태를 가지며, 이를 통상적으로 p-i-n 구조라고 한다. 이러한 구조에서는 i형 반도체층(13)은 높은 도핑 농도를 갖는 p형 반도체층(12) 및 n형 반도체층(14)에 의해 공핍(depletion)되며, 따라서 i형 반도체층(13)에서 입사광에 의해 생성된 전자-정공쌍(electron-hole pairs)은 내부 전기장에 의한 드리프트에 의해 각 계면에 수집됨으로써 전류를 발생하게 된다.
- [7] 그런데, 상술한 p-i-n 구조를 갖는 박막 태양전지는 다음과 같은 문제가 있었다. 첫째, p형 반도체층 및 n형 반도체층과 같은 도핑 레이어(doping layer)들에 의한 결함(defect) 증가로 광안정성(light stability)이 상대적으로 낮으므로, 빛에 노출될 경우에 열화(degradation) 현상이 발생하였다.
- [8] 둘째, p형 반도체층 및 n형 반도체층은 높은 도핑 농도를 갖도록 형성되므로, 공정 과정에서 유해 가스(toxic gas)가 발생하여 작업자가 상기 유해 가스에 노출될 우려가 있어 작업 환경에 악영향을 미칠 수 있다.
- [9] 셋째, p-i-n층은 모두 SiH_4 및 H_2 가스를 이용한 PECVD(플라즈마

화학기상증착공정, Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)를 이용하여 증착되는데, 상기 PECVD는 열 증착(thermal evaporation) 또는 스퍼터링(sputtering) 공정과 비교하여 공정비용 및 초기설비투자비가 증가하는 문제가 있다.

- [10] 상술한 문제점들은 모두 p-i-n 구조의 박막 태양전지가 p형 반도체층 및 n형 반도체층과 같은 도핑 레이어들을 사용하고 있기 때문에 발생하는 것으로, 상기 도핑 레이어인 p형 반도체층 및/또는 n형 반도체층을 제거 또는 다른 물질로 대체하는 시도가 이루어지고 있다.
- [11] 관련하여, 최근에 p-i-n 구조에서 n형 반도체층을 LiF/Al 쇼트키 접합으로 대체한 연구가 개시된 바 있다(비특허 문헌 1). 상기 연구에서는 n형 반도체층을 LiF/Al 쇼트키 접합으로 대체하여 도핑 레이어의 일부를 제거하였음에도 태양전지의 효율 특성이 적정한 수준으로 구현될 수 있음을 기재하고 있다.
- [12] 그러나, 상기 연구에서는 여전히 도핑 레이어로써 p형 반도체층이 존재하고 있으므로, 도핑 레이어들에 의한 상기 문제점들이 완전히 해결되지는 않는다. 후속 연구가 필요한 이유이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 본 발명의 실시예들은 도핑 레이어들(p형 반도체층 및 n형 반도체층)이 없는 박막 태양전지 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [14] 본 발명의 일 측면에 따르면, 기판; 상기 기판상에 형성되는 전면 전극층; 상기 전면 전극 상에 형성되는 옥사이드층; 상기 옥사이드층 상에 형성되는 광 흡수층(intrinsic layer); 및 상기 광 흡수층 상에 형성되는 후면 전극층을 포함하고, 상기 옥사이드층은 MoO₃, WO₃, V₂O₅ 및 CrO₃ 중에서 선택되는 물질로 형성되는 박막 태양전지가 제공될 수 있다.
- [15] 이 때, 상기 옥사이드층의 두께는 1nm 내지 30nm일 수 있다.
- [16] 또한, 상기 후면 전극층은, 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과, 상기 제1 전극층 상에 형성되는 제2 전극층을 포함하고, 상기 제1 전극층은 LiF, Liq, CsCl, ZrO₂, Al₂O₃ 및 SiO₂ 중에서 선택되는 물질로 형성되고, 상기 제2 전극층은 Al, Ag, Mg, Ca 및 Li 중에서 선택되는 물질로 형성될 수 있다.
- [17] 이 때, 상기 제1 전극층은 LiF로 형성되고, 상기 제2 전극층은 Al로 형성될 수 있다.
- [18] 또한, 상기 제1 전극층의 두께는 0.1nm 내지 2.0nm일 수 있다.
- [19] 한편, 상기 기판은 FTO(Fluorine Tin Oxide)가 코팅된 유리 기판일 수 있다.
- [20] 또한, 상기 전면 전극층은, FTO(Fluorine Tin Oxide), ITO(Indium Tin Oxide), ZnO:Al, AgO 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되거나, ITO/GZO 또는 ZnO/AZO로 이루어진 이중층으로 형성될 수 있다.

- [21] 또한, 상기 광 흡수층은 비정질 실리콘 박막(a-Si:H), 미세결정질 실리콘 박막(Micro-Crystalline Silicon, mc-Si:H), 결정질 실리콘 박막(Crystalline Silicon, Si:H), 다결정질 실리콘 박막(Polycrystalline Silicon, pc-Si:H) 및 나노결정질 실리콘박막(Nano-Crystalline Silicon, nc-Si:H) 중에서 선택될 수 있다.
- [22] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명의 일 측면에 따른 박막 태양전지의 제조방법에 있어서, 상기 옥사이드층의 형성은 열 증착법(thermal evaporation), 스퍼터링(sputtering) 공정 또는 전자빔 증착법(E-beam evaporation)을 이용하여 이루어지는 박막 태양전지의 제조방법이 제공될 수 있다.
- [23] 이 때, 상기 후면 전극층은 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과, 상기 제1 전극층 상에 형성되는 제2 전극층을 포함하여 형성되고, 상기 옥사이드층 및 상기 후면 전극층은 상기 열 증착법을 이용하여 형성되되, 상기 옥사이드층의 두께는 10nm 내지 30nm로 형성하고, 상기 제1 전극층의 두께는 1.0nm 내지 2.0nm로 형성할 수 있다.
- [24] 또한, 상기 후면 전극층은 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과, 상기 제1 전극층 상에 형성되는 제2 전극층을 포함하여 형성되고, 상기 옥사이드층은 상기 스퍼터링 공정을 이용하여 형성되고, 상기 후면 전극층은 상기 열 증착법을 이용하여 형성되되, 상기 옥사이드층의 두께는 5nm 내지 10nm로 형성하고, 상기 제1 전극층의 두께는 1.0nm 내지 2.0nm로 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [25] 발명의 실시예들은 종래 p-i-n 구조의 박막 태양전지에서 p형 반도체층을 옥사이드층으로 대체하고 n형 반도체층을 LiF/Al로 구성되는 후면 전극층으로 대체함으로써, 도핑 레이어들이 없는 박막 태양전지를 구현하였다.
- [26] 따라서, 도핑 레이어들이 존재하는 경우에 발생하는 낮은 광안정성, 유해가스 발생 및 공정비용 증가와 같은 문제점들을 갖지 않으며, 상대적으로 높은 광안정성, 친환경성 및 공정비용 절감과 같은 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 종래 박막 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [29] 도 3은 비교예 1과 실시예 1 내지 3의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다.
- [30] 도 4는 비교예 2와 실시예 4 내지 9의 암실에서의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다.
- [31] 도 5는 비교예 2와 실시예 4 내지 9의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다.
- [32] 도 6은 비교예 및 실시예들의 시간에 따른 효율 변화를 도시한 그래프이다.
- [33] 도 7은 실시예 14 내지 17의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다.
- [34] (부호의 설명)
- [35] 10: 기판 11: TCO층

- [36] 12: p형 반도체층 13: i형 반도체층
- [37] 14: n형 반도체층 15: 후면 전극
- [38] 100: 박막 태양전지
- [39] 110: 기판 120: 전면 전극층
- [40] 130: 옥사이드층 140: 광 흡수층
- [41] 150: 후면 전극층 151: 제1 전극층
- [42] 152: 제2 전극층

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [44] 본 명세서에 있어서 "상부", "상에" 또는 "위에"라는 표현은 첨부된 도면을 기준으로 상대적인 위치 개념을 언급하기 위한 것이고, 상기 표현들은 언급된 층에 다른 구성요소 또는 층이 직접적으로 존재하는 경우 뿐만 아니라, 그 사이에 다른 층 또는 구성요소가 개재되거나 존재할 수 있으며, 또한 언급된 층과의 관계에서 상부에 존재하기는 하지만 언급된 층의 표면(특히, 입체적 형상을 갖는 표면)을 완전히 덮지 않은 경우도 포함할 수 있음을 밝혀둔다. 마찬가지로 "하부", "하측에" 또는 "아래에"라는 표현 역시 특정 층(구성요소)과 다른 층(구성요소) 사이의 위치에 대한 상대적 개념으로 이해될 수 있을 것이다.
- [45] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지(100, 이하에서는 박막 태양전지라고 칭하도록 함)의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [46] 도 2를 참조하면, 박막 태양전지(100)는 기판(110) 상에 전면 전극층(120), 옥사이드층(130), 광 흡수층(140) 및 후면 전극층(150)이 순차적으로 형성된 구조를 포함할 수 있다.
- [47] 한편, 기판(110), 전면 전극층(120), 옥사이드층(130), 광 흡수층(140) 및 후면 전극층(150)의 일면 또는 양면에는 무정형의 피라미드 구조를 갖는 복수개의 요철이 형성될 수 있다. 즉, 상기 구성들은 텍스처링 표면(texturing surface)을 구비할 수 있다. 상기 텍스처링 표면은 입사광의 반사도를 감소시키고, 입사광의 산란(scattering)에 의한 광 흡수층(140) 내부에서의 이동경로를 증가시켜 태양전지의 효율을 향상시키는 데 기여할 수 있다. 도 2에서는 텍스처링 표면이 구비된 박막 태양전지(100)를 도시하였음을 밝혀둔다.
- [48] 이하, 박막 태양전지(100)의 각 구성에 대하여 설명하도록 한다.
- [49] 기판(110)은 입사되는 광이 광 흡수층(140)에 효과적으로 도달되도록 투명 재질로 형성될 수 있다. 즉, 기판(110)은 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판일 수 있다. 이러한 기판(110)의 예로는 FTO(Fluorine Tin Oxide)가 코팅된 유리 기판, ITO(Indium Tin Oxide)가 코팅된 기판 및 GZO(Gallium Zinc Oxide)가 코팅된 기판을 포함하는 이중 기판, 또는 AZO(Aluminium Zinc Oxide)가 코팅된 기판일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [50] 이 때, 기판(110)이 FTO가 코팅된 유리 기판인 경우에는, 상기 FTO가 전면 전극층(120)으로 기능할 수 있다.
- [51] 전면 전극층(120)은 입사광에 의해 생성된 캐리어 중 하나(예를 들어, 정공)를 수집하여 출력하는 것으로, 전면 전극층(120)은 입사광의 투과율을 높이기 위해 투명 재질 및 전기 전도성을 갖는 재질로 형성될 수 있다.
- [52] 예를 들어, 전면 전극층(120)은 주석계 산화물(SnO_2 , $\text{SnO}_2\text{:F}$, ITO), ITO/GZO(Gallium Zinc Oxide) 또는 ZnO/AZO 로 이루어진 이중층(double layer), ZnO:Al , AgO 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [53] 옥사이드층(130)은 전면 전극층(120) 상에 형성되는 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지(100)에서는 종래의 박막 태양전지에서 도핑 레이어 중 하나인 p형 반도체층(도 1 참조)을 MoO_3 (Molybdenum oxide), WO_3 (Tungsten oxide), V_2O_5 (Vanadium oxide) 및 CrO_3 (Chromium oxide) 중에서 선택되는 물질로 형성된 옥사이드층(130)으로 대체하는 것을 기술적 특징으로 한다. 한편, 설명의 편의를 위해서 본 명세서에서는 옥사이드층(130)이 MoO_3 로 형성된 경우를 중심으로 설명하도록 한다.
- [54] 종래의 박막 태양전지에서의 p형 반도체층(a-Si:H)과 동일 또는 유사하게 기능하기 위해서는 적절한 전기전도도 뿐만 아니라, 넓은 광학적 밴드갭(wide optical bandgap)을 갖추어야 한다.
- [55] 관련하여, 상기 MoO_3 는 높은 전기전도도 및 넓은 광학적 밴드갭(3.16eV)을 가지고 있어, 상술한 조건을 충족시키는 물질에 해당한다. 본 발명의 발명자들은 상기 MoO_3 와 같은 상기 열거된 옥사이드 물질이 상기 p형 반도체층과는 달리 도핑 레이어가 아니므로 p형 반도체층을 대체하면서도 도핑 레이어에 의해 발생 가능한 문제점을 해결할 수 있다는 장점을 가짐을 확인하였다.
- [56] 구체적으로, 도핑 레이어에 의해 발생 가능한 문제점을 해결하기 위하여 종래 박막 태양전지의 p형 반도체층을 본 발명의 일 실시예에서와 같이 옥사이드층(130)으로 대체하는 경우에는 단지 p형 반도체층을 제거하는 경우에 비하여 더 나은 특성 향상을 보인다.
- [57] 첫째, MoO_3 물질의 넓은 광학적 밴드갭으로 인하여 종래 p형 반도체층에서 발생 가능한 광의 흡수 손실(absorption loss)을 감소시킬 수 있으며, 둘째, MoO_3 물질의 높은 전기전도도로 인하여 직렬 저항(series resistance)을 감소시키고 FF(fill factor)를 향상시킬 수 있다. 셋째, MoO_3 물질의 높은 일함수(work function)로 인해서 높은 개방전압(V_{oc} , open circuit voltage)을 가질 수 있다.
- [58] 넷째, 도핑 레이어가 옥사이드 물질로 대체됨으로써, 도핑 레이어에 의한 결함(defect)이 일어나지 않으며 MoO_3 물질의 경우에는 광흡수층 전면의 캐핑 레이어(capping layer)로 기능할 수 있으므로 태양전지의 광안정성(light stability)를 향상시킬 수 있다.
- [59] 다섯째, 도핑 레이어 공정과정에서 발생하는 유해 가스(toxic gas)가 발생하지 않으며, 열 증착법(thermal evaporation) 또는 스퍼터링(sputtering) 공정을

- 이용하여 형성 가능하므로 PECVD(플라즈마 화학기상증착공정, Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 공정 사용이 크게 줄어들 수 있어 공정비용을 절감할 수 있다. 이와 같은 장점들은 후술할 시험예에서 보충 설명하기로 한다.
- [60] 옥사이드층(130)의 두께는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 1nm 내지 30nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 옥사이드층(130)의 두께가 1nm 미만이거나 30nm를 초과하는 경우에는 본 발명에서 목적으로 하는 박막 태양전지(100)의 효율 특성이 충분하게 구현되지 않을 수 있다. 이에 대해서는 후술할 시험예에서 보충 설명하기로 한다.
- [61] 광 흡수층(140, intrinsic layer)은 옥사이드층(130) 상에 형성되는 것으로, 입사광을 받아 전자-정공쌍(electron-hole pair)을 생성하여 전류를 발생시키는 기능을 수행한다. 광 흡수층(140)으로는 비정질 실리콘 박막(a-Si:H), 미세결정질 실리콘 박막(Micro-Crystalline Silicon, mc-Si:H), 결정질 실리콘 박막(Crystalline Silicon, Si:H), 다결정질 실리콘 박막(Polycrystalline Silicon, pc-Si:H) 또는 나노결정질 실리콘박막(Nano-Crystalline Silicon, nc-Si:H)이 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 설명의 편의를 위해서 본 명세서에서는 광 흡수층(140)이 비정질 실리콘 박막인 경우를 중심으로 설명하도록 한다. 한편, 광 흡수층(140)의 두께는 한정되지 않으며 예를 들어, 50nm 내지 1000nm의 두께로 형성될 수 있다.
- [62] 후면 전극층(150)은 광 흡수층(140) 상에 형성되는 것으로, 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층(151) 및 제1 전극층(151) 상에 형성되는 제2 전극층(152)을 포함할 수 있다.
- [63] 이 때, 제1 전극층(151)은 LiF, Liq, CsCl, ZrO₂, Al₂O₃ 및 SiO₂ 중에서 선택되는 물질로 형성될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 제2 전극층(152)은 Al, Ag, Mg, Ca 및 Li 중에서 선택되는 물질로 형성될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제1 전극층(151) 및 제2 전극층(152)의 조합으로는 LiF/Al, ZrO₂/Al, ZrO₂/Ag, ZrO₂/Mg, ZrO₂/Ca, ZrO₂/Li, Al₂O₃/Al, Al₂O₃/Ag, SiO₂/Al 또는 SiO₂/Ag 등이 있을 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [64] 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지(100)에서는 종래의 박막 태양전지에서 도핑 레이어 중 하나인 n형 반도체층(도 1 참조)을 제거하고, 제1 전극층(151)/ 제2 전극층(152)으로 형성된 후면 전극층(150)으로 대체하였다. 한편, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위해서 제1 전극층(151)이 LiF이고, 제2 전극층(152)이 Al인 LiF/Al를 후면 전극층(150)으로 이용한 경우를 중심으로 설명하도록 한다.
- [65] 제1 전극층(151)/ 제2 전극층(152)은 쇼트키 접합(Schottky Junction)으로, 박막 태양전지에서의 n형 반도체층을 대체 가능하다. 이에 대해서는 [비특허문헌](Liang Fang et al, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL.58, NO.9, SEPTEMBER 2011, pp.3048-3051)에 구체적으로 기재되어 있으며, 본 명세서는 상기 비특허문헌의 내용을 포함할 수 있음을 밝혀둔다.

- [66] 제1 전극층(151)은 표면 패시베이션(passivation)으로 기능할 수 있으며, 제1 전극층(151)의 두께는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 0.1nm 내지 2.0nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 제1 전극층(151)의 두께가 상기 범위를 벗어나는 경우에는 본 발명에서 목적으로 하는 박막 태양전지(100)의 효율 특성이 충분하게 구현되지 않을 수 있다. 이에 대해서는 후술할 시험예에서 보충 설명하기로 한다.
- [67] 한편, 제2 전극층(152)은 입사광에 의해 생성된 캐리어 중 하나(예를 들면, 전자)를 수집하여 출력 가능하다.
- [68] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지의 제조방법에 대하여 설명하도록 한다. 설명의 편의를 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지의 구성에 대해서는 동일한 도면 부호를 병기하였음을 밝혀둔다.
- [69] 우선, 기판(110) 상에 전면 전극층(120)을 형성하거나, FTO가 코팅된 FTO 글라스를 준비한다. 전면 전극층(120)은 주석계 산화물(SnO_2 , $\text{SnO}_2\text{:F}$, ITO), ITO/GZO(Gallium Zinc Oxide) 또는 ZnO/AZO 로 이루어진 이중층(double layer), ZnO:Al , AgO 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 물질을 사용 가능하다.
- [70] 다음으로, 전면 전극층(120) 상에 옥사이드층(130)을 증착한다. 옥사이드층(130)은 MoO_3 (Molybdenum oxide), WO_3 (Tungsten oxide), V_2O_5 (Vanadium oxide) 및 CrO_3 (Chromium oxide) 중에서 선택되는 물질로 형성될 수 있다.
- [71] 이 때, 증착 방법으로는 Low 10^{-6} Torr 진공 조건 하에서 열 증착법(thermal evaporation), 스퍼터링(sputtering) 공정 또는 전자빔 증착(E-beam evaporation)공정을 사용 할 수 있다.
- [72] 다음으로, 옥사이드층(130) 상에 비정질 실리콘 박막(a-Si:H), 미세결정질 실리콘 박막(Micro-Crystalline Silicon, mc-Si:H), 결정질 실리콘 박막(Crystalline Silicon, Si:H), 다결정질 실리콘 박막(Polycrystalline Silicon, pc-Si:H) 또는 나노결정질 실리콘박막(Nano-Crystalline Silicon, nc-Si:H)으로 이루어지는 광 흡수층(140)을 PECVD공정, Photo-CVD, Lase CVD 또는 스퍼터링 공정 등을 이용하여 증착하고, 다시 광 흡수층(140) 상에 LiF, Liq, CsCl, ZrO_2 , Al_2O_3 및 SiO_2 중에서 선택되는 물질로 형성되는 제1 전극층(151) 및 Al, Ag, Mg, Ca 및 Li 중에서 선택되는 물질로 형성되는 제2 전극층(152)을 열 증착법 또는 스퍼터링 공정으로 형성하여 박막 태양전지를 제조할 수 있다.
- [73] 종래 p-i-n 구조의 박막 태양전지에서는 p형 반도체층 및 n형 반도체층과 같은 도핑 레이어들을 PECVD공정을 이용하여 증착하였으므로 공정비용이 상승하는 문제가 있었으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 태양전지에서는 도핑 레이어가 아닌 옥사이드층(130) 및 후면전극층(150)을 PECVD보다 공정 비용이 낮은 열 증착법 또는 스퍼터링 공정을 통해 형성 가능하므로, 전체 공정 비용을 절감할 수 있다는 장점을 갖는다. 또한, 도핑 레이어를 형성하지 않아도 되므로,

도핑 레이어 형성시에 발생하는 유해 가스가 없으므로 친환경적으로 박막 태양전지를 제작 가능하다.

- [74] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 종래 p-i-n 구조의 박막 태양전지에서 p형 반도체층을 MoO_3 , WO_3 , V_2O_5 및 CrO_3 중에서 선택되는 물질로 형성되는 옥사이드층으로 대체하고, n형 반도체층을 LiF, Liq, CsCl, ZrO_2 , Al_2O_3 및 SiO_2 중에서 선택되는 물질로 형성되는 제1 전극층 및 Al, Ag, Mg, Ca 및 Li 중에서 선택되는 물질로 형성되는 제2 전극층으로 구성되는 후면 전극층으로 대체함으로써, 도핑 레이어들이 없는 박막 태양전지를 구현하였다. 따라서, 도핑 레이어들이 존재하는 경우에 발생하는 낮은 광안정성, 유해가스 발생 및 공정비용 증가와 같은 문제점들을 갖지 않으며, 상대적으로 높은 광안정성, 친환경성 및 공정비용 절감과 같은 장점을 갖는다.

- [75] 이하, 본 발명의 시험예에 대하여 설명하도록 한다. 다만, 하기의 시험예가 본 발명을 한정하지 않음은 자명하다.

[76] 시험예

[77] 비교예 및 실시예 준비

- [78] 시험을 위하여, 비교예 및 실시예에 해당하는 박막 태양전지를 제작하였으며, 상기 비교예 및 실시예에 대해서는 하기 [표 1]에 정리하였다. 한편, 광 흡수층 물질로는 a-Si:H를 사용하여 450nm 두께로 형성하였고, 기판 및 전면전극층으로 FTO 글라스(Pilkington glass社)를 사용하였다.

[79] 표 1

[Table 1]

비교예 1	FTO/a-Si:H(450nm)/LiF(0.7nm)/Al
비교예 2	FTO/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 1	FTO/ MoO_3 (1nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(0.7nm)/Al
실시예 2	FTO/ MoO_3 (5nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(0.7nm)/Al
실시예 3	FTO/ MoO_3 (10nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(0.7nm)/Al
실시예 4	FTO/ MoO_3 (5nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 5	FTO/ MoO_3 (10nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 6	FTO/ MoO_3 (15nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 7	FTO/ MoO_3 (20nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 8	FTO/ MoO_3 (25nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al
실시예 9	FTO/ MoO_3 (30nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al

- [80] [표 1]을 참조하면, 비교예 및 실시예들은 옥사이드층의 유무로 구분될 수 있으며, 구체적으로 비교예는 종래 박막 태양전지에서 p형 반도체층을 제거한 것이고, 실시예는 p형 반도체층을 옥사이드층으로 대체한 것이다. 이 때, 상기

옥사이드층으로는 MoO_3 을 사용하였으며, 상기 옥사이드층의 형성방법으로는 열 증착법을 사용하였다.

[81] 비교예 및 실시예 모두에서 종래 박막 태양전지에서 n형 반도체층을 LiF/Al 후면 전극층으로 대체하였으며, 상기 후면 전극층의 형성방법으로는 열 증착법을 사용하였다. 또한, 비교예 1,2는 LiF의 두께를 달리하였으며, 실시예들은 옥사이드층(MoO_3) 및 LiF의 두께를 달리하였다.

[82] 한편, [표 1]에 기재된 비교예 2, 실시예 6 내지 9에 대해서, 기판 및 전면전극층으로 다른 제조사의 FTO 글라스(Asahi glass社)를 사용하였다. 이에 대해서는 하기 [표 2]에 정리하였다.

[83] 표 2

[Table 2]

비교예 3	FTO/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	비교: FTO 글라스(Asahi glass社)
실시예 10	FTO/ MoO_3 (15nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	
실시예 11	FTO/ MoO_3 (20nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	
실시예 12	FTO/ MoO_3 (25nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	
실시예 13	FTO/ MoO_3 (30nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	

[84] [표 2]를 참조하면, 비교예 3, 실시예 10 내지 13은 상기 [표 1]의 비교예 2, 실시예 6 내지 9와 FTO 글라스를 제외한 나머지 구성에 대해서는 모두 동일하다.

[85] 한편, 실시예 14 내지 17에 해당하는 박막 태양전지를 제작하였으며, 이에 대해서는 하기 [표 3]에 정리하였다. 실시예 14 내지 17에서는 기판 및 전면전극층으로 FTO 글라스(Pilkington glass社)를 사용하였으며, 광 흡수층 물질로는 a-Si:H를 사용하여 450nm 두께로 형성하였다. 또한, 옥사이드층으로 MoO_3 을 사용하였으며, 상기 옥사이드층의 형성방법으로는 실시예 1 내지 9와는 달리 스퍼터링 공정을 이용하였다.

[86] 실시예 14 내지 17 모두에서 종래 박막 태양전지에서 n형 반도체층을 LiF/Al 후면 전극층으로 대체하였으며, 상기 후면 전극층의 형성방법으로는 열 증착법을 이용하였다. 또한, LiF의 두께는 1.4nm이었으며, 옥사이드층(MoO_3)의 두께를 달리하였다. 이에 대해서는 하기 [표 3]에 정리하였다.

[87] 표 3

[Table 3]

실시 예 14	FTO/ MoO ₃ (3nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	비고: 옥사이드층의 형성방법으로 스퍼터링 공정을 사용함.
실시 예 15	FTO/ MoO ₃ (5nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	
실시 예 16	FTO/ MoO ₃ (7.5nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	
실시 예 17	FTO/ MoO ₃ (10nm)/a-Si:H(450nm)/LiF(1.4nm)/Al	

[88] 에너지 변환 효율 측정

[89] 상기 열거된 비교예 및 실시예들에서 제조된 박막 태양전지의 특성을 측정하기 위하여, 개방전압(Voc, open circuit voltage), 단락전류밀도(Jsc, short-circuit current density), 충전률(FF, fill factor), 및 에너지 변환효율(conversion efficiency)을 측정하였다(Oriel 300W, 표준조건 : 100mW/cm², 25). 측정 결과는 하기 [표 4]에 나타내었다.

[90] 표 4

[Table 4]

	단락전류(J_{sc} , mA/cm ²)	개방전압(V_{oc} , V)	Fill Factor(%)	효율(%)
비교예 1	15.59	0.29	0.53	2.48
비교예 2	14.97	0.31	0.50	2.35
비교예 3	15.58	0.38	0.53	3.21
실시예 1	14.62	0.34	0.55	2.79
실시예 2	15.11	0.46	0.60	4.24
실시예 3	15.23	0.53	0.63	5.20
실시예 4	14.88	0.47	0.60	4.23
실시예 5	15.39	0.61	0.58	5.53
실시예 6	15.27	0.66	0.64	6.55
실시예 7	14.66	0.72	0.65	6.98
실시예 8	14.99	0.65	0.64	6.36
실시예 9	13.99	0.67	0.64	6.07
실시예 10	16.65	0.68	0.62	7.06
실시예 11	15.65	0.68	0.62	6.71
실시예 12	14.72	0.69	0.62	6.45
실시예 13	14.50	0.67	0.61	6.02
실시예 14	15.88	0.49	0.62	4.87
실시예 15	16.32	0.62	0.66	6.59
실시예 16	16.08	0.65	0.67	7.08
실시예 17	14.27	0.66	0.68	6.43

[91] LiF의 두께가 0.7nm인 경우

[92] 도 3은 비교예 1과 실시예 1 내지 3의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다. 비교예 1과 실시예 1 내지 3은 LiF가 0.7nm의 두께를 갖도록 형성되었다.

[93] 도 3을 참조하면, 비교예 1에 대하여 실시예 1 내지 3의 효율이 향상되었음을 확인할 수 있다. 또한, 개방전압(V_{oc}) 및 Fill Factor 역시 향상되었음을 확인할 수 있다. 특히, 옥사이드층의 두께가 10nm인 경우(실시예 3)에서는 비교예 1보다 2배 이상의 효율이 나타남을 알 수 있다.

[94] 다만, 실시예 1 내지 3에서는 비교예 1보다 단락전류(J_{sc})가 낮은 수준에 있음을 알 수 있는데, 이는 종래 박막 태양전지에서 p형 반도체층이 제거되었을

때(비교예 1)에는 상기 p형 반도체층에서의 흡수 손실량(absorption loss)이 없어지기 때문에 단락 전류가 향상되기 때문이다. 그러나 옥사이드층의 두께가 두꺼워질수록 단락전류 값은 점차 높아지게 되고, 옥사이드층의 두께가 10nm 이상이 되면(실시예 3) 비교예 1과 동등한 수준의 단락 전류값을 가지게 됨을 알 수 있다.

[95] LiF의 두께가 1.4nm인 경우

[96] 도 4는 비교예 2와 실시예 4 내지 9의 암실에서의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이고, 도 5는 비교예 2와 실시예 4 내지 9의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다. 비교예 2와 실시예 4 내지 9는 LiF가 1.4nm의 두께를 갖도록 형성되었다.

[97] 도 4 및 도 5를 참조하면, 앞서 살펴본 것과 마찬가지로 비교예 2에 대하여 실시예 4 내지 9의 개방전압(V_{oc}), Fill Factor 및 효율이 향상되었음을 알 수 있다. 특히, 옥사이드층의 두께가 10nm 내지 30nm인 경우(실시예 5 내지 9)에서는 비교예 2보다 2배 이상의 효율이 나타남을 알 수 있으며 최대 효율은 6.98%(실시예 7)로 측정되었다. 이는 옥사이드층의 높은 전기전도도로 인하여 직렬저항(series resistance)이 낮아져 Fill Factor가 향상되기 때문이고, 옥사이드층은 높은 일함수(work function)를 가지므로 개방전압(V_{oc})이 높아지기 때문이다.

[98] 한편, FTO 글라스로 Asahi glass社의 제품을 사용한 경우에는, 다른 조건들이 동일한 경우에 옥사이드층의 특정 두께에 대해서 효율이 보다 향상될 수 있음을 확인하였다. 구체적으로, 실시예 10의 경우(효율 7.06%)에는 FTO 글라스를 제외한 나머지 조건이 동일한 실시예 6보다(효율 6.55%) 효율이 높게 나타남을 확인하였다. 또한, Pilkington glass社의 FTO 글라스를 사용하였을 경우에는 옥사이드층(MoO_3)의 두께가 20nm일 때에 가장 효율이 크게 나타났으며, Asahi glass社의 FTO 글라스를 사용하였을 경우에는 옥사이드층(MoO_3)의 두께가 15nm일 때에 가장 효율이 크게 나타남을 확인하였다.

[99] 광안정성(light stability) 측정

[100] 도 6은 비교예 및 실시예들의 시간에 따른 효율 변화를 도시한 그래프이다.

[101] 광안정성 측정을 위하여, 비교예 2, 실시예 4 내지 9 및 실시예 16에 해당하는 박막 태양전지에 빛을 조사하여 효율이 저하되는 정도를 측정하였다(초기 효율은 [표 2]를 참조). 한편, 종래 p-i-n 구조를 갖는 박막 태양전지를 reference로 하여 그래프에 함께 표시하였음을 밝혀둔다.

[102] 도 6을 참조하면, 시간이 지남에 따라 비교예 2의 효율은 급격히 감소함에 반하여 실시예 4 내지 9의 효율은 비교예 2에 비하여 효율 감소량이 훨씬 줄어들었음을 확인할 수 있다. 또한, 실시예 4 내지 9의 효율 감소량은 종래 p-i-n 구조를 갖는 박막 태양전지(reference)에 비해서도 작은 수준임을 알 수 있다. 이는 p형 반도체층이 없는 경우(비교예 2)에는 광 흡수층(intrinsic layer)으로 광이 직접 조사될 뿐만 아니라 에너지 레벨이 맞지 않아 열화(degradation) 현상이

가속화됨에 반하여, p-i-n 구조에서는 p형 반도체층이 없는 경우에 비해서는 광이 p형 반도체층을 한번 거칠 뿐만 아니라 에너지 레벨이 맞으므로 열화(degradation) 현상이 덜 일어나게 되기 때문이다.

[103] 그러나, 상기 p-i-n 구조에서는 p형 반도체층 및 n형 반도체층에 의한 결합 현상이 발생 하는데, 실시예와 같이 도핑 레이어들이 없는 경우에는 상술한 현상이 발생하지 않으므로 보다 광안정성(light stability)이 향상될 수 있다.

[104] 한편, 옥사이드층을 스퍼터링 공정을 이용하여 형성한 실시예 16의 경우에도 비교예 2 및 종래 p-i-n 구조를 갖는 박막 태양전지(reference)에 비하여 광안정성이 우수함을 확인하였다. 이는 스퍼터링 공정으로 형성된 옥사이드층이 열증착법으로 형성된 박막보다 치밀하므로, 막두께를 얇게 형성하면서도 동일 수준의 광안정성을 확보할 수 있으므로 제조 단가를 낮출 수 있음을 보여준다.

[105] 즉, 상기 시험들을 통하여 종래 p-i-n 구조의 박막 태양전지에서 p형 반도체층을 제거한 경우보다 옥사이드층으로 대체한 경우에 보다 우수하고 안정적인 태양전지를 구현할 수 있음을 확인할 수 있다.

[106] 스퍼터링 공정을 이용한 경우

[107] 도 7은 실시예 14 내지 17의 전류밀도-전압(I-V) 특성 그래프이다. 도 7을 참조하면, 앞선 시험결과와 마찬가지로 옥사이드층(MoO_3)이 존재하는 경우에 그렇지 않은 경우([표 4]의 비교예 2,3 참조)에 대하여 개방전압(V_{oc}), Fill Factor 및 효율이 향상되었음을 알 수 있다.

[108] 한편, 상기 옥사이드층을 열 증착법이 아닌 스퍼터링 공정을 이용한 경우에는, 옥사이드층의 두께가 7.5nm인 경우(실시예 16)에 최대 효율이 7.08%로 측정되었다. 이는 열 증착법을 사용한 경우에 옥사이드층의 두께가 20nm일 때에 최대 효율이 측정되는 것(실시예 7)과는 차이가 있는 것으로, 옥사이드층의 형성공정에 따라 적합한 옥사이드층의 두께가 도출됨을 확인할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에 있어서도 옥사이드층(MoO_3)이 존재하지 않는 경우(비교예 1,2,3)보다 높은 효율을 달성할 수 있음을 확인하였다.

[109] 이 때, 스퍼터링 공정으로 형성된 옥사이드층의 두께가 열 증착법으로 형성된 옥사이드층보다 최적 두께 영역이 작은 이유는 스퍼터링 공정으로 형성된 열증착법으로 형성된 박막보다 치밀하기 때문이다. 따라서, 옥사이드층을 스퍼터링 공정으로 형성하는 경우에는 열 증착법으로 형성하는 경우보다 막두께를 얇게 형성하면서도 동일 수준의 효율을 확보 가능하므로 제조 단가를 낮출 수 있다는 장점이 있다. 본 발명의 발명자들은 반도체 공정을 이용하는 대면적 기판에서의 막 균일도 및 공정 안정성 측면에서 가장 양산성이 높은 스퍼터링 공정에서의 옥사이드 최적 두께를 상기와 같이 도출하였으며, 이는 박막 태양전지의 양산성을 크게 향상시킬 수 있다.

[110] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지

않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다고 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 기판;
 상기 기판상에 형성되는 전면 전극층;
 상기 전면 전극 상에 형성되는 옥사이드층;
 상기 옥사이드층 상에 형성되는 광 흡수층(intrinsic layer); 및
 상기 광 흡수층 상에 형성되는 후면 전극층을 포함하고,
 상기 옥사이드층은 MoO_3 , WO_3 , V_2O_5 및 CrO_3 중에서 선택되는
 물질로 형성되는 박막 태양전지.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 옥사이드층의 두께는 1nm 내지 30nm인 박막 태양전지.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
 상기 후면 전극층은,
 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과, 상기 제1 전극층 상에
 형성되는 제2 전극층을 포함하고,
 상기 제1 전극층은 LiF , Liq , CsCl , ZrO_2 , Al_2O_3 및 SiO_2 중에서
 선택되는 물질로 형성되고, 상기 제2 전극층은 Al , Ag , Mg , Ca 및
 Li 중에서 선택되는 물질로 형성되는 박막 태양전지.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서,
 상기 제1 전극층은 LiF 로 형성되고, 상기 제2 전극층은 Al 로
 형성되는 박막 태양전지.
- [청구항 5] 청구항 3에 있어서,
 상기 제1 전극층의 두께는 0.1nm 내지 2.0nm인 박막 태양전지.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
 상기 기판은 FTO (Fluorine Tin Oxide)가 코팅된 유리 기판인 박막
 태양전지.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서,
 상기 전면 전극층은, FTO (Fluorine Tin Oxide), ITO (Indium Tin
 Oxide), ZnO:Al , AgO 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서
 선택되거나, ITO/GZO 또는 ZnO/AZO 로 이루어진 이중층으로
 형성되는 박막 태양전지.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서,
 상기 광 흡수층은 비정질 실리콘 박막(a-Si:H), 미세결정질 실리콘
 박막(Micro-Crystalline Silicon, mc-Si:H), 결정질 실리콘
 박막(Crystalline Silicon, Si:H), 다결정질 실리콘 박막(Polycrystalline
 Silicon, pc-Si:H) 및 나노결정질 실리콘박막(Nano-Crystalline
 Silicon, nc-Si:H) 중에서 선택되는 박막 태양전지.
- [청구항 9] 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 따른 박막 태양전지의

제조방법에 있어서,
상기 옥사이드층의 형성은 열 증착법(thermal evaporation),
스퍼터링(sputtering) 공정 또는 전자빔 증착(E-beam evaporation)을
이용하여 이루어지는 박막 태양전지의 제조방법.

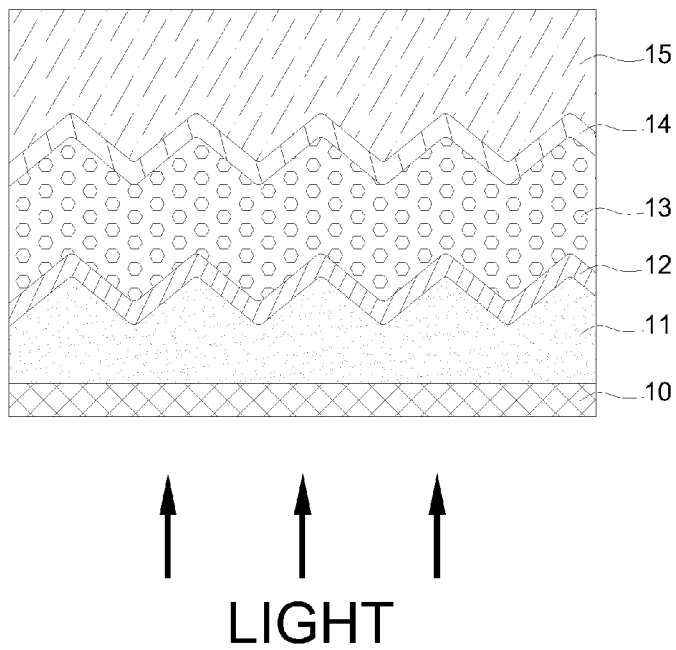
[청구항 10]

청구항 9에 있어서,
상기 후면 전극층은 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과,
상기 제1 전극층 상에 형성되는 제2 전극층을 포함하여 형성되고,
상기 옥사이드층 및 상기 후면 전극층은 상기 열 증착법을
이용하여 형성되되,
상기 옥사이드층의 두께는 10nm 내지 30nm로 형성하고, 상기 제1
전극층의 두께는 1.0nm 내지 2.0nm로 형성하는 박막 태양전지의
제조방법.

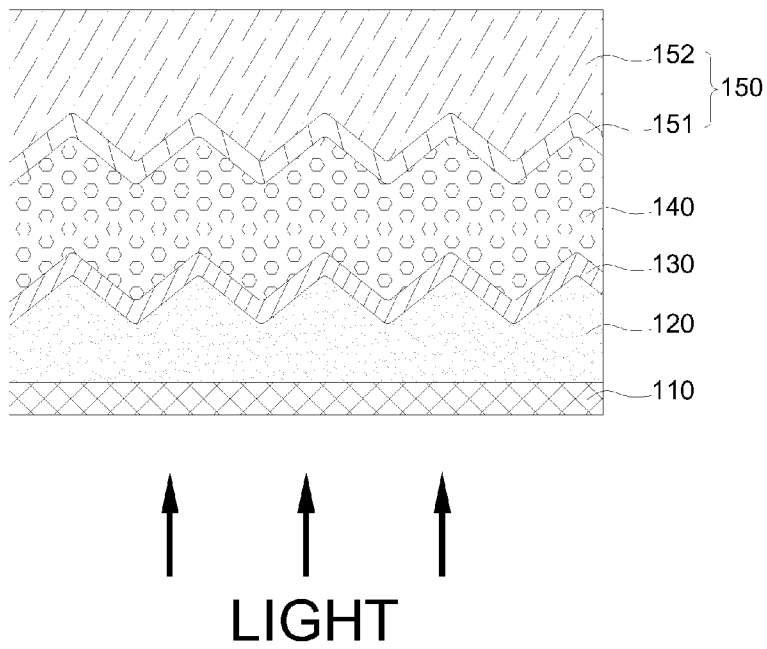
[청구항 11]

청구항 9에 있어서,
상기 후면 전극층은 상기 광 흡수층 상에 형성되는 제1 전극층과,
상기 제1 전극층 상에 형성되는 제2 전극층을 포함하여 형성되고,
상기 옥사이드층은 상기 스퍼터링 공정을 이용하여 형성되고,
상기 후면 전극층은 상기 열 증착법을 이용하여 형성되되,
상기 옥사이드층의 두께는 5nm 내지 10nm로 형성하고, 상기 제1
전극층의 두께는 1.0nm 내지 2.0nm로 형성하는 박막 태양전지의
제조방법.

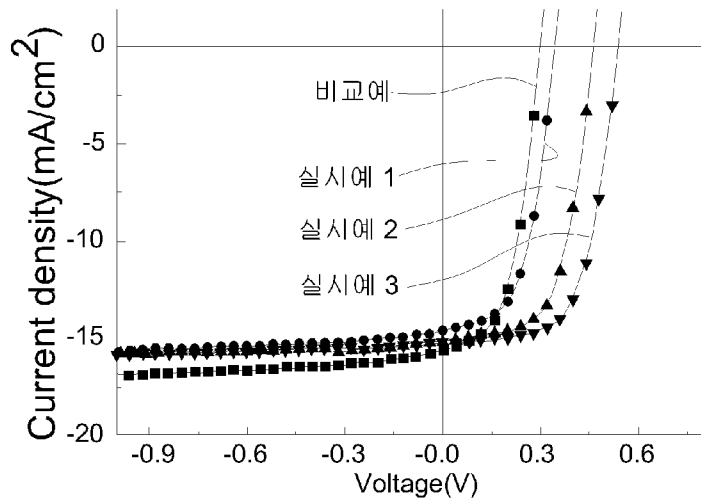
[Fig. 1]



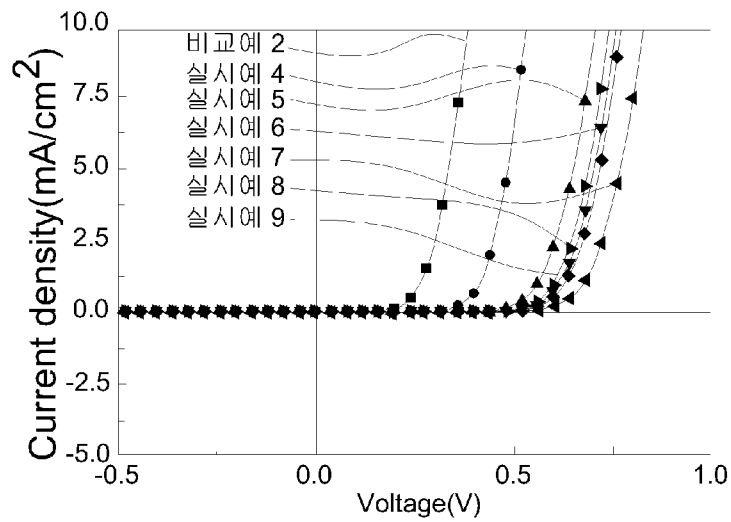
[Fig. 2]



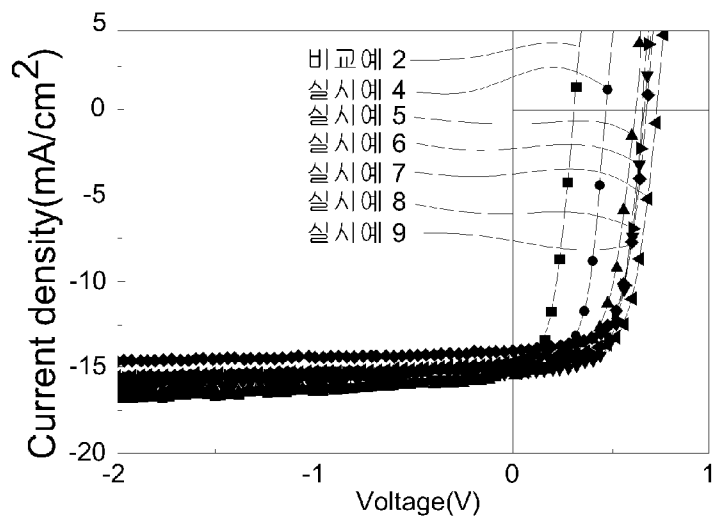
[Fig. 3]



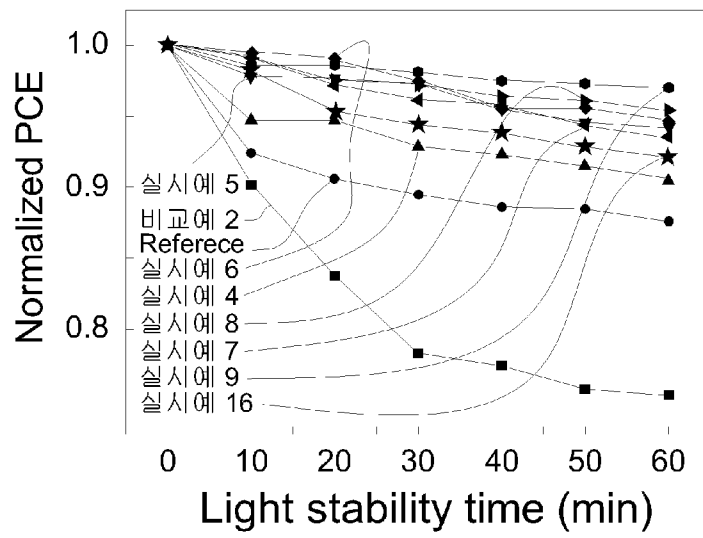
[Fig. 4]



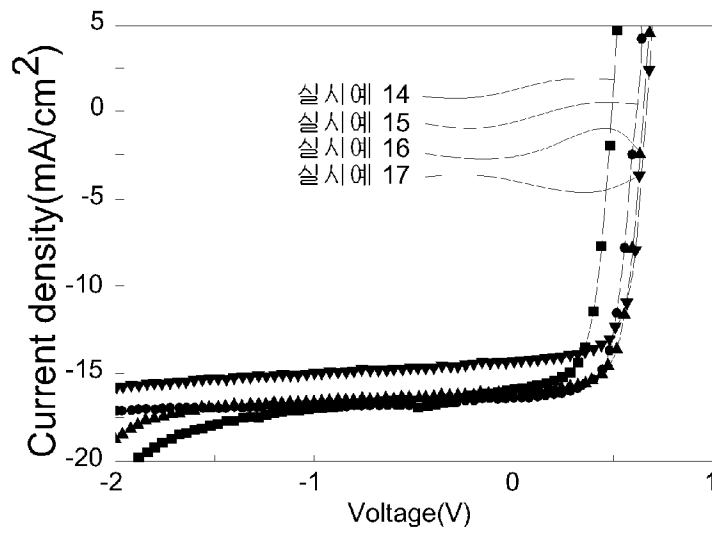
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/005457**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/18(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 31/042; H01L 31/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: oxide, MoO₃, solar cell

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1128832 B1 (DAEGU GYEONGBUK INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 March 2012 See abstract, paragraphs [0082-0185], claims 1, 3 and figure 1.	1-11
A	KR 10-2011-0104529 A (AQT SOLAR, INC.) 22 September 2011 See abstract, paragraph [0009] and figure 1.	1-11
A	KR 10-1051079 B1 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 21 July 2011 See abstract, claims 1, 7 and figure 1.	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 MARCH 2013 (15.03.2013)

Date of mailing of the international search report

15 MARCH 2013 (15.03.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/005457

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1128832 B1	23.03.2012	NONE	
KR 10-2011-0104529 A	22.09.2011	CN 102257634 A EP 2377163 A2 JP 2012-513127 A US 2011-0011460 A1 WO 2010-071874 A3	23.11.2011 19.10.2011 07.06.2012 20.01.2011 24.06.2010
KR 10-1051079 B1	21.07.2011	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) <i>H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/18(2006.01)i</i>		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 31/042; H01L 31/18 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: oxide, MoO3, solar cell		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1128832 B1 (재단법인대구경북과학기술원) 2012.03.23 요약, 단락[0082-0185], 청구항 1,3 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-2011-0104529 A (에이큐티 솔라, 인크.) 2011.09.22 요약, 단락[0009] 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-1051079 B1 (한국화학연구원) 2011.07.21 요약, 청구항 1,7 및 도면 1 참조.	1-11
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2013년 03월 15일 (15.03.2013)	국제조사보고서 발송일 2013년 03월 15일 (15.03.2013)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140	심사관 김민수 전화번호 82-42-481-8249 	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1128832 B1	2012.03.23	없음	
KR 10-2011-0104529 A	2011.09.22	CN 102257634 A EP 2377163 A2 JP 2012-513127 A US 2011-0011460 A1 WO 2010-071874 A3	2011.11.23 2011.10.19 2012.06.07 2011.01.20 2010.06.24
KR 10-1051079 B1	2011.07.21	없음	