

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2012년 2월 2일 (02.02.2012)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2012/015151 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 31/042 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/003125
- (22) 국제출원일: 2011년 4월 27일 (27.04.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0074414 2010년 7월 30일 (30.07.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지이노텍주식회사 (LG INNOTEK CO., LTD.)** [KR/KR]; 서울시 중구 남대문로 5가 541번지 서울스퀘어, 100-714 Seoul (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **최철환 (CHOI, Chul Hwan)** [KR/KR]; 서울시 중구 남대문로 5가 541번지 서울스퀘어, 100-714 Seoul (KR).
- (74) 대리인: **서교준 (SEO, Kyo Jun)**; 서울시 강남구 역삼동 832-41 현죽빌딩 9층, 135-080 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))



WO 2012/015151 A2

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

(54) 발명의 명칭 : 태양전지 및 이의 제조방법

(57) Abstract: A solar cell is disclosed. The solar cell comprises: a substrate; a reverse side electrode layer disposed on the substrate; a light absorption layer disposed on the reverse side electrode layer; and a window layer disposed on the light absorption layer, wherein the window layer includes a plurality of conductive particles. The conductive particles improve the optical and electrical properties of the window layer.

(57) 요약서: 태양전지가 개시된다. 태양전지는 기판; 상기 기판 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층을 포함하며, 상기 윈도우층은 다수 개의 도전성 입자들을 포함한다. 도전성 입자들에 의해서, 윈도우층의 광학적 및 전기적인 특성이 향상된다.

명세서

발명의 명칭: 태양전지 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 실시예는 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 에너지의 수요가 증가함에 따라서, 태양광 에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양전지에 대한 개발이 진행되고 있다.
- [3] 특히, 유리기관, 금속 후면 전극층, p형 CIGS계 광 흡수층, 고 저항 버퍼층, n형 윈도우층 등을 포함하는 기관 구조의 pn 헤테로 접합 장치인 CIGS계 태양전지가 널리 사용되고 있다.
- [4] 이러한 태양전지에 있어서 낮은 저항, 높은 투과율 등의 전기적인 특성 및 광학적인 특성을 향상시키기 위한 연구가 진행되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 실시예는 향상된 전기적인 특성 및 광학적인 특성을 가지는 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [6] 일 실시예에 따른 태양전지는 기관; 상기 기관 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층을 포함하며, 상기 윈도우층은 다수 개의 도전성 입자들을 포함한다.
- [7] 일 실시예에 따른 태양전지는 기관; 상기 기관 상에 배치되는 이면전극층; 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및 상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층을 포함하며, 상기 윈도우층은 제 1 평면에 배치되는 다수 개의 제 1 도전성 입자들을 포함한다.
- [8] 일 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은 기관 상에 이면전극층을 형성하는 단계; 상기 이면전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계; 및 상기 광 흡수층 상에 다수 개의 도전성 입자들을 포함하는 윈도우층을 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [9] 실시예에 따른 태양전지는 다수 개의 도전성 입자들을 포함하는 윈도우층을 포함한다. 특히, 도전성 입자들은 나노 입자층을 형성하여, 윈도우층에 포함될 수 있다.
- [10] 따라서, 윈도우층의 저항은 나노 입자층에 의해서 감소된다. 또한, 도전성 입자들에 의한 표면 플라즈몬 현상에 의해서, 윈도우층의 투과율이 향상될 수 있다.
- [11] 특히, 나노 입자층에 의해서, 윈도우층의 저항이 감소되므로, 윈도우층은 더 얇은 두께로 형성될 수 있다. 즉, 윈도우층은 도전성 입자들을 포함하기 때문에,

얇은 두께로 형성되어도 충분한 전도도를 가질 수 있다.

- [12] 따라서, 원도우층은 얇은 두께로 형성될 수 있고, 두께가 얇아짐에 따라서 사용되는 필요한 재료의 양 및 공정 시간이 단축되고, 향상된 투과율이 확보될 수 있다.

- [13] 따라서, 실시예에 따른 태양전지는 향상된 전기적 및 광학적인 특성을 가지는 원도우층을 포함하고, 향상된 성능을 가진다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 제 1 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
 [15] 도 2 내지 도 7은 제 1 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시한 단면도들이다.
 [16] 도 8은 제 2 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
 [17] 도 9는 제 3 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
 [18] 도 10은 제 4 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
 [19] 도 11은 제 5 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
 [20] 도 12는 도 11에서 A부분을 확대한 단면도이다.
 [21] 도 13 내지 도 19는 제 5 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시한 단면도들이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [22] 실시예의 설명에 있어서, 각 기판, 층, 막 또는 전극 등이 각 기판, 층, 막, 또는 전극 등의 "상(on)"에 또는 "아래(under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, "상(on)"과 "아래(under)"는 "직접(directly)" 또는 "다른 구성요소들 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 각 구성요소의 상 또는 아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다. 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.
- [23] 도 1은 제 1 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다.
- [24] 도 1을 참조하면, 제 1 실시예에 따른 태양전지는 지지기판(100), 이면전극층(200), 광 흡수층(300), 버퍼층(400), 고저항 버퍼층(500) 및 원도우층(600)을 포함한다.
- [25] 상기 지지기판(100)은 플레이트 형상을 가지며, 상기 이면전극층(200), 상기 광 흡수층(300), 버퍼층(400), 고저항 버퍼층(500) 및 상기 원도우층(600)을 지지한다.
- [26] 상기 지지기판(100)은 절연체일 수 있다. 상기 지지기판(100)은 유리기판, 플라스틱기판 또는 금속기판일 수 있다. 더 자세하게, 상기 지지기판(100)은 소다 라임 글래스(soda lime glass) 기판일 수 있다. 상기 지지기판(100)은 투명할 수 있다. 상기 지지기판(100)은 리지드하거나 플렉서블할 수 있다.
- [27] 상기 이면전극층(200)은 상기 지지기판(100) 상에 배치된다. 상기

- 이면전극층(200)은 도전층이다. 상기 이면전극층(200)으로 사용되는 물질의 예로서는 몰리브덴(Mo) 등의 금속을 들 수 있다.
- [28] 또한, 상기 이면전극층(200)은 두 개 이상의 층들을 포함할 수 있다. 이때, 각각의 층들은 같은 금속으로 형성되거나, 서로 다른 금속으로 형성될 수 있다.
- [29] 상기 광 흡수층(300)은 상기 이면전극층(200) 상에 배치된다. 상기 광 흡수층(300)은 I-III-VI족계 화합물을 포함한다. 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)은 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ; CIGS계) 결정 구조, 구리-인듐-셀레나이드계 또는 구리-갈륨-셀레나이드계 결정 구조를 가질 수 있다.
- [30] 상기 광 흡수층(300)의 에너지 밴드갭(band gap)은 약 1eV 내지 1.8eV일 수 있다.
- [31] 상기 버퍼층(400)은 상기 광 흡수층(300) 상에 배치된다. 상기 버퍼층(400)은 상기 광 흡수층(300)에 직접 접촉한다. 상기 버퍼층(400)은 황화 카드뮴을 포함한다. 상기 버퍼층의 에너지 밴드갭은 약 1.9eV 내지 약 2.3eV일 수 있다.
- [32] 상기 고저항 버퍼층(500)은 상기 버퍼층(400) 상에 배치된다. 상기 고저항 버퍼층(500)은 불순물이 도핑되지 않은 징크 옥사이드(i-ZnO)를 포함한다. 상기 고저항 버퍼층(500)의 에너지 밴드갭은 약 3.1eV 내지 3.3eV일 수 있다.
- [33] 상기 윈도우층(600)은 상기 광 흡수층(300) 상에 배치된다. 더 자세하게, 상기 윈도우층(600)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 배치된다. 상기 윈도우층(600)은 도전층이다. 상기 윈도우층(600)은 제 1 투명 도전층(610), 나노 입자층(620) 및 제 2 투명 도전층(630)을 포함한다.
- [34] 상기 제 1 투명 도전층(610)은 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 배치된다. 상기 제 1 투명 도전층(610)은 투명하다. 상기 제 1 투명 도전층(610)을 사용되는 물질의 예로서는 알루미늄이 도핑된 징크 옥사이드(Al doped ZnO; AZO), 인듐 징크 옥사이드(indium zinc oxide; IZO) 또는 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide; ITO) 등을 들 수 있다. 또한, 상기 제 1 투명 도전층(610)의 두께는 상기 윈도우층(600)의 두께의 약 20% 내지 약 80% 일 수 있다.
- [35] 상기 나노 입자층(620)은 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 배치된다. 상기 나노 입자층(620)은 다수 개의 도전성 입자들(621)을 포함한다. 예를 들어, 상기 도전성 입자들(621)은 금속 나노 입자들이다.
- [36] 상기 도전성 입자들(621)의 직경은 약 5nm 내지 약 20nm일 수 있으며, 상기 도전성 입자들(621)로 사용되는 물질의 예로서는 금(Au) 또는 은(Ag) 등을 들 수 있다. 상기 도전성 입자들(621)은 구 형상을 가질 수 있다. 하지만, 이에 한정되지 않고, 다면체 등의 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [37] 또한, 상기 나노 입자층(620)은 상기 도전성 입자들(621)을 둘러싸는 호스트(622)를 포함한다. 상기 호스트(622)는 투명하며, 도전체이다. 상기 호스트(622)는 상기 제 1 투명 도전층(610)과 동일한 물질로 형성될 수 있다. 더 자세하게, 상기 호스트(622)와 상기 제 1 투명 도전층(610)은 일체로 형성될 수

있다. 또한, 상기 호스트(622)와 상기 제 2 투명 도전층(630)도 일체로 형성될 수 있다.

- [38] 상기 나노 입자층(620)은 상기 호스트(622)에 상기 도전성 입자들(621)이 균일하게 분포된 구조를 가질 수 있다. 상기 나노 입자층(620)의 두께는 약 25nm 내지 약 70nm일 수 있다. 또한, 상기 도전성 입자들(621)의 밀도가 너무 높으면, 상기 윈도우층(600)의 투과율이 감소된다. 또한 상기 도전성 입자들(621)의 밀도가 너무 낮으면, 상기 나노 입자층(620)의 전기적 및 광학적 특성이 감소된다.
- [39] 상기 제 2 투명 도전층(630)은 상기 나노 입자층(620) 상에 배치된다. 상기 제 2 투명 도전층(630)은 투명하다. 상기 제 2 투명 도전층(630)을 사용되는 물질의 예로서는 알루미늄이 도핑된 징크 옥사이드(Al doped ZnO;AZO), 인듐 징크 옥사이드(indium zinc oxide;IZO) 또는 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide;ITO) 등을 들 수 있다. 또한, 상기 제 2 투명 도전층(630)의 두께는 상기 윈도우층(600)의 두께의 약 20% 내지 약 80% 일 수 있다.
- [40] 상기 제 1 투명 도전층(610), 상기 나노 입자층(620) 및 상기 제 2 투명 도전층(630)은 일체로 형성될 수 있다. 즉, 상기 윈도우층(600)은 알루미늄 도핑된 징크 옥사이드층의 중간에 상기 도전성 입자들(621)이 소정의 높이에 삽입된 구조를 가진다.
- [41] 상기 나노 입자층(620)은 상기 도전성 입자들(621)을 포함하므로, 낮은 저항을 가진다. 즉, 상기 나노 입자층(620)은 상기 윈도우층(600)의 수평 방향으로의 저항을 감소시킨다. 따라서, 상기 윈도우층(600)의 저항은 전체적으로 감소되고, 실시예에 따른 태양전지는 향상된 성능을 가진다.
- [42] 또한, 상기 도전성 입자들(621)은 나노 크기를 가지기 때문에, 상기 호스트(622) 및 상기 도전성 입자들(621) 사이에서 표면 플라즈몬(surface plasmon) 현상이 일어날 수 있다. 즉, 입사되는 광은 상기 도전성 입자들(621) 및 상기 호스트(622)의 경계면을 따라 유도될 수 있다. 이에 따라서, 반사율이 감소되고, 입사율이 향상된다. 즉, 상기 나노 입자층(620)에 의해서, 상기 윈도우층(600)의 전체적인 투과율이 향상될 수 있다.
- [43] 특히, 상기 나노 입자층(620)에 의해서, 상기 윈도우층(600)의 저항이 감소되므로, 상기 윈도우층(600)은 더 얇은 두께로 형성될 수 있다. 즉, 상기 윈도우층(600)은 상기 도전성 입자들(621)을 포함하기 때문에, 얇은 두께로 형성되어도 충분한 전도도를 가질 수 있다.
- [44] 따라서, 상기 윈도우층(600)은 얇은 두께로 형성될 수 있고, 두께가 얇아짐에 따라서 사용되는 필요한 재료의 양 및 공정 시간이 단축되고, 향상된 투과율이 확보될 수 있다.
- [45] 따라서, 실시예에 따른 태양전지는 향상된 전기적 및 광학적인 특성을 가지는 상기 윈도우층(600)을 포함하고, 향상된 성능을 가진다.
- [46]

- [47] 도 2 내지 도 7은 제 1 실시예에 따른 태양전지를 제조하기 위한 공정을 도시한 도면들이다. 본 제조방법에서는 앞서 설명한 태양전지를 참고하여 설명한다. 본 제조방법에 대한 설명에, 앞선 태양전지에 관한 설명은 본질적으로 결합될 수 있다.
- [48] 도 2를 참조하면, 지지기판(100) 상에 스퍼터링 공정에 의해서 폴리브덴 등과 같은 금속이 증착되고, 이면전극층(200)이 형성된다. 상기 이면전극층(200)은 공정 조건이 서로 다른 두 번의 공정들에 의해서 형성될 수 있다.
- [49] 상기 지지기판(100) 및 상기 이면전극층(200) 사이에는 확산 방지막과 같은 추가적인 층이 개재될 수 있다.
- [50] 도 3을 참조하면, 상기 이면전극층(200) 상에 광 흡수층(300)이 형성된다.
- [51] 상기 광 흡수층(300)은 스퍼터링 공정 또는 증발법 등에 의해서 형성될 수 있다.
- [52] 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)을 형성하기 위해서 구리, 인듐, 갈륨, 셀레늄을 동시 또는 구분하여 증발시키면서 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ; CIGS계)의 광 흡수층(300)을 형성하는 방법과 금속 프리커서 막을 형성시킨 후 셀레니제이션(Selenization) 공정에 의해 형성시키는 방법이 폭넓게 사용되고 있다.
- [53] 금속 프리커서 막을 형성시킨 후 셀레니제이션 하는 것을 세분화하면, 구리 타겟, 인듐 타겟, 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정에 의해서, 상기 이면전극(200) 상에 금속 프리커서 막이 형성된다.
- [54] 이후, 상기 금속 프리커서 막은 셀레이제이션(selenization) 공정에 의해서, 구리-인듐-갈륨-셀레나이드계(Cu(In,Ga)Se_2 ; CIGS계)의 광 흡수층(300)이 형성된다.
- [55] 이와는 다르게, 상기 구리 타겟, 인듐 타겟, 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정 및 상기 셀레니제이션 공정은 동시에 진행될 수 있다.
- [56] 이와는 다르게, 구리 타겟 및 인듐 타겟 만을 사용하거나, 구리 타겟 및 갈륨 타겟을 사용하는 스퍼터링 공정 및 셀레니제이션 공정에 의해서, CIS계 또는 CIG계 광 흡수층(300)이 형성될 수 있다.
- [57] 도 4를 참조하면, 상기 광 흡수층(300) 상에 버퍼층(400) 및 고저항 버퍼층(500)이 형성된다.
- [58] 상기 버퍼층(400)은 화학 용액 증착 공정(chemical bath deposition; CBD)에 의해서 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 광 흡수층(300)이 형성된 후, 상기 광 흡수층(300)은 황화 카드뮴을 형성하기 위한 물질들을 포함하는 용액에 침지되고, 상기 광 흡수층(300) 상에 황화 카드뮴을 포함하는 상기 버퍼층(400)이 형성된다.
- [59] 이후, 상기 버퍼층(400) 상에 징크 옥사이드가 스퍼터링 공정 등에 의해서 증착되고, 상기 고저항 버퍼층(500)이 형성된다.
- [60] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 윈도우층(600)이 형성된다.

- [61] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 원도우층(600)을 형성하기 위해서, 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 투명한 도전물질이 적층되어, 제 1 투명 도전층(610)이 형성된다. 상기 투명한 도전물질의 예로서는 알루미늄 도핑된 징크 옥사이드, 인듐 징크 옥사이드 또는 인듐 틴 옥사이드 등을 들 수 있다.
- [62] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 투명 도전층(610)이 소정의 높이까지 형성된 후, 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 다수 개의 도전성 입자들(621)이 증착된다. 상기 도전성 입자들(621)은 상기 투명한 도전물질이 증착됨과 동시에 상기 제 1 투명 도전층(610)에 증착될 수 있다.
- [63] 이때, 상기 도전성 입자들(621)이 증착되기 위해서, 은 또는 금 등을 포함하는 스퍼터링 타겟에, 약 50V 내지 약 100V의 DC 파워의 RF가 인가될 수 있다. 이와 같은 RF 스퍼터링 공정에 의해서, 약 5nm 내지 약 20nm의 직경을 가지는 금속 나노 입자들이 상기 투명한 도전물질과 함께 증착된다. 이에 따라서, 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 나노 입자층(620)이 형성된다.
- [64] 이와는 다르게, 상기 제 1 투명 도전층(610)이 형성된 후, 상기 투명한 도전물질의 증착은 중지된다. 이후, 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 은 또는 금을 포함하는 금속층이 형성된다. 이후, 금속 열처리 공정에 의해서, 상기 금속층은 다수 개의 금속 나노 입자들로 응집된다. 이후, 다시 투명한 도전물질이 증착되어, 상기 나노 입자층(620)이 형성될 수 있다.
- [65] 이와는 다르게, 상기 제 1 투명 도전층(610)이 형성된 후, 다수 개의 도전성 입자들(621)을 포함하는 용액이 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 코팅된다. 이후, 상기 용액에 포함된 용매는 증발 등에 의해서 제거되고, 상기 제 1 투명 도전층(610) 상에 상기 도전성 입자들(621)이 증착될 수 있다. 이후, 다시 투명한 도전물질이 증착되어, 상기 나노 입자층(620)이 형성될 수 있다.
- [66] 도 7을 참조하면, 상기 나노 입자층(620) 상에 제 2 투명 도전층(630)이 형성된다. 상기 제 2 투명 도전층(630)은 상기 제 1 투명 도전층(610)을 형성하는 공정과 같은 방식으로 형성될 수 있다.
- [67] 이와 같이, 향상된 전기적 및 광학적인 특성을 가지는 상기 원도우층(600)을 포함하는 향상된 성능의 태양전지가 제공될 수 있다.
- [68]
- [69] 도 8은 제 2 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다. 본 실시예에 대한 설명에서, 앞서 설명한 태양전지 및 제조방법을 참조하고, 원도우층에 대해서 추가적으로 설명한다. 앞서 설명한 실시예들은 변경된 부분을 제외하고, 본 실시예에 대한 설명에 본질적으로 결합될 수 있다.
- [70] 도 8을 참조하면, 다수 개의 도전성 입자들(641)이 원도우층(601)에 전체적으로 균일하게 분포한다. 즉, 상기 도전성 입자들(641)은 상기 원도우층(601)에 층을 형성하며 포함되지 않고, 전체에 걸쳐서 분산된다.
- [71] 이때, 상기 원도우층(601)의 두께는 약 500nm 내지 약 1 μ m일 수 있다.
- [72] 상기 도전성 입자들(641)은 상기 원도우층(601)에 전체적으로 분포되므로,

상기 윈도우층(601) 전체에 걸쳐서 표면 플라즈몬 현상이 일어날 수 있다. 따라서, 상기 윈도우층(601)은 향상된 투과율을 가지고, 실시예에 따른 태양전지는 향상된 광학적 성능을 가진다.

[73]

[74] 도 9는 제 3 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다. 본 실시예에 대한 설명에서, 앞서 설명한 태양전지들 및 제조방법을 참조하고, 윈도우층에 대해서 추가적으로 설명한다. 앞서 설명한 실시예들은 변경된 부분을 제외하고, 본 실시예에 대한 설명에 본질적으로 결합될 수 있다.

[75] 도 9를 참조하면, 나노 입자층(650)은 광 흡수층(300)에 인접한다. 더 자세하게, 상기 나노 입자층(650)은 버퍼층에 인접한다. 더 자세하게, 상기 나노 입자층(650)은 상기 고저항 버퍼층(500)에 인접한다.

[76] 즉, 상기 나노 입자층(650)은 윈도우층(602)의 최하층에 배치된다. 이때, 상기 윈도우층(602)은 제 1 투명 도전층을 포함하지 않거나, 매우 얇은 두께의 제 1 투명 도전층을 포함한다.

[77] 즉, 상기 윈도우층(602)은 상기 나노 입자층(650) 및 제 2 투명 도전층(630)을 포함할 수 있다. 상기 나노 입자층(650)은 상기 고저항 버퍼층(500)에 직접 접촉할 수 있다.

[78] 상기 나노 입자층(650)은 상기 고저항 버퍼층(500)에 인접하기 때문에, 상기 윈도우층(602)의 전기적인 특성이 향상된다. 즉, 상기 광 흡수층(300)에 흡수된 광에 의해서 형성되는 전자는 상기 윈도우층(602)과 상기 고저항 버퍼층(500)이 인접하는 영역을 통하여 이동된다. 이때, 상기 나노 입자층(650)은 도전성 입자들(651)을 포함하고, 효과적으로 상기 전자의 이동을 보조할 수 있다.

[79] 이에 따라서, 본 실시예에 따른 태양전지는 향상된 전기적인 특성을 가진다. 즉, 본 실시예에 따른 태양전지는 상기 나노 입자층(650)에 의해서 광학적인 특성보다 전기적인 특성을 더 강화시킨다.

[80]

[81] 도 10은 제 4 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다. 본 실시예에 대한 설명에서, 앞서 설명한 태양전지들 및 제조방법을 참조하고, 윈도우층에 대해서 추가적으로 설명한다. 앞서 설명한 실시예들은 변경된 부분을 제외하고, 본 실시예에 대한 설명에 본질적으로 결합될 수 있다.

[82] 도 10을 참조하면, 나노 입자층(660)은 상면에 인접한다. 더 자세하게, 상기 나노 입자층(660)은 윈도우층(603)의 최상층에 배치된다. 이때, 상기 윈도우층(603)은 제 2 투명 도전층을 포함하지 않거나, 매우 얇은 두께의 제 2 투명 도전층을 포함한다.

[83] 즉, 상기 윈도우층(603)은 제 1 투명 도전층(610) 및 상기 나노 입자층(660)을 포함할 수 있다. 상기 나노 입자층(660)은 상기 윈도우층(603)의 상면에 직접 노출될 수 있다.

[84] 상기 나노 입자층(660)은 상면에 인접하기 때문에, 상기 윈도우층(603)의

광학적인 특성이 향상된다. 즉, 상기 나노 입자층(660)에 직접 광이 입사되기 때문에, 반사되는 광을 효과적으로 줄일 수 있다. 또한, 상기 나노 입자층(660)은 상기 윈도우층(603)의 투과율을 전체적으로 향상시킬 수 있다.

[85] 이에 따라서, 본 실시예에 따른 태양전지는 향상된 광학적인 특성을 가진다. 즉, 본 실시예에 따른 태양전지는 상기 나노 입자층(660)에 의해서 전기적인 특성보다 광학적인 특성을 더 강화시킨다.

[86]

[87] 도 11은 제 5 실시예에 따른 태양전지를 도시한 단면도이다. 도 12는 도 11에서 A부분을 확대한 단면도이다. 본 실시예에 대한 설명에서, 앞서 설명한 태양전지들 및 제조방법을 참조하고, 윈도우층에 대해서 추가적으로 설명한다. 앞서 설명한 실시예들은 변경된 부분을 제외하고, 본 실시예에 대한 설명에 본질적으로 결합될 수 있다.

[88] 도 11 및 도 12를 참조하면, 윈도우층(600)은 제 1 도전성 입자들(671), 제 2 도전성 입자들(672) 및 제 3 도전성 입자들(673)을 포함하는 나노 입자층(670)을 포함한다.

[89] 상기 제 1 도전성 입자들(671)은 상기 나노 입자층(670) 내에 랜덤하게 배치되지 않고, 규칙적으로 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 1 도전성 입자들(671)은 서로 동일한 평면에 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 1 도전성 입자들(671)은 가상의 제 1 평면(674)에 배치된다.

[90] 상기 제 2 도전성 입자들(672)은 상기 제 1 도전성 입자들(671) 상에 배치된다. 마찬가지로, 상기 제 2 도전성 입자들(672)은 상기 나노 입자층(670) 내에서 규칙적으로 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 2 도전성 입자들(672)은 서로 동일한 평면에 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 2 도전성 입자들(672)은 가상의 제 2 평면(675)에 배치된다.

[91] 상기 제 3 도전성 입자들(673)은 상기 제 2 도전성 입자들(672) 상에 배치된다. 마찬가지로, 상기 제 3 도전성 입자들(673)은 상기 나노 입자층(670) 내에서 규칙적으로 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 3 도전성 입자들(673)은 서로 동일한 평면에 배치된다. 더 자세하게, 상기 제 3 도전성 입자들(673)은 가상의 제 3 평면(676)에 배치된다.

[92] 상기 제 1 도전성 입자들, 상기 제 2 도전성 입자들(672) 및 상기 제 3 도전성 입자들(673)의 직경은 약 2nm 내지 약 20nm일 수 있다. 또한, 상기 제 1 평면(674) 및 상기 제 2 평면(675) 사이의 간격은 약 20nm 내지 약 60nm일 수 있다. 또한, 상기 제 2 평면(675) 및 상기 제 3 평면(676) 사이의 간격은 약 20nm 내지 약 60nm일 수 있다.

[93] 또한, 상기 제 1 도전성 입자들(671) 사이의 간격은 약 5nm 내지 약 50nm일 수 있다. 상기 제 2 도전성 입자들(672) 사이의 간격은 약 5nm 내지 약 50nm일 수 있다. 상기 제 3 도전성 입자들(673) 사이의 간격은 약 5nm 내지 약 50nm일 수 있다.

[94] 상기 제 1 도전성 입자들(671), 상기 제 2 도전성 입자들(672) 및 상기 제 3

도전성 입자들(673)은 규칙적으로 배치된다. 이에 따라서, 실시예에 따른 태양전지는 상기 상기 제 1 도전성 입자들(671), 상기 제 2 도전성 입자들(672) 및 상기 제 3 도전성 입자들(673)을 용이하게 원하는 위치에 배치시킬 수 있다.

[95] 따라서, 실시예에 따른 태양전지는 향상된 광-전 변환 효율을 가지도록 상기 제 1 도전성 입자들(671), 상기 제 2 도전성 입자들(672) 및 상기 제 3 도전성 입자들(673)을 용이하게 제어할 수 있다.

[96]

[97] 도 13 내지 도 19는 제 5 실시예에 따른 태양전지의 제조방법을 도시한 단면도들이다. 본 실시예에 대한 설명에서, 앞서 설명한 태양전지들 및 제조방법을 참조한다. 앞서 설명한 실시예들은 변경된 부분을 제외하고, 본 실시예에 대한 설명에 본질적으로 결합될 수 있다.

[98] 도 13을 참조하면, 지지기판(100) 상에 이면전극층(200), 광 흡수층(300), 버퍼층(400), 고저항 버퍼층(500)이 차례로 형성된다. 이후, 상기 고저항 버퍼층(500) 상에 투명한 도전물질이 증착되고, 제 1 투명 도전층(602)이 형성된다. 상기 제 1 투명 도전층(602)의 두께는 전체 윈도우층(600)의 두께의 약 20% 내지 약 80%일 수 있다.

[99] 도 14를 참조하면, 상기 제 1 투명 도전층(602) 상에 제 1 금속층(671a)이 형성된다. 상기 제 1 금속층(671a)으로 사용되는 물질의 예로서는 금 또는 은 등을 들 수 있다. 상기 제 1 금속층(671a)의 두께는 약 1nm 내지 약 10nm일 수 있다. 상기 제 1 금속층(671a)은 스퍼터링 공정에 의해서 형성될 수 있다.

[100] 도 15를 참조하면, 상기 제 1 금속층(671a)은 열처리되고, 상기 제 1 금속층(671a)에 포함된 금속은 서로 응집된다. 이에 따라서, 상기 제 1 투명 도전층(602) 상에 제 1 도전성 입자들(671)이 형성된다. 상기 제 1 금속층(671a)은 약 300°C 내지 700°C의 온도에서 약 10초 내지 5분 동안 열처리될 수 있다.

[101] 도 16을 참조하면, 상기 제 1 투명 도전층(602) 상에, 상기 제 1 도전성 입자들(671)을 덮도록, 제 2 투명 도전층(603)이 형성된다. 상기 제 2 투명 도전층(603)의 두께는 약 20nm 내지 약 60nm일 수 있다.

[102] 도 17을 참조하면, 상기 제 1 도전성 입자들(671)과 같은 방식으로, 상기 제 2 투명 도전층(603) 상에 제 2 도전성 입자들(672)이 형성된다. 즉, 상기 제 2 투명 도전층(603) 상에 제 2 금속층이 형성된 후, 상기 제 2 금속층이 열처리되어, 상기 제 2 도전성 입자들(672)이 형성될 수 있다.

[103] 도 18을 참조하면, 상기 제 2 투명 도전층(603) 상에, 상기 제 2 도전성 입자들(672)을 덮도록, 제 3 투명 도전층(604)이 형성된다. 상기 제 3 투명 도전층(604)의 두께는 약 20nm 내지 약 60nm일 수 있다.

[104] 이후, 상기 제 1 도전성 입자들(671)과 같은 방식으로, 상기 제 3 투명 도전층(604) 상에 제 3 도전성 입자들(673)이 형성된다. 즉, 상기 제 3 투명 도전층(604) 상에 제 3 금속층이 형성된 후, 상기 제 3 금속층이 열처리되어, 상기 제 3 도전성 입자들(673)이 형성될 수 있다.

- [105] 도 19를 참조하면, 상기 제 3 투명 도전층(604) 상에, 상기 제 3 도전성 입자들(673)을 덮도록, 제 4 투명 도전층(630)이 형성된다. 이에 따라서, 상기 원도우층(600)이 형성된다.
- [106] 상기 제 1 금속층(671a)의 두께, 열처리 온도 및 열처리 시간에 따라서, 상기 제 1 도전성 입자들(671)의 직경 및 간격이 조절될 수 있다. 또한, 상기 제 2 금속층의 두께, 열처리 온도 및 열처리 시간에 따라서, 상기 제 2 도전성 입자들(672)의 직경 및 간격이 조절될 수 있다. 상기 제 3 금속층의 두께, 열처리 온도 및 열처리 시간에 따라서, 상기 제 3 도전성 입자들(673)의 직경 및 간격이 조절될 수 있다.
- [107] 또한, 상기 제 2 투명 도전층(603)의 두께에 의해서, 상기 제 1 도전성 입자들(671) 및 상기 제 2 도전성 입자들(672) 사이의 거리가 조절될 수 있다. 또한, 상기 제 3 투명 도전층(604)의 두께에 의해서, 상기 제 2 도전성 입자들(672) 및 상기 제 3 도전성 입자들(673) 사이의 거리가 조절될 수 있다.
- [108] 이에 따라서, 본 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은 향상된 광-전 변환 효율을 가질 수 있다.
- [109] 또한, 이상에서 실시예들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [110] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [111] 실시예에 따른 태양전지 및 이의 제조방법은 태양광 발전 분야에 이용될 수 있다.

청구범위

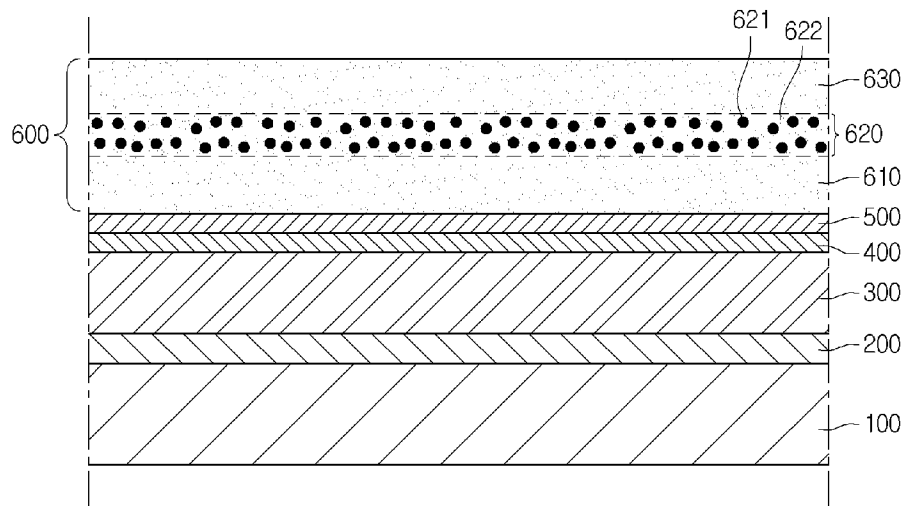
- [청구항 1] 기관;
 상기 기관 상에 배치되는 이면전극층;
 상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및
 상기 광 흡수층 상에 배치되는 원도우층을 포함하며,
 상기 원도우층은 다수 개의 도전성 입자들을 포함하는 태양전지.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 도전성 입자들은 금속 나노 입자들인 태양전지.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 도전성 입자들은 금 또는 은을 포함하는 태양전지.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 원도우층은 상기 도전성 입자들을 포함하는 나노 입자층을 포함하는 태양전지.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 나노 입자층은 상기 원도우층의 상면에 인접하는 태양전지.
- [청구항 6] 제 4 항에 있어서, 상기 광 흡수층 및 상기 원도우층 사이에 개재되는 버퍼층; 및
 상기 버퍼층 및 상기 원도우층 사이에 개재되는 고저항 버퍼층을 포함하며,
 상기 나노 입자층은 상기 고저항 버퍼층에 직접 접촉하는 태양전지.
- [청구항 7] 제 4 항에 있어서,
 상기 원도우층은 상기 광 흡수층 및 상기 나노 입자층 사이에 개재되는 제 1 투명 도전층; 및
 상기 나노 입자층 상에 배치되는 제 2 투명 도전층을 포함하며,
 상기 제 1 투명 도전층의 두께는 상기 원도우층의 두께의 20% 내지 80% 인 태양전지.
- [청구항 8] 제 4 항에 있어서,
 상기 원도우층은 상기 광 흡수층 및 상기 나노 입자층 사이에 개재되는 제 1 투명 도전층; 및
 상기 나노 입자층 상에 배치되는 제 2 투명 도전층을 포함하며,
 상기 제 2 투명 도전층의 두께는 상기 원도우층의 두께의 20% 내지 80% 인 태양전지.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서, 상기 나노 입자층은
 상기 광 흡수층 상에 배치되는 제 1 나노 입자층; 및
 상기 제 1 나노 입자층과 이격되며, 상기 제 1 나노 입자층 상에 배치되는 제 2 나노 입자층을 포함하는 태양전지.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서, 상기 도전성 입자들의 직경은 5nm 내지 20nm인

- 태양전지.
- [청구항 11] 기판;
상기 기판 상에 배치되는 이면전극층;
상기 이면전극층 상에 배치되는 광 흡수층; 및
상기 광 흡수층 상에 배치되는 윈도우층을 포함하며,
상기 윈도우층은 제 1 평면에 배치되는 다수 개의 제 1 도전성
입자들을 포함하는 태양전지.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 윈도우층은 상기 제 1 평면 상에 위치하는
제 2 평면에 배치되는 다수 개의 제 2 도전성 입자들을 포함하는
태양전지.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서, 상기 윈도우층은 상기 제 2 평면 상에 위치하는
제 3 평면에 배치되는 다수 개의 제 3 도전성 입자들을 포함하는
태양전지.
- [청구항 14] 제 11 항에 있어서, 상기 제 1 도전성 입자들은 금속을 포함하는
태양전지.
- [청구항 15] 기판 상에 이면전극층을 형성하는 단계;
상기 이면전극층 상에 광 흡수층을 형성하는 단계; 및
상기 광 흡수층 상에 다수 개의 도전성 입자들을 포함하는
윈도우층을 형성하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.
- [청구항 16] 제 15 항에 있어서, 상기 윈도우층을 형성하는 단계는
상기 광 흡수층 상에 제 1 투명 도전층을 형성하는 단계;
상기 제 1 투명 도전층 상에 상기 도전성 입자들을 증착하여, 나노
입자층을 형성하는 단계; 및
상기 나노 입자층 상에 제 2 투명 도전층을 형성하는 단계를
포함하는 태양전지의 제조방법.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서, 상기 나노 입자층을 형성하는 단계는
상기 도전성 입자들을 형성하기 위한 스퍼터링 타겟에 RF 전력을
인가하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.
- [청구항 18] 제 16 항에 있어서, 상기 나노 입자층을 형성하는 단계는
상기 제 1 투명 도전층 상에 상기 도전성 입자들을 포함하는
용액을 코팅하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.
- [청구항 19] 제 15 항에 있어서, 상기 윈도우층을 형성하는 단계는
상기 광 흡수층 상에 제 1 투명 도전층을 형성하는 단계;
상기 제 1 투명 도전층 상에 상기 제 1 금속층을 형성하는 단계; 및
상기 제 1 금속층을 열처리하여 다수 개의 제 1 도전성 입자들을
형성하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.
- [청구항 20] 제 19 항에 있어서, 상기 윈도우층을 형성하는 단계는
상기 제 1 도전성 입자들을 덮는 제 2 투명 도전층을 형성하는

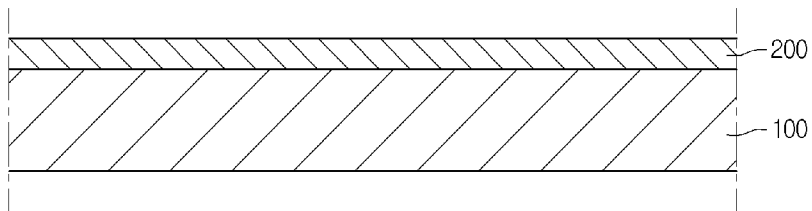
단계; 및

상기 제 2 투명 도전층 상에 제 2 금속층을 형성하는 단계; 및
상기 제 2 금속층을 열처리하여 다수 개의 제 2 도전성 입자들을
형성하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.

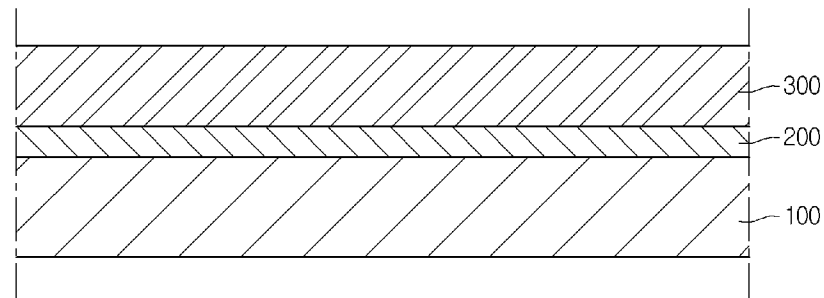
[Fig. 1]



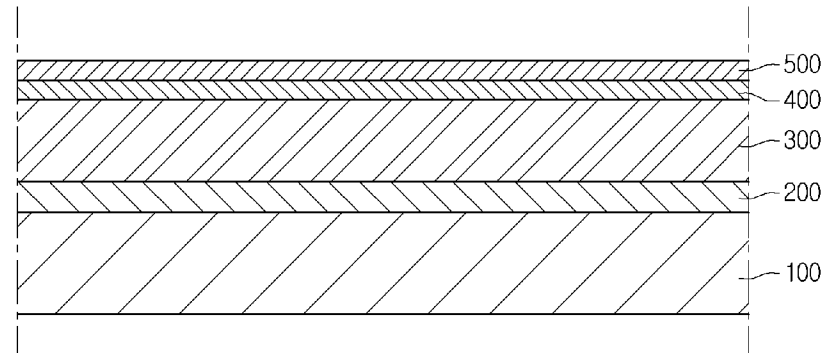
[Fig. 2]



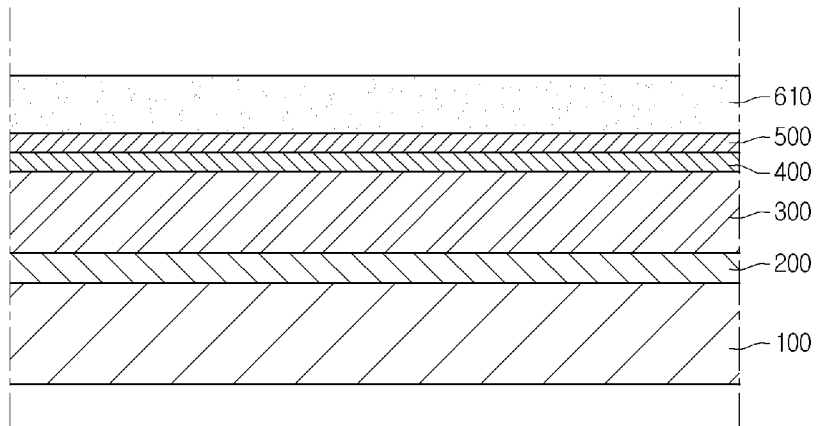
[Fig. 3]



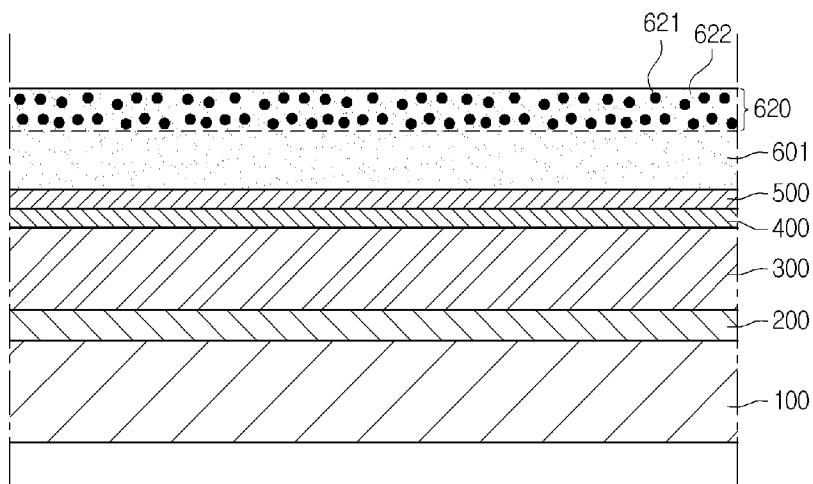
[Fig. 4]



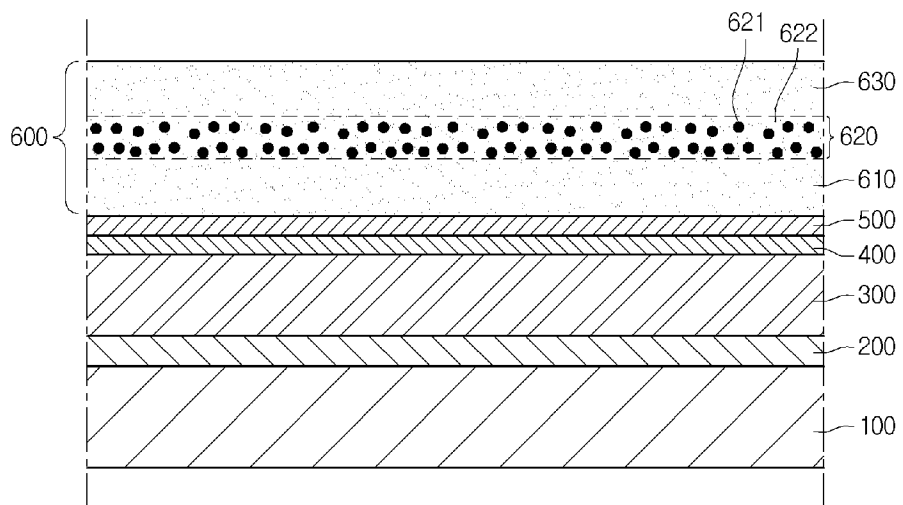
[Fig. 5]



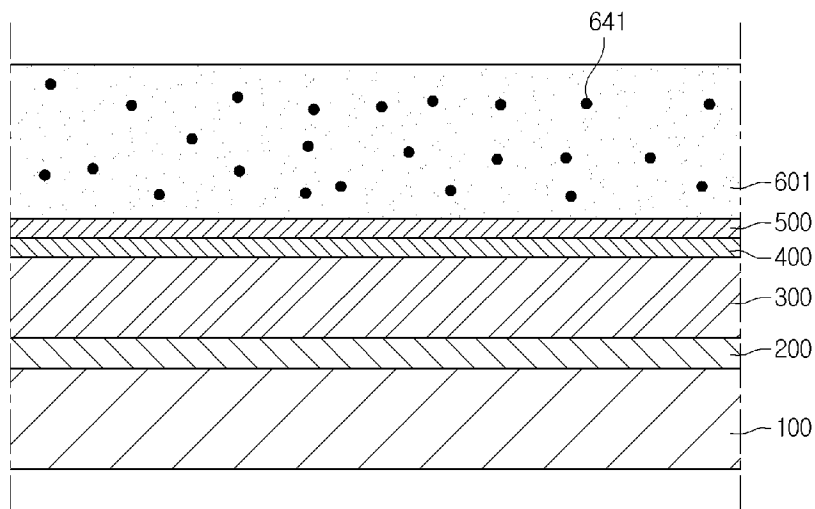
[Fig. 6]



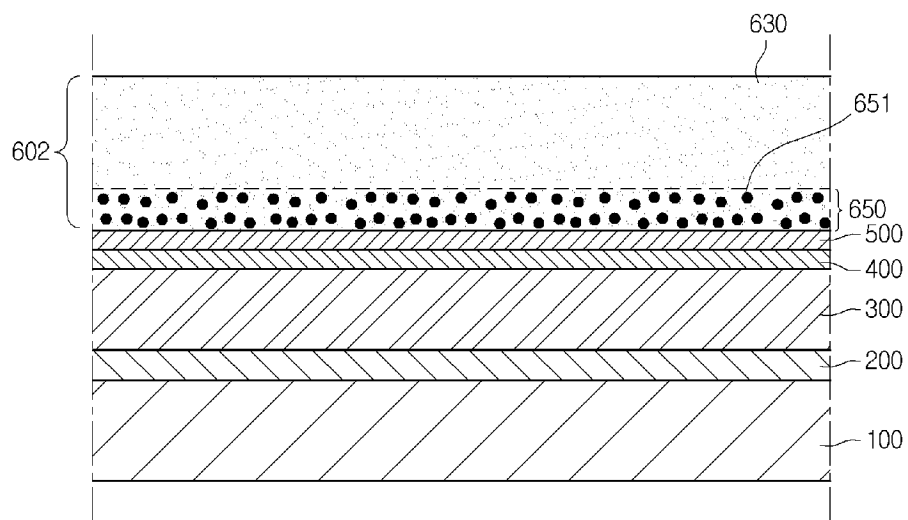
[Fig. 7]



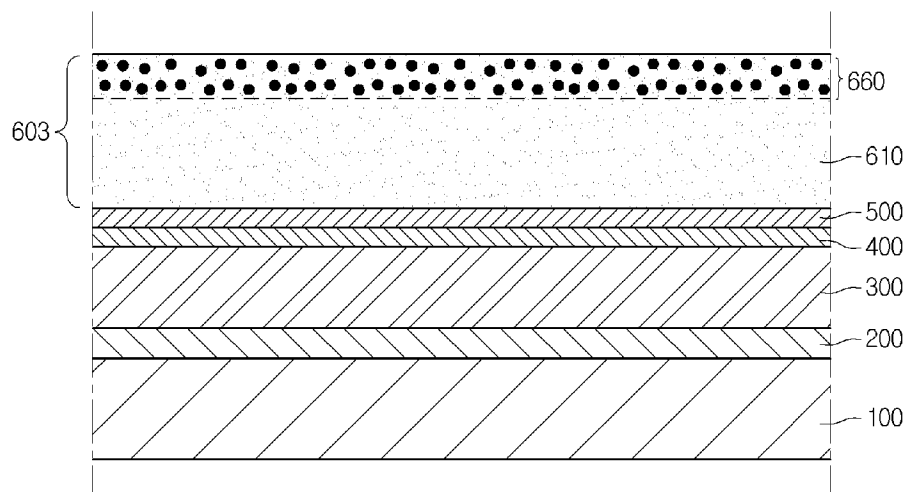
[Fig. 8]



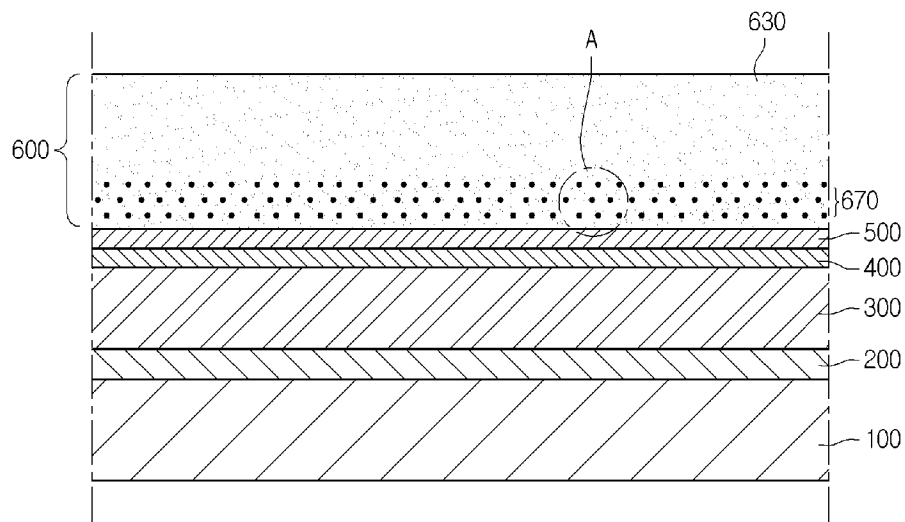
[Fig. 9]



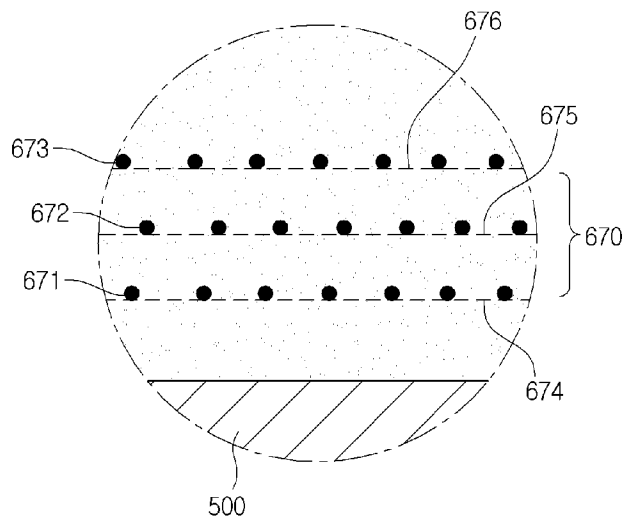
[Fig. 10]



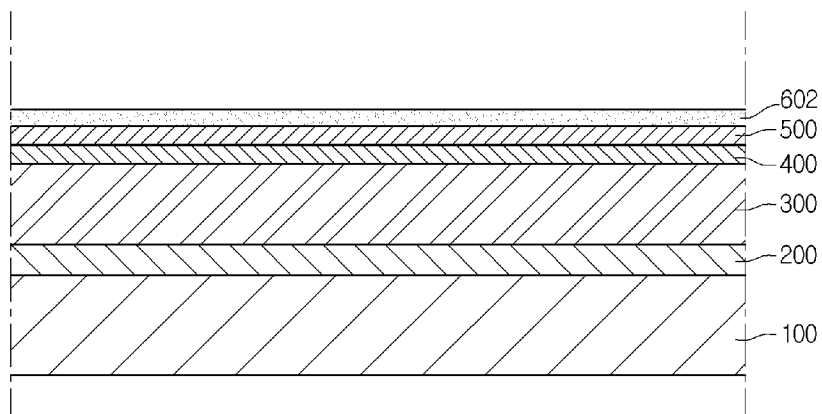
[Fig. 11]



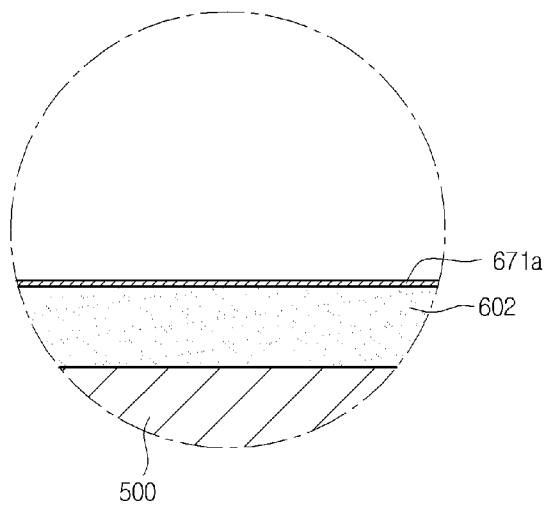
[Fig. 12]



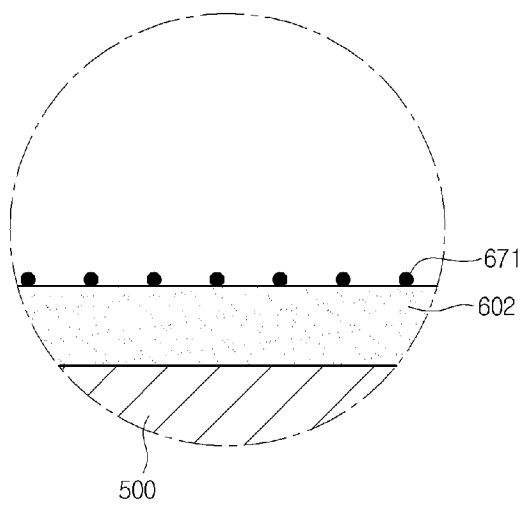
[Fig. 13]



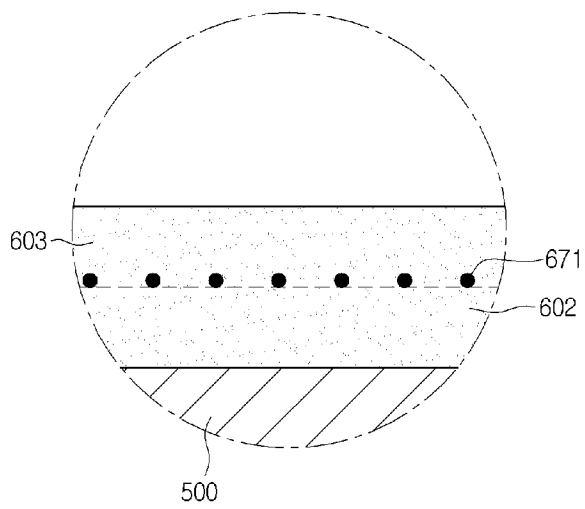
[Fig. 14]



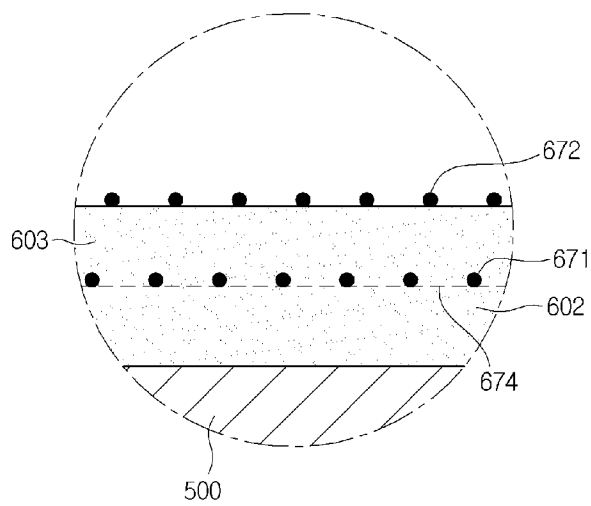
[Fig. 15]



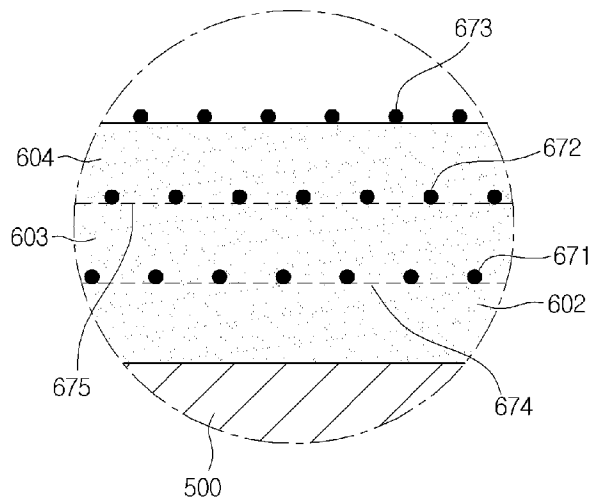
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



[Fig. 19]

