(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012 년 10 월 4 일 (04.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2012/134000 A1

(51) 국제특허분류:
H01L 31/042 (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)
H01L 31/0236 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2011/006509

(22) 국제출원일: 2011 년 9 월 2 일 (02.09.2011)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2011-0028193 2011 년 3 월 29 일 (29.03.2011) KR
10-2011-0047121 2011 년 5 월 19 일 (19.05.2011) KR
10-2011-0087703 2011 년 8 월 31 일 (31.08.2011) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **주성엔지니어링(주) (JUSUNG ENGINEERING CO., LTD.)** [KR/KR]; 경기도 광주시 오포읍 능평리 49, 464-892 Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **박창균 (PARK, Chang Kyun)** [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 서현동 효자촌 화성아파트 623 동 303 호, 463-768 Gyeonggi-do (KR). **김덕호 (KIM, Duck Ho)** [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 홍제동 홍제한양아파트 101-302, 120-090 Seoul (KR). **박상기 (PARK, Sang Ki)** [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 동백동 호수마을 서해그랑블 1107-1701, 446-911 Gyeonggi-do (KR). **박원모 (PARK, Won Mo)** [KR/KR]; 경기도 광주시 오포읍 능평리 49, 464-892 Gyeonggi-do (KR). **이용현 (LEE, Yong Hyun)** [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 분당동 113 번지 건영빌라 304-103, 463-832 Gyeonggi-do (KR). **정준영 (JEONG, Jun Young)** [KR/KR]; 경기도 광주시 오포읍 능평리 49, 464-892 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: **특허법인 천문 (ASTRAN INT'L IP GROUP)**; 서울특별시 강남구 역삼동 732-27 신성빌딩 5 층, 135-514 Seoul (KR).

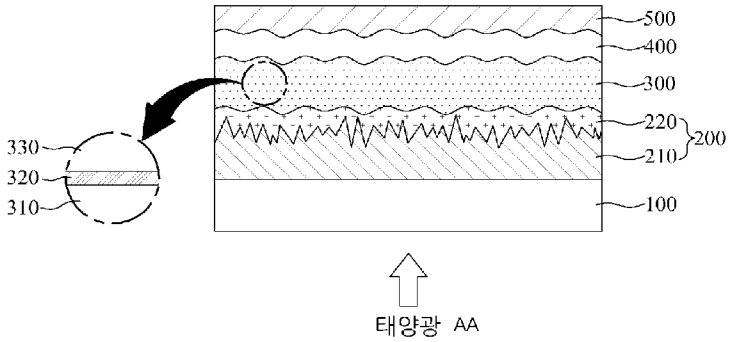
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA,

[다음 쪽 계속]

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

(54) **발명의 명칭** : 박막형 태양전지 및 그 제조방법

[Fig. 2]



AA ... Sunlight

(57) **Abstract**: The present invention relates to a thin-film type solar cell, and a method for manufacturing same, the thin-film type solar cell comprising: a substrate; a front surface electrode layer formed on the substrate; a semiconductor layer formed on the front surface electrode layer; a transparent conductive layer formed on the semiconductor layer; and a rear surface electrode layer formed on the transparent conductive layer, wherein the front surface electrode layer includes a first front surface electrode layer formed on the substrate, and having a surface formed in a first concavo-convex structure, and a second front surface electrode layer formed on the first front surface electrode layer and having a surfaced formed in a second concavo-convex structure, and the first concavo-convex structure and the second concavo-convex structure are formed differently from each other. According to the present invention, the front surface electrode layer is formed by the second front surface electrode layer having a relatively low surface roughness being formed on the first front surface electrode layer having a relatively high surface roughness, and thus, the sunlight passing the front surface electrode layer is scattered diversely, increasing the absorption rate of the sunlight at the semiconductor layer, and reducing the surface roughness of the front surface electrode layer, thereby increasing the voc and the fill factor of the solar cell, ultimately enhancing the efficiency of the solar cell.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2012/134000 A1

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, 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:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은, 기판; 상기 기판 상에 형성된 전면전극층; 상기 전면전극층 상에 형성된 반도체층; 상기 반도체층 상에 형성된 투명도전층; 및 상기 투명도전층 상에 형성된 후면전극층을 포함하여 이루어지며, 상기 전면전극층은, 상기 기판 상에 형성되며 그 표면이 제 1 요철구조로 형성된 제 1 전면전극층, 및 상기 제 1 전면전극층 상에 형성되며 그 표면이 제 2 요철구조로 형성된 제 2 전면전극층을 포함하여 이루어지고, 상기 제 1 요철구조와 상기 제 2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지, 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따르면, 전면전극층이 상대적으로 표면 거칠기가 큰 제 1 전면전극층 상에 상대적으로 표면 거칠기가 작은 제 2 전면전극층이 형성되어 이루어지기 때문에, 상기 전면전극층을 통과하는 태양광이 다양하게 산란되어 상기 반도체층에서 태양광의 흡수율이 증진됨과 더불어 전면전극층의 표면 거칠기가 줄어들어 태양전지의 개방전압(Voc)과 완충인자(fill factor)가 증가될 수 있고, 결국 태양전지의 효율이 개선될 수 있게 된다.

명세서

발명의 명칭: 박막형 태양전지 및 그 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 태양전지(Solar Cell)에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 박막형 태양전지에 관한 것이다.

배경기술

[2] 태양전지는 반도체의 성질을 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치이다.

[3] 태양전지의 구조 및 원리에 대해서 간단히 설명하면, 태양전지는 P(positive)형 반도체와 N(negative)형 반도체를 접합시킨 PN접합 구조를 하고 있으며, 이러한 구조의 태양전지에 태양광이 입사되면, 입사된 태양광이 가지고 있는 에너지에 의해 상기 반도체 내에서 정공(hole)과 전자(electron)가 발생하고, 이때, PN접합에서 발생한 전기장에 의해서 상기 정공(+)는 P형 반도체쪽으로 이동하고 상기 전자(-)는 N형 반도체쪽으로 이동하게 되어 전위가 발생하게 됨으로써 전력을 생산할 수 있게 되는 원리이다.

[4] 이와 같은 태양전지는 기판형 태양전지와 박막형 태양전지로 구분할 수 있다.

[5] 기판형 태양전지는 실리콘과 같은 반도체물질 자체를 기판으로 이용하여 태양전지를 제조한 것이고, 박막형 태양전지는 유리 등과 같은 기판 상에 박막의 형태로 반도체를 형성하여 태양전지를 제조한 것이다.

[6] 기판형 태양전지는 박막형 태양전지에 비하여 효율이 다소 우수하기는 하지만, 공정상 두께를 최소화하는데 한계가 있고 고가의 반도체 기판을 이용하기 때문에 제조비용이 상승되는 단점이 있다.

[7] 박막형 태양전지는 기판형 태양전지에 비하여 효율이 다소 떨어지기는 하지만, 얇은 두께로 제조가 가능하고 저가의 재료를 이용할 수 있어 제조비용이 감소되는 장점이 있어 대량생산에 적합하다.

[8] 이하 도면을 참조로 종래의 박막형 태양전지에 대해서 설명하기로 한다.

[9] 도 1은 종래의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[10] 도 1에서 알 수 있듯이, 종래의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지는, 기판(10), 상기 기판(10) 상에 형성된 전면전극층(20), 상기 전면전극층(20) 상에 형성된 반도체층(30), 상기 반도체층(30) 상에 형성된 투명도전층(40), 및 상기 투명도전층(40) 상에 형성된 후면전극층(50)을 포함하여 이루어진다.

[11] 한편, 태양전지의 효율향상을 위해서는 상기 반도체층(30) 내에서 정공(hole)과 전자(electron)의 발생율을 증가시킬 필요가 있다. 이와 같이, 상기 반도체층(30) 내에서 정공(hole)과 전자(electron)의 발생율을 증가시키기 위해서는, 상기 반도체층(30)을 경유하는 태양광의 경로가 길게 되도록 할 필요가 있고, 그를 위한 구체적인 방안으로서 상기 전면전극층(20)의 표면을 요철구조로 형성하는

방안이 제시된 바 있다.

[12] 그러나, 이와 같은 종래의 박막형 태양전지는 다음과 같은 문제점이 있다.

[13] 일반적으로 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)공정을 이용하여 상기 전면전극층(20)의 표면을 요철구조로 형성하게 되는데, 이와 같이 MOCVD공정을 이용하게 되면, 상기 전면전극층(20) 표면의 요철구조 제어가 용이하지 않게 되고, 그에 따라 상기 전면전극층(20)의 표면 거칠기가 증가될 수 있다.

[14] 이와 같이, 전면전극층(20)의 표면 거칠기가 증가될 경우 태양전지의 개방전압(Voc)과 완충인자(fill factor)가 감소되어, 태양전지의 효율이 떨어지게 되는 문제가 발생하게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[15] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로서, 본 발명은 전면전극층의 표면 거칠기를 줄임으로써 전지효율이 개선될 수 있는 박막형 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

[16] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해서, 기판; 상기 기판 상에 형성된 전면전극층; 상기 전면전극층 상에 형성된 반도체층; 상기 반도체층 상에 형성된 투명도전층; 및 상기 투명도전층 상에 형성된 후면전극층을 포함하여 이루어지며, 상기 전면전극층은, 상기 기판 상에 형성되며 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 전면전극층, 및 상기 제1 전면전극층 상에 형성되며 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 전면전극층을 포함하여 이루어지고, 상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지를 제공한다.

[17] 본 발명은 또한, 기판; 상기 기판 상에 형성된 전면전극층; 상기 전면전극층 상에 형성된 반도체층; 상기 반도체층 상에 형성된 투명도전층; 및 상기 투명도전층 상에 형성된 후면전극층을 포함하여 이루어지며, 상기 투명도전층은, 상기 반도체층 상에 형성되며 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 투명도전층, 및 상기 제1 투명도전층 상에 형성되며 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 투명도전층을 포함하여 이루어지고, 상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지를 제공한다.

[18] 상기 제2 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

[19] 상기 제1 요철구조는 골과 피크가 각을 가진 구조를 포함하고, 상기 제2 요철구조는 골과 피크가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함할 수 있다.

[20] 상기 제1 전면전극층과 상기 제2 전면전극층은 서로 상이한 결정 구조로

이루어질 수 있다.

[21] 상기 제1 투명도전층과 상기 제2 투명도전층은 서로 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다.

[22] 상기 제2 전면전극층의 부피는 전체 전면전극층의 부피의 1 ~ 50%를 차지할 수 있다.

[23] 상기 제2 투명도전층의 부피는 전체 투명도전층의 부피의 1 ~ 50%를 차지할 수 있다.

[24] 상기 기판과 제1 전면전극층 사이에, 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 전면전극층이 추가로 형성되고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

[25] 상기 반도체층과 제1 투명도전층 사이에, 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 투명도전층이 추가로 형성되고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

[26] 상기 반도체층은 버퍼층을 사이에 두고 이격된 제1 반도체층 및 제2 반도체층을 포함하여 이루어질 수 있다.

[27] 본 발명은 또한, 기판 상에 전면전극층을 형성하는 공정; 상기 전면전극층 상에 반도체층을 형성하는 공정; 상기 반도체층 상에 투명도전층을 형성하는 공정; 및 상기 투명도전층 상에 후면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지며, 상기 전면전극층을 형성하는 공정은 상기 기판 상에 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 전면전극층을 형성하는 공정, 및 상기 제1 전면전극층 상에 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 전면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지고, 상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법을 제공한다.

[28] 본 발명은 또한, 기판 상에 전면전극층을 형성하는 공정; 상기 전면전극층 상에 반도체층을 형성하는 공정; 상기 반도체층 상에 투명도전층을 형성하는 공정; 및 상기 투명도전층 상에 후면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지며, 상기 투명도전층을 형성하는 공정은 상기 반도체층 상에 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 투명도전층을 형성하는 공정, 및 상기 제1 투명도전층 상에 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 투명도전층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지고, 상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법을 제공한다.

[29] 상기 제2 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

[30] 상기 제1 요철구조는 골과 피크가 각을 가진 구조를 포함하고, 상기 제2 요철구조는 골과 피크가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함할 수 있다.

[31] 상기 제1 전면전극층을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어지고, 상기 제2 전면전극층을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기

조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[32] 상기 제1 투명도전층을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어지고, 상기 제2 투명도전층을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[33] 상기 금속 공급원은 $(CH_3)_2Zn$(Dimethylzinc: DMZ), $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ), $Zn(C_5H_7O_2)_2$(Zinc acetyl-acetonate), 또는 그들의 혼합물을 포함하고, 상기 산소 공급원은 O_2, H_2O, N_2O, CO_2, 또는 그들의 혼합물을 포함하고, 상기 표면 거칠기 조절원은 알콜, C_4H_8O(Tetrahydrofuran), 또는 그들의 혼합물을 포함할 수 있다.

[34] 상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정은, 표면 거칠기 조절원의 함량비(몰비)가 표면 거칠기 조절원/금속 공급원 = 0.01 ~ 50 범위가 되도록 할 수 있다.

[35] 상기 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정, 및 상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정은, 도펀트 공급원을 추가로 이용할 수 있다.

[36] 상기 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정, 및 상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정은, 하나의 공정 장비 내에서 연속 공정으로 수행할 수 있으며, 이때, 상기 표면 거칠기 조절원은 상기 산소 공급원과 혼합하여 이용할 수 있다.

[37] 상기 전면전극층을 형성하는 공정은, 상기 제1 전면전극층을 형성하는 공정 이전에 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 전면전극층을 형성하는 공정을 추가로 포함하고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

[38] 상기 투명도전층을 형성하는 공정은, 상기 제1 투명도전층을 형성하는 공정 이전에 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 투명도전층을 형성하는 공정을 추가로 포함하고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작을 수 있다.

발명의 효과

[39] 상기와 같은 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[40] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전면전극층이 상대적으로 표면 거칠기가 큰 제1 전면전극층 상에 상대적으로 표면 거칠기가 작은 제2 전면전극층이 형성되어 이루어지기 때문에, 상기 전면전극층을 통과하는 태양광이 다양하게 산란되어 상기 반도체층에서 태양광의 흡수율이 증진됨과 더불어 전면전극층의 표면 거칠기가 줄어들어 태양전지의 개방전압(Voc)과 완충인자(fill factor)가 증가될 수 있다. 따라서, 태양전지의 효율이 개선될 수 있게 된다.

[41] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 투명도전층이 상대적으로 표면 거칠기가 큰

제1 투명도전층 상에 상대적으로 표면 거칠기가 작은 제2 투명도전층이 형성되어 이루어지기 때문에, 태양광이 다양하게 산란되어 상기 반도체층으로 재입사되는 태양광의 비율이 증진됨과 더불어 투명도전층의 표면 거칠기가 줄어들어 태양전지의 효율이 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[42] 도 1은 종래의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[43] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[44] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[45] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[46] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[47] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도이다.

[48] 도 7a 내지 도 7d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도이다.

[49] 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도이다.

[50] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도이다.

[51] 도 10은 ZnO를 MOCVD법으로 증착한 증착물의 표면 거칠기 차이를 보여주는 SEM사진이다.

[52] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 전면전극층과 제2 전면전극층을 연속공정으로 형성하는 공정 흐름도이다.

[53] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 연속 공정을 구현하기 위한 공정 장비의 개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[54] 이하, 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 상세히 설명하기로 한다.

[55] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도이다.

[56] 도 2에서 알 수 있듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지는, 기판(100), 전면전극층(200), 반도체층(300), 투명도전층(400) 및 후면전극층(500)을 포함하여 이루어진다.

[57] 상기 기판(100)은 유리 또는 투명한 플라스틱을 이용할 수 있다.

[58] 상기 전면전극층(200)은 상기 기판(100) 상에 형성되며, 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)을 포함하여 이루어진다.

[59] 상기 제1 전면전극층(210)은 상기 기판(100) 상에 형성되며, 그 표면,

구체적으로는 상기 기판(100)과 접하지 않는 상면이 제1 요철구조로 이루어진다.

[60] 상기 제2 전면전극층(220)은 상기 제1 전면전극층(210) 상에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 제1 전면전극층(210)과 접하지 않는 상면이 제2 요철구조로 이루어진다.

[61] 상기 제1 전면전극층(210)의 표면에 형성된 제1 요철구조와 상기 제2 전면전극층(220)의 표면에 형성된 제2 요철구조는 서로 상이하다. 구체적으로는, 상기 제2 요철구조의 표면 거칠기가 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기보다 작다. 여기서, 표면 거칠기는 표면 조도라고도 칭하는 것으로서, 당업계에 공지된 다양한 방법, 예로서, 중심선 표면 거칠기로 표시될 수 있다.

[62] 이와 같이, 본 발명에 따른 전면전극층(200)은 상대적으로 표면 거칠기가 큰 제1 전면전극층(210) 상에 상대적으로 표면 거칠기가 작은 제2 전면전극층(220)이 형성되어 이루어지기 때문에, 상기 전면전극층(200)을 통과하는 태양광이 다양하게 산란되어 상기 반도체층(300)에서 태양광의 흡수율이 증진됨과 더불어 전면전극층(200)의 표면 거칠기가 줄어들어 태양전지의 개방전압(Voc)과 완충인자(fill factor)가 증가될 수 있다. 따라서, 태양전지의 효율이 개선될 수 있게 된다.

[63] 또한, 상기 제1 전면전극(210)에 구비된 제1 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 다양한 각을 가진 구조를 포함함으로써 태양광의 산란을 증진시킬 수 있고, 상기 제2 전면전극(220)에 구비된 제2 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함함으로써 전면전극층(200)의 표면 거칠기를 줄일 수 있다.

[64] 상기 제2 전면전극층(220)의 부피는 전체 전면전극층(200)의 부피의 1 ~ 50%를 차지하는 것이 바람직할 수 있다. 그 이유는, 만약, 상기 제2 전면전극층(220)의 부피가 전체 전면전극층(200)의 부피의 1% 미만인 경우에는 제2 전면전극층(220)의 적층효과, 즉, 전면전극층(200) 전체의 표면 거칠기가 줄어드는 효과가 떨어질 수 있고, 만약, 상기 제2 전면전극층(220)의 부피가 전체 전면전극층(200)의 부피의 50%를 초과할 경우에는 오히려 태양전지의 효율이 떨어질 수 있기 때문이다.

[65] 이와 같은 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)은 서로 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 전면전극층(210)은 상기 기판(100)과 수직 방향 및 수평 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제1 요철구조를 구비하게 되며, 상기 제2 전면전극층(220)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제2 요철구조를 구비하게 된다.

[66] 상기 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있는데, 상기 제1 전면전극층(210)은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있고, 상기 제2 전면전극층(220)은 금속 공급원, 산소

공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[67] 상기 제1 전면전극층(210)은 금속 공급원와 산소 공급원에 도펀트 공급원을 추가로 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있고, 상기 제2 전면전극층(220)은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원에 도펀트 공급원을 추가로 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[68] 상기 금속 공급원으로는 $(CH_3)_2Zn$(Dimethylzinc: DMZ), $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ), $Zn(C_5H_7O_2)_2$(Zinc acetyl-acetonate), 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있다.

[69] 상기 산소 공급원으로는 O_2, H_2O, N_2O, CO_2, 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있다.

[70] 상기 표면 거칠기 조절원으로는 메탄올, 에탄올, 프로판올과 같은 알콜, C_4H_8O(Tetrahydrofuran), 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있다.

[71] 상기 도펀트 공급원으로는 B_2H_2을 이용할 수 있다.

[72] 특히, 상기 제2 전면전극층(220)은 상기 제1 전면전극층(210)을 형성하기 위한 금속 공급원, 산소 공급원 및 도펀트 공급원과 동일한 공급원에 표면 거칠기 조절원을 추가하여 형성하는 것이 연속공정을 통한 공정 단순화를 위해 바람직할 수 있다.

[73] 이와 같은 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)의 형성 공정에 대해서는 후술하는 제조방법에서 상세히 설명하기로 한다.

[74] 도 10은 ZnO를 MOCVD법으로 증착한 증착물의 표면 거칠기 차이를 보여주는 SEM사진으로서, 도 10에서 알 수 있듯이, 알콜을 투입하지 않고 증착한 증착물의 표면 거칠기에 비하여 알콜을 투입하여 증착한 증착물의 표면 거칠기가 작음을 알 수 있고, 또한, 알콜의 투입량이 증가할수록 증착물의 표면 거칠기가 작게 됨을 알 수 있다. 따라서, 알콜의 투입량을 적절히 조절함으로써, 상기 제2 전면전극층(220)에 구비된 제2 요철구조를 적절히 제어할 수 있다.

[75] 상기 반도체층(300)은 상기 전면전극층(200) 상에 형성되며, 상기 전면전극층(200)의 표면이 요철구조로 형성됨에 따라 상기 반도체층(300)의 표면도 요철구조로 형성된다. 구체적으로, 상기 반도체층(300)의 표면에 형성되는 요철구조는 상기 제2 전면전극층(220) 표면에 형성된 제2 요철구조에 대응하는 구조로 형성될 수있다.

[76] 상기 반도체층(300)은 P(positive)형 반도체층, I(intrinsic)형 반도체층, 및 N(negative)형 반도체층이 순서대로 적층된 PIN구조로 형성된다. 이와 같이 상기 반도체층(300)이 PIN구조로 형성되면, I형 반도체층이 P형 반도체층과 N형 반도체층에 의해 공핍(depletion)이 되어 내부에 전기장이 발생하게 되고, 태양광에 의해 생성되는 정공 및 전자가 상기 전기장에 의해 드리프트(drift)되어, 결국 정공은 P형 반도체층을 통해 전면전극층(200)으로 수집되고 전자는 N형 반도체층을 통해 후면전극층(500)으로 수집된다. 한편, 상기 반도체층(300)이 PIN구조로 형성될 경우에는 상기 전면전극층(200) 상부에 P형 반도체층을 형성하고 이어서 I형 반도체층 및 N형 반도체층을 형성하는 것이 바람직한데, 그

이유는 일반적으로 정공의 드리프트 이동도(drift mobility)가 전자의 드리프트 이동도에 의해 낮기 때문에 입사광에 의한 수집효율을 극대화하기 위해서 P형 반도체층을 수광면에 가깝게 형성하기 위함이다.

[77] 한편, 상기 반도체층(300)은 도 2의 확대도에서 알 수 있듯이, 버퍼층(320)을 사이에 두고 이격된 제1 반도체층(310) 및 제2 반도체층(330)을 포함하여 이루어져, 소위 탠덤(tandem)구조를 형성할 수 있다.

[78] 상기 제1반도체층(310) 및 제2반도체층(330)은 모두 P형 반도체층, I형 반도체층 및 N형 반도체층이 순서대로 적층된 PIN구조로 형성된다. 특히, 상기 제1반도체층(310)은 PIN구조의 비정질 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2반도체층(330)은 PIN구조의 미세결정질 반도체물질로 이루어질 수 있다.

[79] 상기 비정질 반도체물질은 단파장의 광을 잘 흡수하고 상기 미세결정질 반도체물질은 장파장의 광을 잘 흡수하는 특성이 있기 때문에, 비정질 반도체물질과 미세결정질 반도체물질을 조합할 경우 광흡수효율이 증진될 수 있다. 다만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 상기 제1반도체층(310)으로서 비정질반도체/게르마늄, 또는 미세결정질 반도체 물질 등 다양하게 변경 이용할 수 있고, 상기 제2반도체층(330)으로서 비정질 반도체물질, 또는 비정질반도체/게르마늄 등 다양하게 변경 이용할 수 있다.

[80] 상기 버퍼층(320)은 상기 제1반도체층(310) 및 제2반도체층(330)의 사이에서 터널접합을 통해 정공 및 전자의 이동을 원활히 하는 역할을 하는 것으로서, ZnO와 같은 투명한 물질로 이루어진다.

[81] 한편, 본 발명에 따른 태양전지가 상기와 같은 탠덤(tandem)구조 이외에, 제1반도체층, 제2반도체층, 제3반도체층 및 각각의 반도체층 사이에 형성된 버퍼층을 포함하는 트리플(triple) 구조로 형성될 수도 있고, 그 외에 쿼드러플(quadruple) 구조로 형성될 수도 있다.

[82] 상기 투명도전층(400)은 상기 반도체층(300) 위에 형성되며, ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있다. 상기 투명도전층(400)의 표면도 요철구조로 형성될 수 있다.

[83] 상기 투명도전층(400)은 상기 반도체층(300)을 투과한 태양광을 산란시켜 상기 후면전극(500)에서 반사되어 상기 반도체층(300)으로 재입사되는 광의 비율을 증가시킨다.

[84] 상기 후면전극층(500)은 상기 투명도전층(400) 위에 형성되며, Ag, Al, Ag+Mo, Ag+Ni, Ag+Cu 과 같은 금속으로 이루어질 수 있다.

[85] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도로서, 이는 제1 전면전극층(210) 아래에 제3 전면전극층(230)이 추가로 형성된 것을 제외하고, 전술한 도 2에 도시한 박막형 태양전지와 동일하다. 따라서, 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 부여하였고, 동일한 구성에 대한 반복 설명은 생략하기로 한다.

[86] 도 3에 따르면, 전면전극층(200)이 제1 전면전극층(210), 제2 전면전극층(220),

및 제3 전면전극층(230)으로 이루어진다. 보다 구체적으로는, 기판(100) 상에 제3 전면전극층(230)이 형성되고, 상기 제3 전면전극층(230) 상에 제1 전면전극층(210)이 형성되고, 상기 제1 전면전극층(210) 상에 제2 전면전극층(220)이 형성된다.

[87] 상기 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)의 구체적인 구성은 전술한 도 2에서와 동일하다.

[88] 상기 제3 전면전극층(230)은 상기 기판(100)과 제1 전면전극층(210) 사이에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 기판(100)과 접하지 않는 상면이 제3 요철구조로 이루어진다.

[89] 상기 제3 전면전극층(230)의 표면에 형성된 제3 요철구조는 상기 제1 전면전극층(210)의 표면에 형성된 제1 요철구조와 상이하다. 구체적으로는, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기가 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기보다 작다.

[90] 상기 제3 전면전극층(230)의 표면에 형성된 제3 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함할 수 있고, 이와 같은 제3 요철구조는 상기 제2 전면전극층(220)의 표면에 형성된 제2 요철구조와 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다.

[91] 상기 제3 전면전극층(230)은 상기 제1 전면전극층(210)과 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제3 전면전극층(230)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 곡선 구조를 포함하는 제3 요철구조를 구비하게 된다.

[92] 상기 제3 전면전극층(230)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있고, 특히, 상기 제3 전면전극층(230)은 전술한 제2 전면전극층(220)과 유사하게 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하거나 또는 금속 공급원, 산소 공급원, 표면 거칠기 조절원, 및 도펀트 공급원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[93] 이와 같이, 제1 전면전극층(210) 아래에 제3 전면전극층(230)을 추가로 형성할 경우, 상기 제3 전면전극층(230)이 결정성장의 핵으로 기능하여 상기 제1 전면전극층(210)의 성장을 향상시킬 수 있다.

[94] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도로서, 이는 전면전극층(200)이 복수 개의 층으로 이루어진 것이 아니라 투명도전층(400)이 복수 개의 층으로 이루어진 태양전지에 관한 것이다.

[95] 도 4에서 알 수 있듯이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지는, 기판(100), 전면전극층(200), 반도체층(300), 투명도전층(400) 및 후면전극층(500)을 포함하여 이루어진다.

[96] 상기 기판(100)은 유리 또는 투명한 플라스틱을 이용할 수 있다.

[97] 상기 전면전극층(200)은 상기 기판(100) 상에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 기판(100)과 접하지 않는 상면이 요철구조로 이루어진다. 이와 같은

전면전극층(200)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있다.

[98] 상기 반도체층(300)은 상기 전면전극층(200) 상에 형성된다. 이와 같은 반도체층(300)은 전술한 실시예와 동일하므로 반복 설명은 생략하기로 한다.

[99] 상기 투명도전층(400)은 상기 반도체층(300) 위에 형성되며, 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)을 포함하여 이루어진다.

[100] 상기 제1 투명도전층(410)은 상기 반도체층(300) 상에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 반도체층(300)과 접하지 않는 상면이 제1 요철구조로 이루어진다.

[101] 상기 제2 투명도전층(420)은 상기 제1 투명도전층(410) 상에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 제1 투명도전층(410)과 접하지 않는 상면이 제2 요철구조로 이루어진다.

[102] 상기 제1 투명도전층(410)의 표면에 형성된 제1 요철구조와 상기 제2 투명도전층(420)의 표면에 형성된 제2 요철구조는 서로 상이하다. 구체적으로는, 상기 제2 요철구조의 표면 거칠기가 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기보다 작다.

[103] 이와 같이, 투명도전층(400)이 상대적으로 표면 거칠기가 큰 제1 투명도전층(410) 상에 상대적으로 표면 거칠기가 작은 제2 투명도전층(420)이 형성되어 이루어지기 때문에, 태양광이 다양하게 산란되어 상기 반도체층(300)으로 재입사되는 태양광의 비율이 증진됨과 더불어 투명도전층(400)의 표면 거칠기가 줄어들어 태양전지의 효율이 개선될 수 있다.

[104] 또한, 상기 제1 투명도전층(410)에 구비된 제1 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 다양한 각을 가진 구조를 포함함으로써 태양광의 산란을 증진시킬 수 있고, 상기 제2 투명도전층(420)에 구비된 제2 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함함으로써 투명도전층(400)의 표면 거칠기를 줄일 수 있다.

[105] 상기 제2 투명도전층(420)의 부피는 전체 투명도전층(400)의 부피의 1 ~ 50%를 차지하는 것이 바람직할 수 있다. 그 이유는, 만약, 상기 제2 투명도전층(420)의 부피가 전체 투명도전층(400)의 부피의 1% 미만인 경우에는 제2 투명도전층(420)의 적층효과, 즉, 투명도전층(400) 전체의 표면 거칠기가 줄어드는 효과가 떨어질 수 있고, 만약, 상기 제2 투명도전층(420)의 부피가 전체 투명도전층(400)의 부피의 50%를 초과할 경우에는 오히려 태양전지의 효율이 떨어질 수 있기 때문이다.

[106] 이와 같은 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)은 서로 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 투명도전층(410)은 상기 기판(100)과 수직 방향 및 수평 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제1 요철구조를 구비하게 되며, 상기 제2 투명도전층(420)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제2 요철구조를 구비하게 된다.

[107] 상기 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있는데, 상기 제1 투명도전층(410)은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있고, 상기 제2 투명도전층(420)은 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[108] 상기 제1 투명도전층(410)은 금속 공급원와 산소 공급원에 도펀트 공급원을 추가로 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있고, 상기 제2 투명도전층(420)은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원에 도펀트 공급원을 추가로 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[109] 특히, 상기 제2 투명도전층(420)은 상기 제1 투명도전층(410)을 형성하기 위한 금속 공급원 및 산소 공급원과 동일한 공급원에 표면 거칠기 조절원을 추가하여 형성하는 것이 연속공정을 통한 공정 단순화를 위해 바람직할 수 있다.

[110] 상기 금속 공급원, 산소 공급원, 표면 거칠기 조절원, 및 도펀트 공급원은 전술한 실시예와 동일하다.

[111] 상기 후면전극층(500)은 상기 투명도전층(400) 위에 형성되며, Ag, Al, Ag+Mo, Ag+Ni, Ag+Cu 과 같은 금속으로 이루어질 수 있다.

[112] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 개략적인 단면도로서, 이는 제1 투명도전층(410) 아래에 제3 투명도전층(430)이 추가로 형성된 것을 제외하고, 전술한 도 4에 도시한 박막형 태양전지와 동일하다. 따라서, 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 부여하였고, 동일한 구성에 대한 반복 설명은 생략하기로 한다.

[113] 도 5에 따르면, 투명도전층(400)이 제1 투명도전층(410), 제2 투명도전층(420), 및 제3 투명도전층(430)으로 이루어진다. 보다 구체적으로는, 반도체층(300) 상에 제3 투명도전층(430)이 형성되고, 상기 제3 투명도전층(430) 상에 제1 투명도전층(410)이 형성되고, 상기 제1 투명도전층(410) 상에 제2 투명도전층(420)이 형성된다.

[114] 상기 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)의 구체적인 구성은 전술한 도 4에서와 동일하다.

[115] 상기 제3 투명도전층(430)은 상기 반도체층(300)과 제1 투명도전층(410) 사이에 형성되며, 그 표면, 구체적으로는 상기 반도체층(300)과 접하지 않는 상면이 제3 요철구조로 이루어진다.

[116] 상기 제3 투명도전층(430)의 표면에 형성된 제3 요철구조는 상기 제1 투명도전층(410)의 표면에 형성된 제1 요철구조와 상이하다. 구체적으로는, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기가 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기보다 작다.

[117] 상기 제3 투명도전층(430)의 표면에 형성된 제3 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함할 수 있고, 이와 같은 제3 요철구조는 상기 제2 투명도전층(420)의 표면에 형성된 제2 요철구조와 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다.

[118] 상기 제3 투명도전층(430)은 상기 제1 투명도전층(410)과 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제3 투명도전층(430)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 곡선 구조를 포함하는 제3 요철구조를 구비하게 된다.

[119] 상기 제3 투명도전층(430)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질로 이루어질 수 있고, 특히, 상기 제3 투명도전층(430)은 전술한 제2 투명도전층(420)과 유사하게 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하거나 또는 금속 공급원, 산소 공급원, 표면 거칠기 조절원, 및 도펀트 공급원을 이용하여 증착공정으로 형성할 수 있다.

[120] 이와 같이, 제1 투명도전층(410) 아래에 제3 투명도전층(430)을 추가로 형성할 경우, 상기 제3 투명도전층(430)이 결정성장의 핵으로 기능하여 상기 제1 투명도전층(410)의 성장을 향상시킬 수 있다.

[121] 한편, 도시하지는 않았지만, 본 발명은 전면전극층(200)이 복수 개의 층으로 이루어짐과 더불어 투명도전층(400)도 복수 개의 층으로 이루어질 수도 있다. 예로서, 도 2와 도 4에 도시된 특징이 조합되어, 전면전극층(200)이 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)의 조합으로 이루어지고, 투명도전층(400)이 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)의 조합으로 이루어질 수 있다. 그 외에도, 도 2와 도 5에 도시된 특징이 조합될 수도 있고, 도 3과 도 4에 도시된 특징이 조합될 수도 있고, 도 3과 도 5에 도시된 특징이 조합될 수도 있다.

[122] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도로서, 이는 전술한 도 2에 따른 박막형 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

[123] 우선, 도 6a에서 알 수 있듯이, 기판(100) 상에 전면전극층(200)을 형성한다.

[124] 상기 전면전극층(200)을 형성하는 공정은 상기 기판(100) 상에 제1 전면전극층(210)을 형성하고, 상기 제1 전면전극층(210) 상에 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정으로 이루어진다.

[125] 이때, 전술한 바와 같이, 상기 제1 전면전극층(210)의 표면은 제1 요철구조로 이루어지고, 상기 제2 전면전극층(220)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제2 요철구조로 이루어진다.

[126] 또한, 상기 제1 전면전극층(210)에 구비된 제1 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 다양한 각을 가진 구조를 포함하고, 상기 제2 전면전극층(220)에 구비된 제2 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함한다.

[127] 또한, 상기 제2 전면전극층(220)의 부피는 전체 전면전극층(200)의 부피의 1 ~ 50%를 차지하도록 하는 것이 바람직할 수 있다.

[128] 또한, 상기 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)은 서로 상이한 결정

구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 전면전극층(210)은 상기 기판(100)과 수직 방향 및 수평 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제1 요철구조를 구비하게 되며, 상기 제2 전면전극층(220)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제2 요철구조를 구비하게 된다.

[129] 이와 같은 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정은 MOCVD법을 이용하여 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[130] 구체적으로, 상기 제1 전면전극층(210)을 형성하는 공정은, 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다. 이때, 상기 금속 공급원으로는 $(CH_3)_2Zn$(Dimethylzinc: DMZ), $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ), $Zn(C_5H_7O_2)_2$(Zinc acetyl-acetonate), 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있고, 상기 산소 공급원으로는 O_2, H_2O, N_2O, CO_2, 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있다.

[131] 예를 들어, 상기 금속 공급원으로 $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ)을 이용하고 상기 산소 공급원으로 H_2O를 이용할 수 있는데, 이 경우에는 하기 반응식과 같이 ZnO로 이루어진 투명한 도전물질을 얻을 수 있다.

[132] $(C_2H_5)_2Zn + H_2O \rightarrow ZnO + 2C_2H_6(\uparrow)$

[133] 이와 같이 얻어진 ZnO는 상기 DEZ와 H_2O 사이의 높은 반응성에 의해서 결정 구조가 상기 기판(100)과 수직 방향 및 수평 방향으로 성장되어 전술한 바와 같은 제1 요철구조를 갖게 된다.

[134] 상기 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정은, 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다. 이때, 상기 금속 공급원으로는 $(CH_3)_2$ Zn(Dimethylzinc: DMZ), $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ), $Zn(C_5H_7O_2)_2$(Zinc acetyl-acetonate), 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있고, 상기 산소 공급원으로는 O_2, H_2O, N_2O, CO_2, 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있고, 상기 표면 거칠기 조절원으로는 알콜, C_4H_8O(Tetrahydrofuran), 또는 그들의 혼합물을 이용할 수 있다. 상기 알콜은 메탄올, 에탄올, 또는 프로판올 등을 포함할 수 있다.

[135] 예를 들어, 상기 금속 공급원으로 $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ)을 이용하고 상기 산소 공급원으로 H_2O를 이용하고 상기 표면 거칠기 조절원으로 에탄올을 이용할 수 있으며, 이 경우 전술한 반응식과 유사하게 ZnO가 얻어지는데, 이때 얻어진 ZnO는 상기 에탄올에 의해서 반응성이 조절되고 그에 따라 결정구조가 상기 기판(100)과 수직 방향으로 주로 성장되어 전술한 바와 같은 제2 요철구조를 갖게 된다. 이에 대해서 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[136] 에탄올은 분자크기가 작은 구조로 이루어져 있기 때문에, H_2O에 에탄올을 첨가할 경우 에탄올이 H_2O에 침투하여 용해되기 쉽다. 특히, DEZ 및 H_2O 사이의 반응속도에 비하여 에탄올이 H_2O에 침투하여 용해되는 속도가 더 빠르기

때문에, DEZ 및 H_2O의 혼합물에 에탄올을 첨가하면 H_2O에 에탄올이 침투함으로 인해서 H_2O의 이동도가 낮아지고, 그에 따라 DEZ 및 H_2O 사이의 반응속도가 낮아져 ZnO의 생성 속도가 느려지게 된다. 결국, 기판과 평행하게 진행되는 반응은 억제되고 기판과 수직으로 진행되는 반응이 주로 이루어지는 현상이 발생한다.

[137] 또한, DEZ와 H_2O를 반응시키면 DEZ의 Zn와 H_2O의 O가 결합하여 ZnO가 생성되고 그와 더불어 에탄(C_2H_6) 가스가 생성된다. 그러나, DEZ와 H_2O 사이의 반응에 에탄올(C_2H_5OH)이 첨가되면, H_2O의 O가 DEZ의 Zn와 결합하는 것보다 에탄올의 탄소(C)와 결합하여 CO_2가 생성되는 반응이 강하게 발생하고, 그에 따라 ZnO의 생성 반응이 줄어든다. 결국, 미성숙(premature)한 ZnO의 성장이 이루어져, V-형태(shape)가 아니라 U-형태(shape)로 구성된다.

[138] 이와 같이, 상기 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정시 사용되는 표면 거칠기 조절원의 함량비(몰비)는, 표면 거칠기 조절원/금속 공급원 = 0.01 ~ 50 범위가 바람직할 수 있다. 만약, 표면 거칠기 조절원의 함량비(몰비)가 상기 범위를 벗어나게 되면 제2 전면전극층(220)의 요철구조가 원하는 형태로 형성되지 않을 수 있기 때문이다. 보다 구체적으로는, 표면 거칠기 조절원의 함량이 너무 작게 되면 제2 전면전극층(220) 표면이 제1 요철구조와 유사하게 형성될 수 있고, 표면 거칠기 조절원의 함량이 너무 크게 되면 제2 전면전극층(220) 표면에 요철구조 자체가 형성되지 않게 될 수 있다.

[139] 한편, 상기 제1 전면전극층(210)과 제2 전면전극층(220)은 하나의 공정 장비 내에서 진공 브레이크(break) 없이 연속공정으로 형성할 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료를 공급하면서 MOCVD공정을 수행하여 제1 전면전극층(210)을 형성하고, 상기 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 추가로 투입하여 제2 전면전극층(220)을 형성할 수 있다.

[140] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 전면전극층(210)과 제2 전면전극층(220)을 연속공정으로 형성하는 공정 흐름도이다.

[141] 도 11에서 알 수 있듯이, 우선, 챔버 내에 기판(100)을 로딩한다(10s). 이어서, 예로서, 도펀트 공급원으로 B_2H_2, 금속 공급원으로 DEZ(Diethylzinc), 및 산소 공급원으로 H_20를 공급하여 제1 전면전극층(210)을 형성한다(20s). 이어서, 도펀트 공급원으로 B_2H_2, 금속 공급원으로 DEZ(Diethylzinc), 산소 공급원으로 H_20, 및 표면 거칠기 조절원으로 알콜을 공급하여 제2 전면전극층(220)을 형성한다(30s).

[142] 이때, 상기 제1 전면전극층(210) 형성 공정(20s)과 제2 전면전극층(220) 형성 공정(30s)은 브레이크(break) 없이 연속공정으로 이루어진다.

[143] 도 12는 도 11에서와 같은 연속 공정을 구현하기 위한 공정 장비의 개념도이다.

[144] 도 12에서 알 수 있듯이, 공정 장비는 챔버(1) 및 상기 챔버(1)와 연결되어 상기 챔버(1) 내로 원료를 공급하기 위한 원료 탱크(2, 3, 4, 5)를 포함하여 이루어지고, 상기 원료 탱크(2, 3, 4, 5)는 B_2H_2 탱크(2), DEZ(Diethylzinc) 탱크(3), H_20 탱크(4),

및 알콜 탱크(5)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[145] 상기 각각의 원료 탱크는 도펀트 공급원, 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원의 일예에 해당하는 것이며, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.

[146] 여기서, 상기 알콜은 H_20에 용해될 수 있기 때문에, 상기 알콜 탱크(5)는 상기 H_2 0 탱크(4)와 연결될 수 있고, 결국, 알콜과 H_20의 혼합물이 상기 챔버(1) 내로 공급될 수 있다.

[147] 유사하게, 상기 B_2H_2 탱크(2)는 DEZ(Diethylzinc) 탱크(3)와 연결될 수 있고, 결국, B_2H_2 와 DEZ(Diethylzinc)의 혼합물이 상기 챔버(1) 내로 공급될 수 있다.

[148] 따라서, 도 12와 같은 공정 장비를 이용하여 전면전극층(200)을 형성할 경우, 우선, 알콜의 공급을 차단한 상태에서 B_2H_2 와 DEZ(Diethylzinc)의 혼합물 및 H_2 0를 공급하여 제1 전면전극층(210)을 형성하고, 이어서, 알콜의 공급 차단을 해체한 상태에서 B_2H_2 와 DEZ(Diethylzinc)의 혼합물 및 알콜과 H_20의 혼합물을 공급하여 제2 전면전극층(220)을 형성하게 된다.

[149] 다만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 상기 알콜을 별도의 배관을 통해서 챔버(1) 내로 독립적으로 공급할 수도 있다.

[150] 다음, 도 6b에서 알 수 있듯이, 상기 전면전극층(200) 상에 반도체층(300)을 형성한다.

[151] 상기 반도체층(300)은 실리콘계의 비정질 반도체물질을 플라즈마 CVD법 등을 이용하여 P형 반도체층, I형 반도체층, 및 N형 반도체층을 순서대로 적층한 PIN구조로 형성할 수 있다.

[152] 한편, 확대도에서 알 수 있듯이, 제1 반도체층(310), 버퍼층(320), 및 제2 반도체층(330)을 순서대로 적층할 수도 있다. 또한, 전술한 바와 같이 상기 반도체층(300)을 트리플(triple) 구조 또는 쿼드러플(quadruple) 구조로 형성할 수도 있다.

[153] 다음, 도 6c에서 알 수 있듯이, 상기 반도체층(300) 상에 투명도전층(400)을 형성한다.

[154] 상기 투명도전층(400)은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질을 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법 또는 스퍼터링(Sputtering)법 등을 이용하여 적층하여 형성할 수 있다.

[155] 다음, 도 6d에서 알 수 있듯이, 상기 투명도전층(400) 상에 후면전극층(500)을 형성한다.

[156] 상기 후면전극층(500)은 Ag, Al, Ag+Mo, Ag+Ni, Ag+Cu 과 같은 금속을 스퍼터링(Sputtering)법 또는 인쇄법 등을 이용하여 적층하여 형성할 수 있다.

[157] 도 7a 내지 도 7d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도로서, 이는 전술한 도 3에 따른 박막형 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

[158] 우선, 도 7a에서 알 수 있듯이, 기판(100) 상에 전면전극층(200)을 형성한다.

[159] 상기 전면전극층(200)을 형성하는 공정은 상기 기판(100) 상에 제3 전면전극층(230)을 형성하고, 상기 제3 전면전극층(230) 상에 제1 전면전극층(210)을 형성하고, 상기 제1 전면전극층(210) 상에 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정으로 이루어진다.

[160] 이때, 전술한 바와 같이, 상기 제1 전면전극층(210)의 표면은 제1 요철구조로 이루어지고, 상기 제2 전면전극층(220)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제2 요철구조로 이루어지고, 상기 제3 전면전극층(230)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제3 요철구조로 이루어진다.

[161] 상기 제1 전면전극층(210), 제2 전면전극층(220), 및 제3 전면전극층(230)의 구체적인 구성은 전술한 바와 동일하므로, 반복설명은 생략하기로 한다.

[162] 상기 제3 전면전극층(230)을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있고, 상기 제1 전면전극층(210)을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있고, 상기 제2 전면전극층(220)을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[163] 이와 같은, 상기 제3 전면전극층(230), 제1 전면전극층(210) 및 제2 전면전극층(220)은 하나의 공정 장비 내에서 진공 브레이크(break) 없이 연속공정으로 형성할 수 있다. 구체적으로, 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 공급하면서 제3 전면전극층(230)을 형성하고, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료를 공급하면서 제1 전면전극층(210)을 형성하고, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 공급하면서 제2 전면전극층(220)을 형성할 수 있다.

[164] 상기 제1 전면전극층(210), 제2 전면전극층(220), 및 제3 전면전극층(230) 형성시 도펀트 공급원이 추가될 수 있다.

[165] 이와 같은 연속공정은 전술한 도 12에 따른 공정 장비를 이용할 수 있으며, 그에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[166] 다음, 도 7b에서 알 수 있듯이, 상기 전면전극층(200) 상에 반도체층(300)을 형성한다. 상기 반도체층(300) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[167] 다음, 도 7c에서 알 수 있듯이, 상기 반도체층(300) 상에 투명도전층(400)을 형성한다. 상기 투명도전층(400) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[168] 다음, 도 7d에서 알 수 있듯이, 상기 투명도전층(400) 상에 후면전극층(500)을 형성한다. 상기 후면전극층(500) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[169] 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도로서, 이는 전술한 도 4에 따른 박막형 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

[170] 우선, 도 8a에서 알 수 있듯이, 기판(100) 상에 전면전극층(200)을 형성한다.

[171] 상기 전면전극층(200)을 형성하는 공정은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질을 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법 또는 스퍼터링(Sputtering)법 등을 이용하여 적층하여 형성할 수 있다.

[172] 다음, 도 8b에서 알 수 있듯이, 상기 전면전극층(200) 상에 반도체층(300)을 형성한다. 상기 반도체층(300) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[173] 다음, 도 8c에서 알 수 있듯이, 상기 반도체층(300) 상에 투명도전층(400)을 형성한다.

[174] 상기 투명도전층(400)을 형성하는 공정은 상기 반도체층(300) 상에 제1 투명도전층(410)을 형성하고, 상기 제1 투명도전층(410) 상에 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정으로 이루어진다.

[175] 이때, 전술한 바와 같이, 상기 제1 투명도전층(410)의 표면은 제1 요철구조로 이루어지고, 상기 제2 투명도전층(420)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제2 요철구조로 이루어진다.

[176] 또한, 상기 제1 투명도전층(410)에 구비된 제1 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 다양한 각을 가진 구조를 포함하고, 상기 제2 투명도전층(420)에 구비된 제2 요철구조는 골(valley)과 피크(peak)가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함한다.

[177] 또한, 상기 제2 투명도전층(420)의 부피는 전체 투명도전층(400)의 부피의 1 ~ 50%를 차지하도록 하는 것이 바람직할 수 있다.

[178] 또한, 상기 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)은 서로 상이한 결정 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 투명도전층(410)은 상기 기판(100)과 수직 방향 및 수평 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제1 요철구조를 구비하게 되며, 상기 제2 투명도전층(420)은 상기 기판(100)과 수직 방향으로 성장된 결정 구조를 주로 포함함으로써 전술한 바와 같은 제2 요철구조를 구비하게 된다.

[179] 이와 같은 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정은 MOCVD법을 이용하여 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, SnO_2, SnO_2:F 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 등과 같은 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[180] 상기 제1 투명도전층(410)을 형성하는 공정은, 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[181] 상기 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정은, 금속 공급원, 산소 공급원, 및

표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[182] 이와 같이, 상기 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정시 사용되는 표면 거칠기 조절원의 함량비(몰비)는, 표면 거칠기 조절원/금속 공급원 = 0.01 ~ 50 범위가 바람직할 수 있다.

[183] 한편, 상기 제1 투명도전층(410)과 제2 투명도전층(420)은 하나의 공정 장비 내에서 진공 브레이크(break) 없이 연속공정으로 형성할 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료를 공급하면서 MOCVD공정을 수행하여 제1 투명도전층(410)을 형성하고, 상기 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 추가로 투입하여 제2 투명도전층(420)을 형성할 수 있다.

[184] 상기 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420) 형성시 도펀트 공급원이 추가될 수 있다.

[185] 이와 같은 연속공정은 전술한 도 12에 따른 공정 장비를 이용할 수 있으며, 그에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[186] 다음, 도 8d에서 알 수 있듯이, 상기 투명도전층(400) 상에 후면전극층(500)을 형성한다. 상기 후면전극층(500) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[187] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지의 제조공정을 도시한 단면도로서, 이는 전술한 도 5에 따른 박막형 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

[188] 우선, 도 9a에서 알 수 있듯이, 기판(100) 상에 전면전극층(200)을 형성한다.

[189] 상기 전면전극층(200) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[190] 다음, 도 9b에서 알 수 있듯이, 상기 전면전극층(200) 상에 반도체층(300)을 형성한다. 상기 반도체층(300) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

[191] 다음, 도 9c에서 알 수 있듯이, 상기 반도체층(300) 상에 투명도전층(400)을 형성한다.

[192] 상기 투명도전층(200)을 형성하는 공정은 상기 반도체층(300) 상에 제3 투명도전층(430)을 형성하고, 상기 제3 투명도전층(430) 상에 제1 투명도전층(410)을 형성하고, 상기 제1 투명도전층(410) 상에 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정으로 이루어진다.

[193] 이때, 전술한 바와 같이, 상기 제1 투명도전층(410)의 표면은 제1 요철구조로 이루어지고, 상기 제2 투명도전층(420)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제2 요철구조로 이루어지고, 상기 제3 투명도전층(430)의 표면은 상기 제1 요철구조보다 표면 거칠기가 작은 제3 요철구조로 이루어진다.

[194] 상기 제1 투명도전층(410), 제2 투명도전층(420), 및 제3 투명도전층(430)의 구체적인 구성은 전술한 바와 동일하므로, 반복설명은 생략하기로 한다.

[195] 상기 제3 투명도전층(430)을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있고, 상기 제1 투명도전층(410)을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있고, 상기 제2 투명도전층(420)을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원, 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 MOCVD법으로 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[196] 이와 같은, 상기 제3 투명도전층(430), 제1 투명도전층(410) 및 제2 투명도전층(420)은 하나의 공정 장비 내에서 진공 브레이크(break) 없이 연속공정으로 형성할 수 있다. 구체적으로, 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 공급하면서 제3 투명도전층(430)을 형성하고, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료를 공급하면서 제1 투명도전층(410)을 형성하고, 상기 금속 공급원과 산소 공급원을 포함한 소정의 원료에 표면 거칠기 조절원을 공급하면서 제2 투명도전층(420)을 형성할 수 있다.

[197] 상기 제1 투명도전층(410), 제2 투명도전층(420), 및 제3 투명도전층(430) 형성시 도펀트 공급원이 추가될 수 있다.

[198] 이와 같은 연속공정은 전술한 도 12에 따른 공정 장비를 이용할 수 있으며, 그에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[199] 다음, 도 9d에서 알 수 있듯이, 상기 투명도전층(400) 상에 후면전극층(500)을 형성한다. 상기 후면전극층(500) 형성 공정은 전술한 바와 동일하므로 반복설명은 생략하기로 한다.

청구범위

[청구항 1] 기판;
상기 기판 상에 형성된 전면전극층;
상기 전면전극층 상에 형성된 반도체층;
상기 반도체층 상에 형성된 투명도전층; 및
상기 투명도전층 상에 형성된 후면전극층을 포함하여 이루어지며,
상기 전면전극층은, 상기 기판 상에 형성되며 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 전면전극층, 및 상기 제1 전면전극층 상에 형성되며 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 전면전극층을 포함하여 이루어지고,
상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 2] 기판;
상기 기판 상에 형성된 전면전극층;
상기 전면전극층 상에 형성된 반도체층;
상기 반도체층 상에 형성된 투명도전층; 및
상기 투명도전층 상에 형성된 후면전극층을 포함하여 이루어지며,
상기 투명도전층은, 상기 반도체층 상에 형성되며 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 투명도전층, 및 상기 제1 투명도전층 상에 형성되며 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 투명도전층을 포함하여 이루어지고,
상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 제2 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 4] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 제1 요철구조는 골과 피크가 각을 가진 구조를 포함하고,
상기 제2 요철구조는 골과 피크가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 제1 전면전극층과 상기 제2 전면전극층은 서로 상이한 결정 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 6] 제2항에 있어서,
상기 제1 투명도전층과 상기 제2 투명도전층은 서로 상이한 결정 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 7] 제1항에 있어서,

상기 제2 전면전극층의 부피는 전체 전면전극층의 부피의 1 ~ 50%를 차지하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 8] 제2항에 있어서,
상기 제2 투명도전층의 부피는 전체 투명도전층의 부피의 1 ~ 50%를 차지하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 기판과 제1 전면전극층 사이에, 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 전면전극층이 추가로 형성되고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 10] 제2항에 있어서,
상기 반도체층과 제1 투명도전층 사이에, 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 투명도전층이 추가로 형성되고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 11] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 반도체층은 버퍼층을 사이에 두고 이격된 제1 반도체층 및 제2 반도체층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

[청구항 12] 기판 상에 전면전극층을 형성하는 공정;
상기 전면전극층 상에 반도체층을 형성하는 공정;
상기 반도체층 상에 투명도전층을 형성하는 공정; 및
상기 투명도전층 상에 후면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지며,
상기 전면전극층을 형성하는 공정은 상기 기판 상에 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 전면전극층을 형성하는 공정, 및 상기 제1 전면전극층 상에 그 표면이 제2 요철구조로 형성된 제2 전면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지고,
상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 13] 기판 상에 전면전극층을 형성하는 공정;
상기 전면전극층 상에 반도체층을 형성하는 공정;
상기 반도체층 상에 투명도전층을 형성하는 공정; 및
상기 투명도전층 상에 후면전극층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지며,
상기 투명도전층을 형성하는 공정은 상기 반도체층 상에 그 표면이 제1 요철구조로 형성된 제1 투명도전층을 형성하는 공정, 및 상기 제1 투명도전층 상에 그 표면이 제2 요철구조로 형성된

제2 투명도전층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지고,
상기 제1 요철구조와 상기 제2 요철구조는 서로 상이하게 형성된 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 14] 제12항 또는 제13항에 있어서,
상기 제2 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 15] 제12항 또는 제13항에 있어서,
상기 제1 요철구조는 골과 피크가 각을 가진 구조를 포함하고,
상기 제2 요철구조는 골과 피크가 각을 갖지 않은 곡선 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 16] 제12항에 있어서,
상기 제1 전면전극층을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어지고,
상기 제2 전면전극층을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 17] 제13항에 있어서,
상기 제1 투명도전층을 형성하는 공정은 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어지고,
상기 제2 투명도전층을 형성하는 공정은 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 18] 제16항 또는 제17항에 있어서,
상기 금속 공급원은 $(CH_3)_2Zn$(Dimethylzinc: DMZ), $(C_2H_5)_2Zn$(Diethylzinc: DEZ), $Zn(C_5H_7O_2)_2$(Zinc acetyl-acetonate), 또는 그들의 혼합물을 포함하고,
상기 산소 공급원은 O_2, H_2O, N_2O, CO_2, 또는 그들의 혼합물을 포함하고,
상기 표면 거칠기 조절원은 알콜, C_4H_8O(Tetrahydrofuran), 또는 그들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 19] 제16항 또는 제17항에 있어서,
상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여

투명한 도전물질을 적층하는 공정은, 표면 거칠기 조절원의 함량비(몰비)가 표면 거칠기 조절원/금속 공급원 = 0.01 ~ 50 범위가 되도록 하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 20] 제16항 또는 제17항에 있어서,
상기 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정, 및 상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정은,
도펀트 공급원을 추가로 이용하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

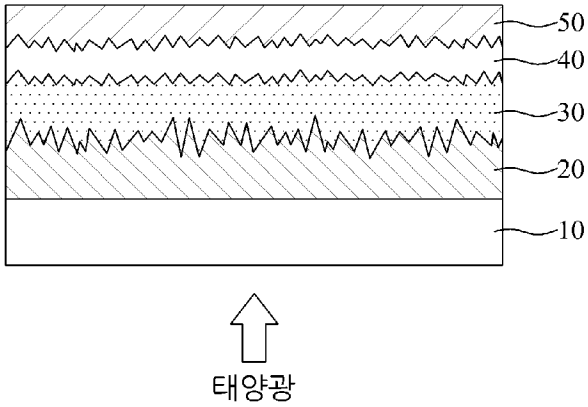
[청구항 21] 제16항 또는 제17항에 있어서,
상기 금속 공급원 및 산소 공급원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정, 및 상기 금속 공급원, 산소 공급원 및 표면 거칠기 조절원을 이용하여 투명한 도전물질을 적층하는 공정은,
하나의 공정 장비 내에서 연속 공정으로 수행하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 22] 제21항에 있어서,
상기 표면 거칠기 조절원은 상기 산소 공급원과 혼합하여 이용하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

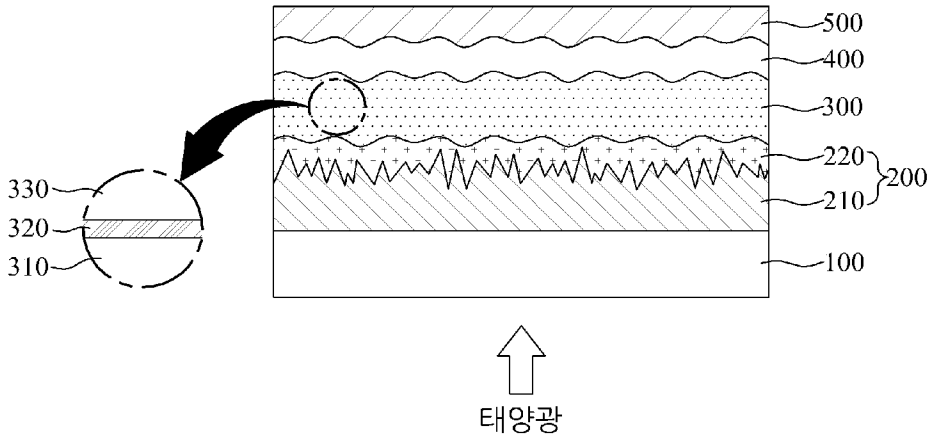
[청구항 23] 제12항에 있어서,
상기 전면전극층을 형성하는 공정은, 상기 제1 전면전극층을 형성하는 공정 이전에 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 전면전극층을 형성하는 공정을 추가로 포함하고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

[청구항 24] 제13항에 있어서,
상기 투명도전층을 형성하는 공정은, 상기 제1 투명도전층을 형성하는 공정 이전에 그 표면이 제3 요철구조로 형성된 제3 투명도전층을 형성하는 공정을 추가로 포함하고, 상기 제3 요철구조의 표면 거칠기는 상기 제1 요철구조의 표면 거칠기 보다 작은 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지의 제조방법.

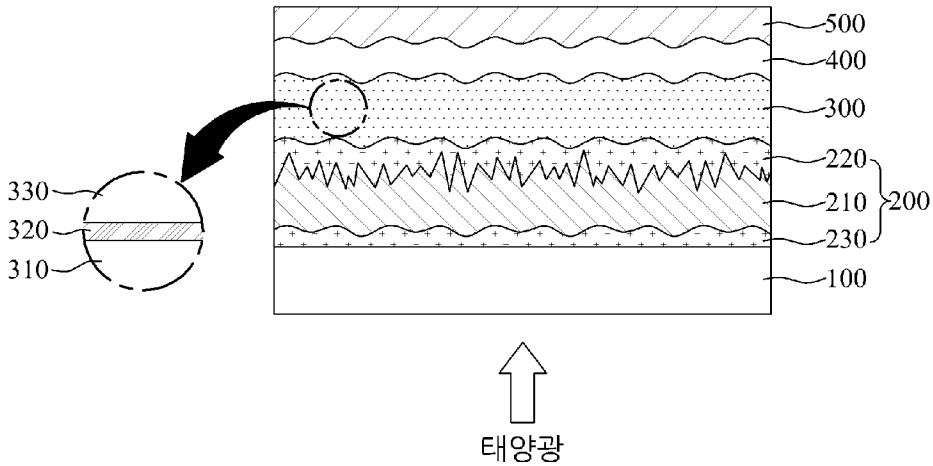
[Fig. 1]



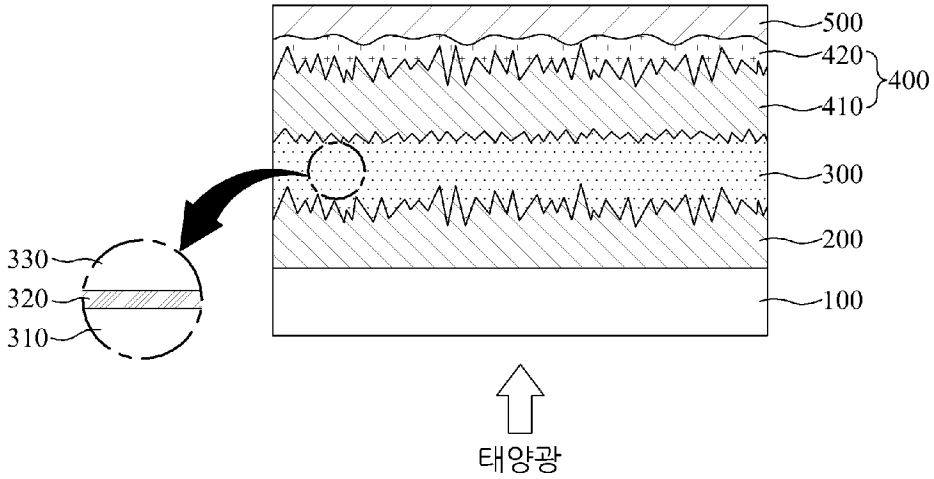
[Fig. 2]



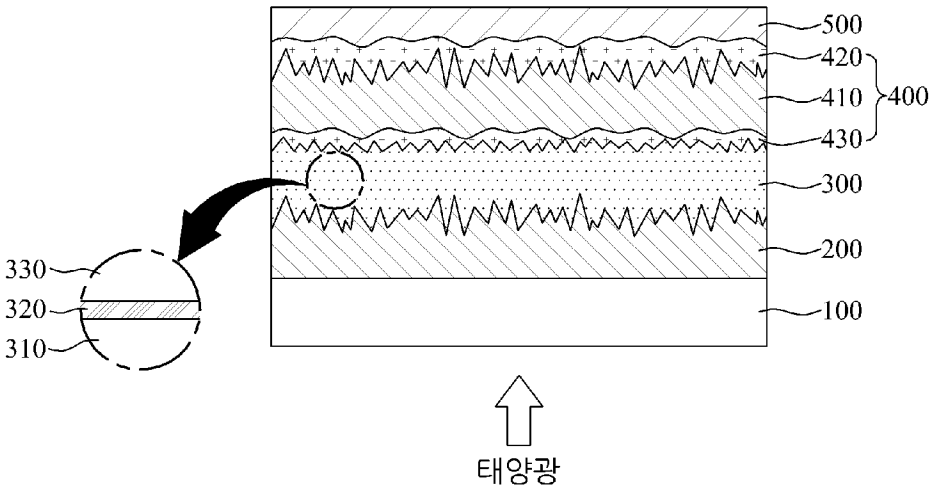
[Fig. 3]



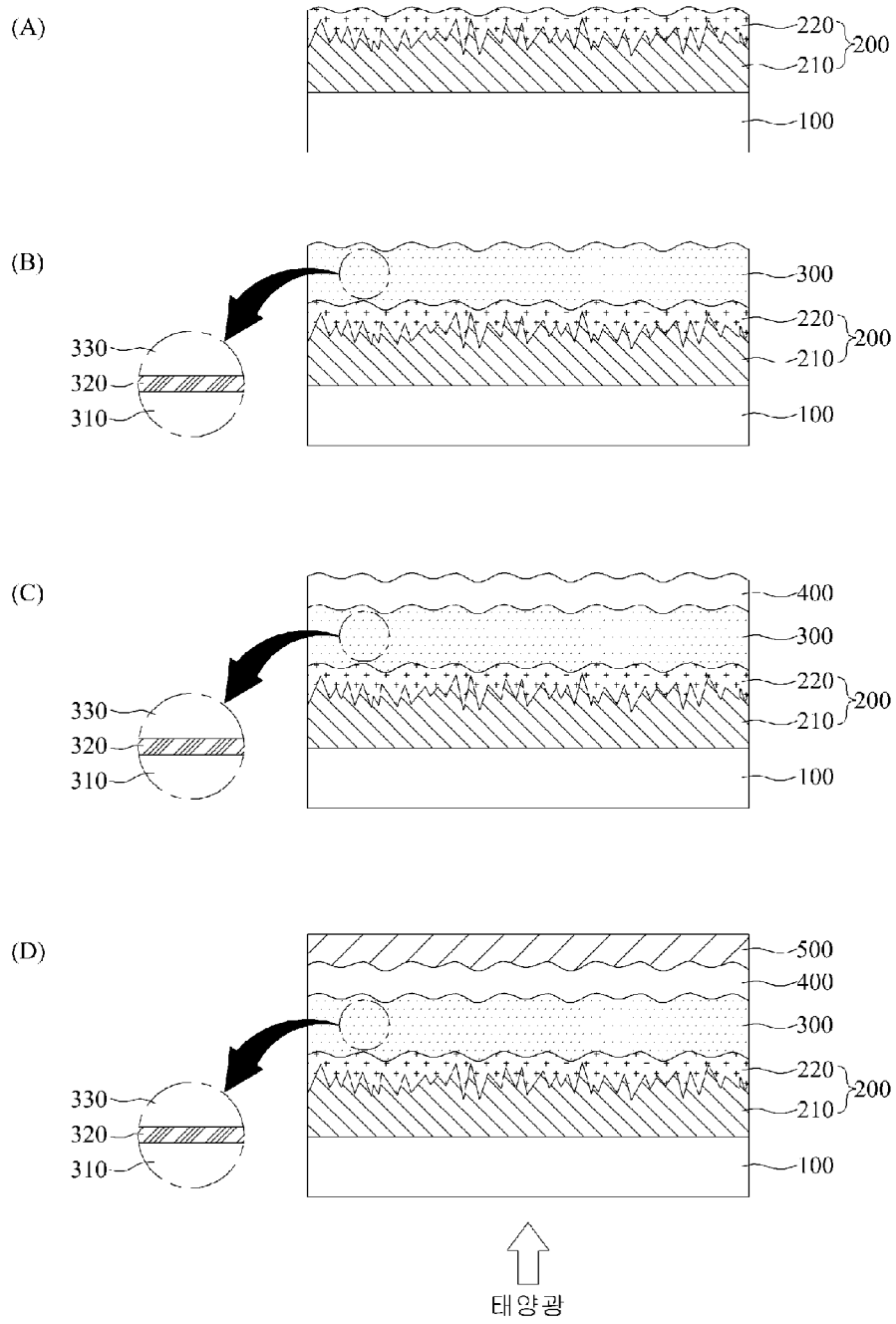
[Fig. 4]


500
420
400
410
300
200
100
330
320
310
태양광

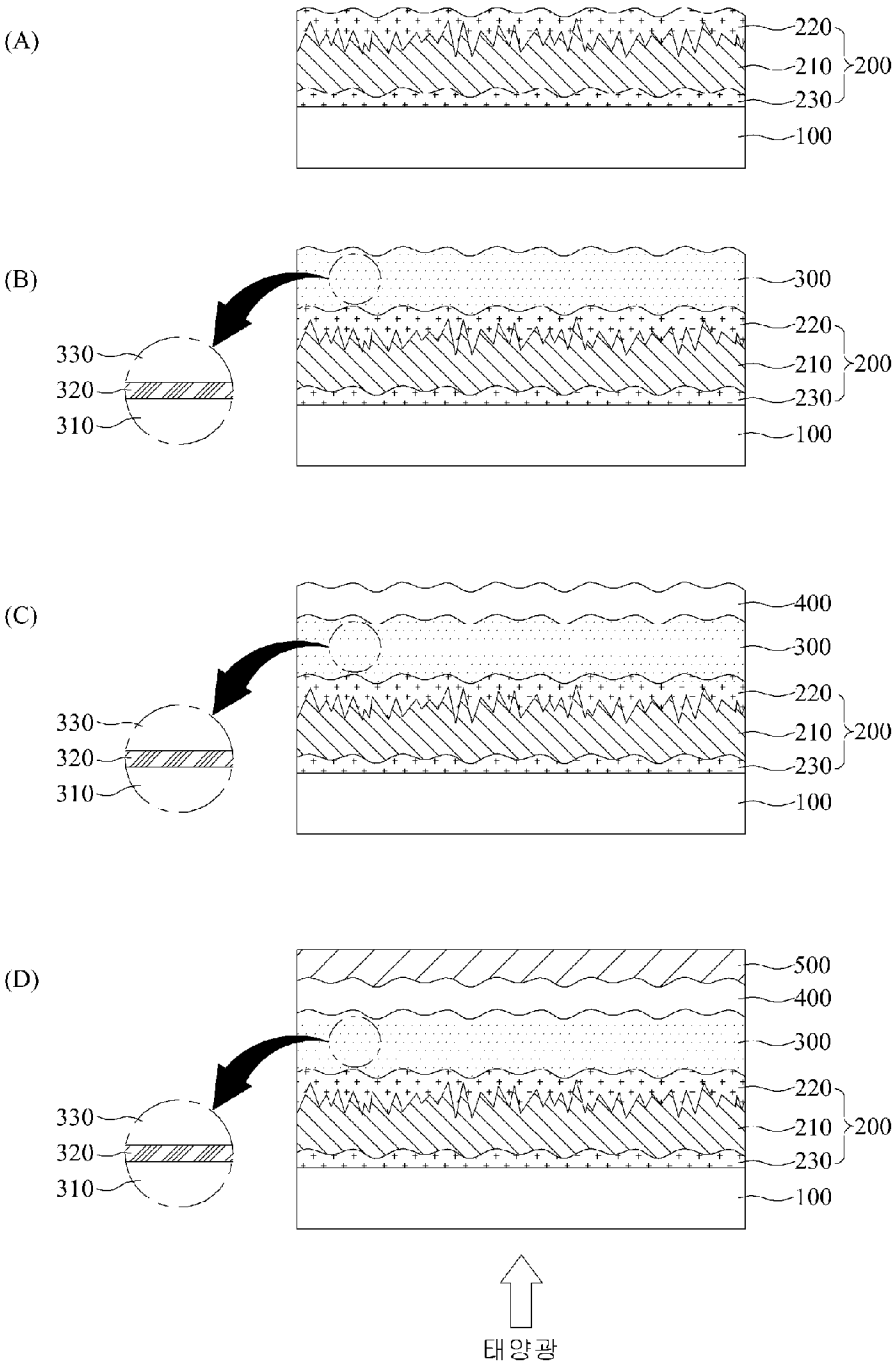
[Fig. 5]


500
420
410
400
430
300
200
100
330
320
310
태양광

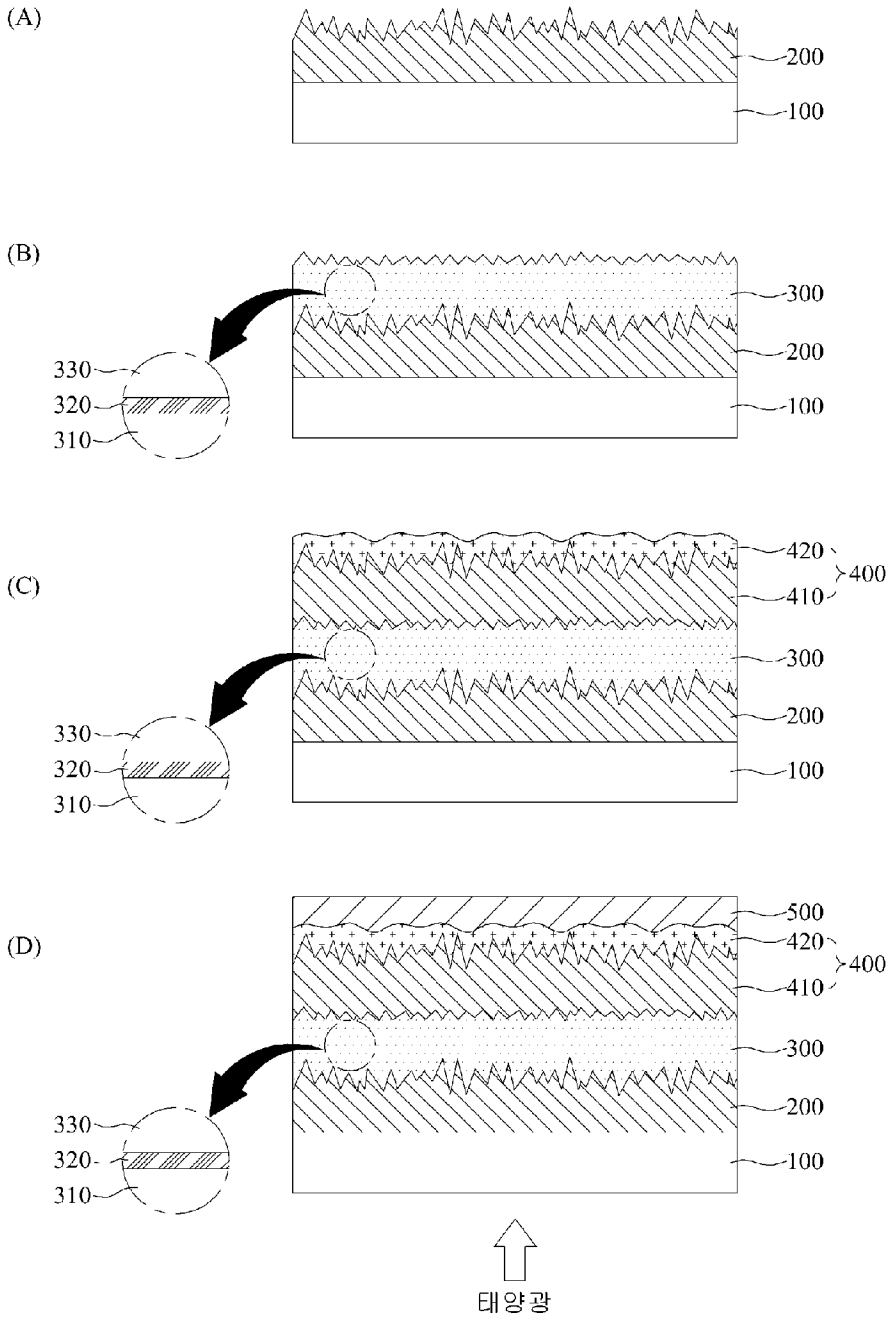
[Fig. 6]


(A)
220
210
200
100
(B)
300
220
210
200
100
330
320
310
(C)
400
300
220
210
200
100
330
320
310
(D)
500
400
300
220
210
200
100
330
320
310
태양광

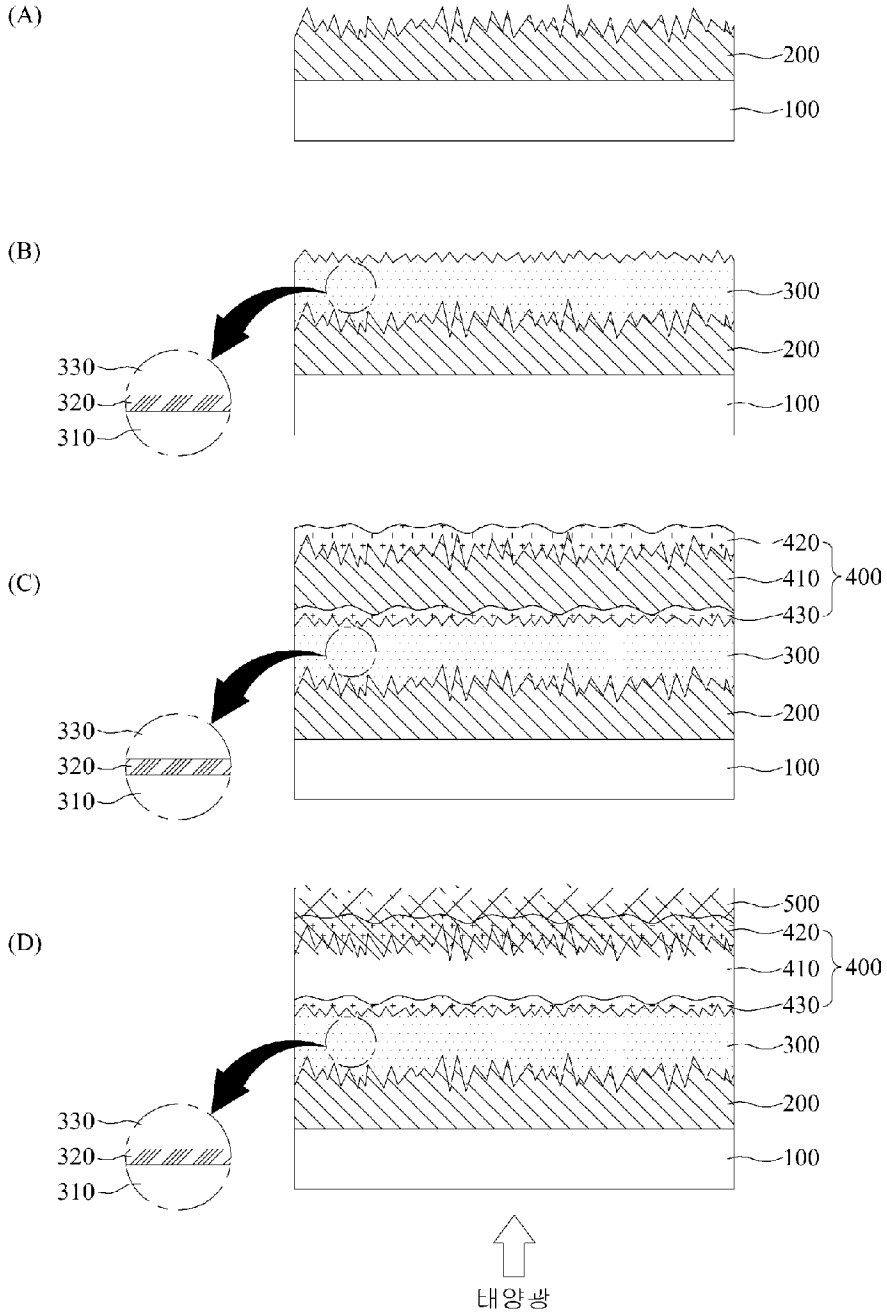
[Fig. 7]


(A)
220
210
230
200
100
(B)
300
220
210
230
200
100
330
320
310
(C)
400
300
220
210
230
200
100
330
320
310
(D)
500
400
300
220
210
230
200
100
330
320
310
태양광

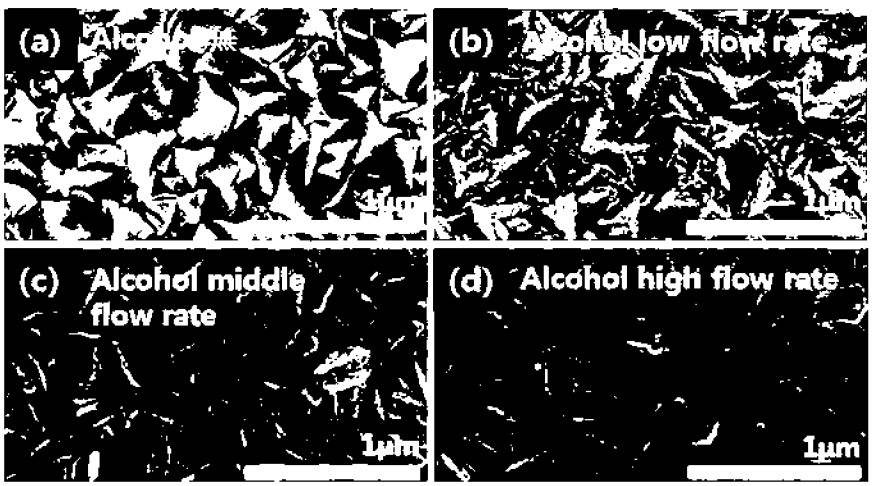
[Fig. 8]


(A)
200
100
(B)
300
200
100
330
320
310
(C)
420
400
410
300
200
100
330
320
310
(D)
500
420
400
410
300
200
100
330
320
310
태양광

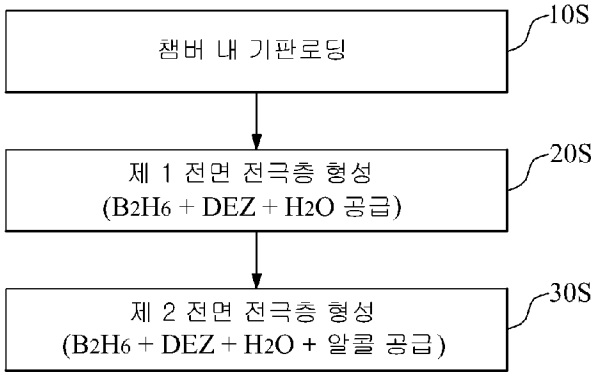
[Fig. 9]


(A)
200
100
(B)
300
200
100
330
320
310
(C)
420
410
400
430
300
200
100
330
320
310
(D)
500
420
410
400
430
300
200
100
330
320
310
태양광

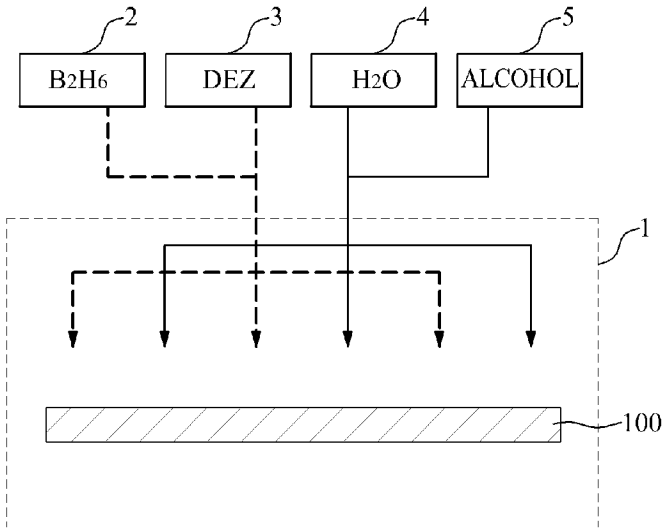
[Fig. 10]


(a)
(b) Alcohol low flow rate
1μm
(c) Alcohol middle flow rate
1μm
(d) Alcohol high flow rate
1μm

[Fig. 11]


챔버 내 기판로딩
10S
제 1 전면 전극층 형성
(B2H6 + DEZ + H2O 공급)
20S
제 2 전면 전극층 형성
(B2H6 + DEZ + H2O + 알콜 공급)
30S

[Fig. 12]


2
3
4
5
B2H6
DEZ
H2O
ALCOHOL
1
100

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2011/006509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0236(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

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: TCO, texture, second

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	KR 10-2011-0014039 A (LG DISPLAY CO.,LTD.) 10 February 2011 See abstract, paragraphs [0050-0124], claims 1-20 and figures 1-8.	1-8,11-15 9-10,16-24
X A	KR 10-2011-0026628 A (HYOSUNG CORPORATION) 16 March 2011 See abstract, paragraphs [0016-0059], claims 1-3,7-8 and figures 1-2.	1-8,11-15 9-10,16-24
A	KR 10-2010-0006226 A (LG DISPLAY CO.,LTD.) 19 January 2010 See abstract, claim 1 and figures 4-5.	1-24

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 APRIL 2012 (12.04.2012)	**13 APRIL 2012 (13.04.2012)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 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/KR2011/006509

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0014039 A	10.02.2011	NONE	
KR 10-2011-0026628 A	16.03.2011	NONE	
KR 10-2010-0006226 A	19.01.2010	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2011/006509

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류**(IPC)**)

H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0236(2006.01)i, H01L 31/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01L 31/042

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: TCO,texture,second

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X A	KR 10-2011-0014039 A (엘지디스플레이 주식회사) 2011.02.10 요약, 문단번호[0050-0124], 청구항 1-20 및 도면1-8 참조.	1-8,11-15 9-10,16-24
X A	KR 10-2011-0026628 A (주식회사 효성) 2011.03.16 요약, 문단번호[0016-0059], 청구항 1-3,7-8 및 도면1-2 참조.	1-8,11-15 9-10,16-24
A	KR 10-2010-0006226 A (엘지디스플레이 주식회사) 2010.01.19 요약, 청구항 1 및 도면4-5 참조.	1-24

☐ 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 신규성 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	국제조사보고서 발송일
2012년 04월 12일 (12.04.2012)	**2012년 04월 13일 (13.04.2012)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
김민수
전화번호 82-42-481-8249

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2011/006509

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0014039 A	2011.02.10	없음	
KR 10-2011-0026628 A	2011.03.16	없음	
KR 10-2010-0006226 A	2010.01.19	없음	