

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 9월 2일 (02.09.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/098624 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/001243
- (22) 국제출원일: 2010년 2월 26일 (26.02.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0016525 2009년 2월 26일 (26.02.2009) KR
10-2009-0016767 2009년 2월 27일 (27.02.2009) KR
10-2009-0027277 2009년 3월 31일 (31.03.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 티지솔라 (TG SOLAR CORPORATION)
[KR/KR]; 경기도 화성시 동탄면 장지리 164-5, 445-812 Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 권
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이유진 (LEE, Yoo Jin) [KR/KR]; 경기도 용인시 수지구 풍덕천 2동 태영테시앙 아파트 106-2002, 448-550 Gyeonggi-do (KR). 김동제 (KIM, Dong Jee) [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 정자동 한솔마을 LG 아파트 201-201, 463-909 Gyeonggi-do (KR). 박정남 (PARK, Jung Nam)

[KR/KR]; 대전시 동구 판암동 주공 아파트 303-1403, 300-773 Daejeon-si (KR). 이동진 (LEE, Dong Jin) [KR/KR]; 전라북도 전주시 덕진구 인후동 2가 1581-7, 561-832 Jeollabuk-do (KR). 성인모 (SUNG, In Mo) [KR/KR]; 서울시 영등포구 대림 2동 1067-17, 150-825 Seoul (KR).

(74) 대리인: 김한 (KIM, Han); 서울시 강남구 역삼동 641-3 노바빌딩 2층, 135-909 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.

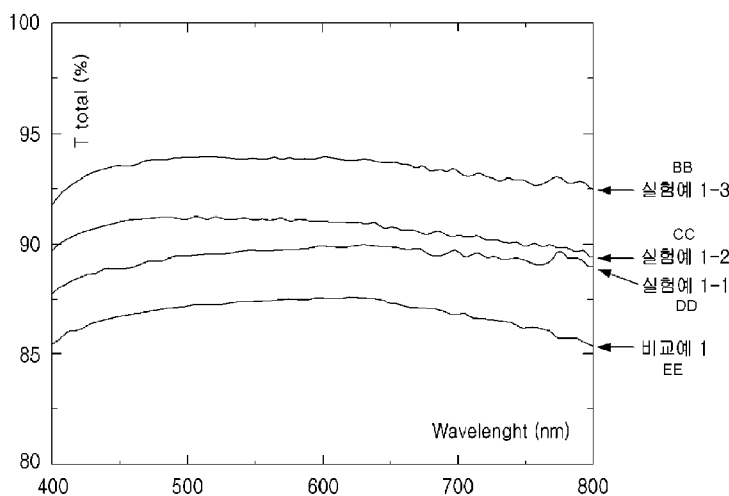
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SUBSTRATE HAVING UNEVEN PORTION THEREON, AND METHOD FOR MANUFACTURING SOLAR CELL USING THE SAME

(54) 발명의 명칭: 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법

[Fig. 7]



BB ... Experimental example 1-3
CC ... Experimental example 1-2
DD ... Experimental example 1-1
EE ... Comparative example 1

(57) Abstract: Disclosed are a substrate having an uneven portion thereon and a method for manufacturing a solar cell using the same. The method for manufacturing the substrate having an uneven portion according to the present invention comprises: a texturing step for forming the uneven portion (110) on a surface of the substrate (100); and an annealing step for annealing the substrate on which the uneven portion (110) is formed.

(57) 요약서: 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법이 개시된다. 이러한 본 발명에 따른 요철부가 형성된 기판의 제조 방법은 기판 (100)의 표면에 요철부(110)를 형성하는 텍스처링 단계; 및 요철부(110)가 형성된 기판(100)을 열처리 하는 열처리 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

WO 2010/098624 A2



럽 (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, 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))

명세서

발명의 명칭: 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 텍스처링 공정을 통해 기판의 표면에 형성된 요철부에 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 더 수행하여 양호한 광 투과율과 계면 특성(부착력)을 가지는 기판, 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 광을 수집하여 전력을 생산하는 태양전지(solar cell)의 기판 표면에는 광 투과율 또는 광 수집율을 향상시키기 위한 소정의 표면 거칠기(surface roughness, 이하 거칠기라 함)를 가지는 요철부가 형성된다.
- [3] 통상 이러한 요철부는 사진 식각 공정(photolithography)을 통해 형성할 수 있다. 사진 식각 공정에는 화학 용액을 이용하여 기판 표면을 화학적으로 식각하는 습식 식각법과, 주로 반응성 이온 식각(reactive ion etching: RIE)과 같이 식각용 가스를 플라즈마 상태로 형성하여 이를 기판에 충돌시킴으로써 기판 표면을 물리적으로 식각하는 건식 식각법이 있다.
- [4] 하지만 습식 식각법은 기판 상에 식각액이 고이는 현상이 발생하여 식각액의 접촉 시간 편차에 따른 식각율의 불균일성을 초래할 수 있다. 또한, 기본적으로 등방성(isotropic) 식각이므로 요철부의 정밀도가 저하될 수 있으며, 습식 식각 후 발생하는 폐수 처리 등의 문제점이 있다.
- [5] 건식 식각법은 공정 장비가 고가이고 공정 단가가 높아서 태양전지의 대량 생산에 작용하기가 어려운 문제점이 있다.
- [6] 상술된 문제점을 해결하고자, 모래 등의 식각 입자를 압축 공기로 뿜어내어 기판에 조사함으로써, 기판의 표면에 요철부를 형성하는 샌드 블래스팅법(sand blasting)이 제안되었다. 이러한 샌드 블래스팅은 공정이 단순하면서도 폐수가 발생되지 않는 장점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 그러나, 이러한 샌드 블래스팅법도 식각시 기판 표면(특히, 글래스 기판)이 식각 입자에 의해 강한 물리적 충돌로 손상될 수 있고, 표면에 파티클 등이 잔류할 수 있어 상부에 형성되는 박막을 손상시킬 수 있다.
- [8] 또한 형성되는 요철의 경사가 다른 식각법에 비해 상대적으로 크게 형성될 수 있을 뿐만 아니라, 분사되는 압력을 일정하게 하여도 실제로 분사되는 식각 입자를 균일하게 제어하는데 한계가 있어 요철의 거칠기가 불균일하게 될 수

있다.

- [9] 따라서, 기존의 샌드 블래스팅법은 기대만큼 기판의 광 투과율 또는 광 수집율을 향상시키지 못한다. 더욱이, 기판 상에 형성되는 광전소자 제조시, 예를 들면 다결정 실리콘층 제조를 위한 비정질 실리콘층의 결정화시, 기판과 비정질 실리콘층 사이에 위치하는 하부전극(특히, 투명전극)이 고온 열처리에 의해 손상될 수 있다. 이는 하부전극의 저항을 증가시키고 기판 상의 하부전극의 부착력도 저하시켜 박리 현상을 초래할 수 있어서 결과적으로 태양전지의 신뢰성을 저하시킬 수 있는 문제점이 있다.

- [10] 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는, 태양전지의 기판 상에 형성되는 요철부의 거칠기를 제어하는 기술과 함께, 요철부 형성시 샌드 블래스팅 단계에서 발생하는 파티클 등의 잔류물을 제거하는 새로운 기술이 요구되고 있다.

과제 해결 수단

- [11] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 광 투과율 또는 광 수집율이 향상된 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [12] 또한, 본 발명은 태양전지의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있는 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [13] 또한, 본 발명은 태양전지의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 요철부가 형성된 기판 및 이를 이용한 태양전지의 제조방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

발명의 효과

- [14] 본 발명에 의하면, 기판 상에 형성된 요철부의 거칠기를 감소시키고 경사를 완만하게 하여 요철부가 형성된 기판의 광 투과율을 향상시킬 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명에 의하면, 기판 상에 형성된 요철부의 잔류물을 더 제거하여 기판의 요철부 상에 형성되는 박막의 손상을 방지하고 박막의 계면 특성(부착력)을 향상시킬 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명에 의하면, 기판 상에 형성된 비정질 실리콘의 결정화시 열처리에 의한 하부전극의 손상을 방지할 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명에 의하면, 상술된 효과를 가지는 요철부가 형성된 기판 상에 다결정 반도체층이 적층된 광전소자를 형성하여 태양전지의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명에 의하면, 상술된 효과를 가지는 요철부가 형성된 기판 상에 다결정 반도체층이 적층된 광전소자를 형성하여 태양전지의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [19] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기판의 제조

공정을 나타내는 도면이다.

- [20] 도 5는 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 기관의 표면을 AFM으로 촬영한 사진이다.
- [21] 도 6은 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 기관의 표면을 SEM으로 촬영한 사진이다.
- [22] 도 7은 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 파장대별 광 투과율을 나타내는 그래프이다.
- [23] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 비교예 2 및 실험예 2에 의한 기관의 표면을 광학 현미경으로 촬영한 사진이다.
- [24] 도 9 내지 도 12는 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관을 이용한 태양전지의 제조 공정을 나타내는 도면이다.
- [25] 도 13 및 도 14는 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관을 이용한 다른 형태의 태양전지의 제조 공정을 나타내는 도면이다.
- [26] <주요 도면 부호에 관한 간단한 설명>
- [27] 100: 기관
- [28] 110: 요철부
- [29] 200: 하부전극
- [30] 300: 광전소자(다결정 광전소자)
- [31] 400: 광전소자(비정질 광전소자)
- [32] 500: 상부전극

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 본 발명의 상기 목적은 기관의 표면에 요철부를 형성하는 텍스처링 단계; 및 상기 요철부가 형성된 기관을 화학적으로 식각하는 습식 식각 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법에 의해 달성된다.
- [34] 또한, 본 발명의 상기 목적은 기관의 표면에 요철부를 형성하는 텍스처링 단계; 및 상기 요철부가 형성된 기관을 열처리 하는 열처리 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법에 의해서도 달성된다.
- [35] 또한, 본 발명의 상기 목적은 (a) 상기 어느 하나의 방법으로 제조된 요철부가 형성된 기관을 준비하는 단계; (b) 상기 기관의 상기 요철부 상에 하부전극을 형성하는 단계; (c) 상기 하부전극 상에 비정질 반도체층이 적층된 광전소자를 형성하는 단계; (d) 상기 비정질 반도체층을 열처리하여 다결정 반도체층으로 결정화하는 단계; 및 (e) 상기 다결정 반도체층 상에 상부전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 방법에 의해서도 달성된다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 본 발명의 상기 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 바람직한 실시 예를 도시하고 있는 도면을 참조한 이하 상세한 설명에 의해보다 명확하게 이해될 것이다.

- [37] 이하의 상세한 설명에서, 요철부가 형성된 기관이란, 평판 디스플레이(예를 들면, 액정 표시 장치 또는 유기 전계 발광 표시장치) 및 태양전지와 같이 빛을 이용하는 전자소자의 기관으로 사용될 수 있는 표면 거칠기를 가지는 투명한 기관을 의미하는 것으로 이해되어야 한다.
- [38] 또한 이하의 상세한 설명에서는, 일 예로 요철부가 형성된 투명한 글라스를 기관으로 사용하는 태양전지를 중심으로 설명하지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 투명한 기관의 투과 현상을 이용하는 기술분야 전반에 본 발명의 요철부가 형성된 기관을 동일하게 적용할 수 있음은 자명할 것이다.
- [39] 제1 실시예
- [40] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관의 제조 공정을 나타내는 도면이다.
- [41] 먼저, 도 1을 참조하면, 기관(100)을 제공하는데 기관(100)의 재질은 광을 투과할 수 있는 투명 재질일 수 있다. 일 예로 글래스 기관일 수 있는데, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 한편, 본 발명의 제조 공정을 적용하기 전에 기관(100)의 표면 이물을 제거하기 위해 일반적인 세정 공정을 수행할 수도 있다.
- [42] 이어서, 기관(100) 상의 표면에 텍스처링(texturing) 공정을 수행하여 거칠기를 형성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하여 기관(100) 상부 표면에 거칠기를 가지는 요철부(110)가 형성될 수 있다.
- [43] 이때, 샌드 블래스팅은 노즐(10)을 통해 소정의 압력으로 식각 입자를 분사하는 원리일 수 있는데, 노즐(10) 또는 기관(100)이 이동하면서 기관(100)의 전면적에 걸쳐 샌드 블래스팅을 수행할 수 있다. 보다 바람직하게는, 다수개의 노즐(10)이 구비되어 대면적 기관에 효율적으로 요철부(110)를 형성할 수 있다. 이때, 기관(100) 상에는 샌드 블래스팅 단계에서 발생하는 기관의 조각 또는 식각제(예를 들면, 식각 입자)와 같은 잔류물(R)이 존재할 수 있는데, 이는 도 2를 참조한 세정 공정에 의해 제거될 수 있다.
- [44] 여기서, 텍스처링이란 태양전지의 기관에 입사되는 광이 투과되지 못하고 기관의 경계면에서 반사되는 광학적 손실을 방지하기 위한 것으로서, 기관의 표면을 거칠게 하여 요철 패턴(요철부)을 형성하는 것이다. 이러한 샌드 블래스팅에는 식각 입자를 압축 공기로 분사하여 식각하는 건식 블래스팅과 액체와 함께 식각 입자를 분사하여 식각하는 습식 블래스팅을 모두 포함하는 의미이다.
- [45] 한편, 본 발명의 샌드 블래스팅에 사용되는 식각 입자는 모래, 작은 금속과 같이 물리적 충격으로 기관에 요철을 형성시킬 수 있는 입자를 제한 없이 사용할 수 있다. 일례로, Al_2O_3 로 구성된 식각 입자를 이용할 수 있다.
- [46] 또한, 본 실시예에서 도시되지는 않았지만, 정형화된 패턴을 정밀하게 형성하기 위하여 기관(100) 상에 소정의 패턴을 가지는 마스크가 위치될 수 있는데, 이러한 마스크는 감광성 물질을 이용한 공지된 PR(photoresist) 마스크를 형성하여 사용할 수 있고, 또 다른 방식으로는 금속 마스크를 정렬하여 사용할

수도 있다.

- [47] 다음으로, 도 2를 참조하면, 기판(100) 상에 잔류물(R)을 제거하는 세정 공정을 수행할 수 있다.
- [48] 본 실시예에서는 화학적으로 잔류물(R)을 제거할 수 있는 세정제를 이용하여 세정 공정을 수행할 수 있다. 이러한 세정제는 잔류물(R)을 제거할 수 있는 공지의 세정제를 제한 없이 사용할 수 있는데, 일 예로 황산(H_2SO_4)과 과산화수소(H_2O_2)의 혼합액을 사용할 수 있다.
- [49] 또한, 본 실시예에서는 순수, 예를 들어 탈이온수(deionized water)를 이용한 워터 제트(water jet)를 이용하여 세정 공정을 수행할 수 있다. 이러한 워터 제트는 노즐을 통해 고압으로 물을 분사함으로써, 기판(100) 상에 형성된 잔류물(R)을 물리적으로 제거할 수 있다.
- [50] 또한, 본 실시예에서는 화학적인 세정과 물리적인 세정을 모두 사용할 수도 있다. 일 예로 황산(H_2SO_4)과 과산화수소(H_2O_2)의 혼합액을 사용하는 화학적 세정과 고압의 물을 사용하는 물리적 세정을 동시에 사용하여 잔류물(R)을 제거할 수 있다.
- [51] 다음으로, 도 3을 참조하면, 기판(100) 상에 습식 식각 공정을 수행하여 요철부(110)의 거칠기 및 경사각을 조절할 수 있다. 이러한 습식 식각 공정은 기판(예를 들어, 글래스 기판)을 식각할 수 있는 공지된 식각제를 제한 없이 사용할 수 있다. 일 예로 물(H_2O)과 불산(HF)의 혼합액을 식각제로 사용할 수 있다.
- [52] 이때, 기판(100)의 요철부(110)는 식각제의 화학적 반응에 의한 식각 작용으로 피크 투 피크(peak to peak) 값(거칠기 값)이 감소되고 요철부(110)의 경사가 완만해지게 된다. 이 과정에서 도 3의 요철부(110)의 거칠기는 도 2와 비교하여 감소될 수 있다.
- [53] 다음으로, 도 4를 참조하면, 기판(100) 상에 고온의 열처리 공정을 수행하여 요철부(110)의 경사각을 더 조절할 수 있다. 보다 자세하게 설명하면, 물질의 상태가 전이(변화)될 수 있는 물질 고유의 전이 온도 이상으로 열처리함으로써, 기판(100)의 요철부(110)가 용융되어서 완만하게 변형되게 할 수 있다. 특히, 본 발명의 열처리 과정에서 요철부(110)의 샤프(sharp)한 첨단부가 제거되어 요철부(110)의 전체적인 경사가 더욱 완만해질 수 있다.
- [54] 이러한 열처리 공정은 $550^{\circ}C$ 내지 $750^{\circ}C$ 의 고온에서 수행하는 것이 바람직하다. 이는 $550^{\circ}C$ 이상의 고온을 처리하는 것은 일반적인 글래스 기판의 전이 온도가 $550^{\circ}C$ 이상이기 때문이며, $750^{\circ}C$ 이하로 수행하는 것은 그 이상의 고온을 처리하면 글래스 기판 자체가 구부러지거나 늘어나게 되는 등 변형이 일어나서 글래스 기판 상에 제조되는 소자의 신뢰성을 보장할 수 없기 때문이다. 또한, 열처리시 질소 분위기를 유지시켜 외부 공기나 수분이 유입되지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- [55] 한편, 상기와 같은 기판 제조 방법에서 수행되는 각각의 단계는 기재된

순서대로 모두 수행될 수 있지만, 텍스처링 공정 후 필요한 단계만을 선택적으로 수행할 수 있다.

[56] 상기와 같은 본 발명의 제1 실시예에 따른 기판 제조 방법을 통해 기판(100) 표면에 잔류물(R)이 없으며, 거칠기 작고 완만한 경사를 가지는 요철부(110)가 형성된 기판(100)을 구현할 수 있다. 이때, 기판(100)에 입사되는 광이 요철부(110) 표면에서 한번 반사된 후 재반사 되어 투과될 수 있기 때문에 기판(100)의 광 투과율 또는 광 수집율을 향상시킬 수 있다.

[57] 이하에서는 이상에서 설명된 본 발명의 제1 실시예의 보다 상세한 이해를 돕기 위하여, 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 1-3을 제시한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐이며 본 발명이 하기의 실험예에 의해 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다.

[58] [비교예 1]

[59] 이하의 비교예 1에서는 본 발명의 제1 실시예에서 설명된 텍스처링 공정을 수행한 후 기판(100)의 표면과 광 투과율을 분석하는 과정을 실시하였다.

[60] 먼저, 기판(100) 상에 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하였다. 기판(100) 상의 200 mm의 분사 거리에서 800 메쉬(mesh) 크기의 알루미나(Al_2O_3)로 구성된 식각 입자를 이용하여 1.0 kg/m^2 의 분사 압력으로 건식 샌드 블래스팅을 수행하여 요철부(110)를 형성하였다. 이어서, 기판(100) 상에 형성된 요철부(110)를 SEM(scanning electron microscope)과 AFM(atomic force microscope)으로 촬영하였다. 또한, 요철부(110)가 형성된 기판(100)의 반대측에서 광을 조사하여 요철부(110)가 형성된 기판(100) 측에서의 광 투과율을 측정하였다.

[61] [실험예 1-1]

[62] 이하의 실험예 1-1에서는 본 발명의 제1 실시예에서 설명된 텍스처링 공정 및 습식 식각 공정을 수행한 후 기판(100)의 표면과 광 투과율을 분석하는 과정을 실시하였다.

[63] 먼저, 기판(100) 상에 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하였는데, 샌드 블래스팅 조건은 비교예1과 동일하였다. 이어서, 샌드 블래스팅에 의해 형성된 요철부(110)의 형상을 조절하기 위한 습식 식각 공정을 수행하였는데, 물(H_2O)과 불산(HF)을 5:1로 혼합한 식각액을 이용하여 기판(100)의 표면을 식각하였다. 이어서, 비교예 1과 동일하게 기판(100) 상에 형성된 요철부(110)를 SEM과 AFM으로 촬영하고, 기판(100)의 광 투과율을 측정하였다.

[64] [실험예 1-2]

[65] 이하의 실험예 1-2에서는 본 발명의 제1 실시예에서 설명된 텍스처링 공정, 세정 공정 및 습식 식각 공정을 수행한 후 기판(100)의 표면과 광 투과율을 분석하는 과정을 실시하였다.

[66] 먼저, 기판(100) 상에 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하였는데, 샌드 블래스팅 조건은 비교예 1과 동일하였다. 이어서, 샌드 블래스팅에 의해 형성된

요철부(110)에 남아있는 잔류물을 제거하기 위한 세정 공정을 수행하였는데, 황산(H_2SO_4)과 과산화수소(H_2O_2)를 4:1로 혼합한 식각액으로 15분간 세정하였다. 이어서, 세정된 요철부(110)의 형상을 조절하기 위한 습식 식각 공정을 수행하였는데, 식각 조건은 실험예 1-1과 동일하였다. 이어서, 비교예 1과 동일하게 기판(100) 상에 형성된 요철부(110)를 SEM과 AFM으로 촬영하고, 기판(100)의 광 투과율을 측정하였다.

[67] [실험예 1-3]

[68] 이하의 실험예 1-3에서는 본 발명의 제1 실시예에서 설명된 텍스처링 공정, 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 수행한 후 기판(100)의 표면과 광 투과율을 분석하는 과정을 실시하였다.

[69] 먼저, 기판(100) 상에 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하였는데, 샌드 블래스팅 조건은 비교예 1과 동일하였다. 이어서, 샌드 블래스팅에 의해 형성된 요철부(110)에 남아있는 잔류물을 제거하기 위한 세정 공정을 수행하였는데, 세정 조건은 실험예 1-2와 동일하였다. 이어서, 세정된 요철부(110)의 형상을 조절하기 위한 습식 식각 공정을 수행하였는데, 식각 조건은 실험예 1-1과 동일하였다.

[70] 이어서, 식각된 요철부(110)의 형상을 조절하기 위한 열처리 공정을 수행하였는데, N_2 분위기에서 650°C 로 1 시간 동안 기판(100)을 가열하였다. 이어서, 비교예 1과 동일하게 기판(100) 상에 형성된 요철부(110)를 SEM과 AFM으로 촬영하고, 기판(100)의 광 투과율을 측정하였다.

[71] 이상의 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3의 제조 과정에 의하여 제조된 기판(100)의 표면과 광 투과율의 분석 결과는 도 5 내지 도 7을 참조한 이하의 설명에서 명확해질 것이다.

[72] 도 5는 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 기판의 표면을 AFM으로 촬영한 사진이다.

[73] 도 6은 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 기판의 표면을 SEM으로 촬영한 사진이다.

[74] 도 5 및 도 6을 참조하면, 비교예 1에 의한 기판(100)의 요철부(110)는 피크 투 피크(peak to peak) 값과 경사(백색 영역이 좁음)가 큰 것, 즉 요철부(110)의 거칠기가 큰 것을 확인할 수 있다. 반면에, 실험예 1-1, 실험예 1-2, 실험예 1-3의 순서로 기판(100)의 요철부(110)는 피크 투 피크(peak to peak) 값이 작아지고 경사가 완만(백색 영역이 증가함)해지는 것, 즉 요철부(110)의 거칠기가 작아지는 것을 확인할 수 있다.

[75] 따라서, 종래의 기판 제조 방법인 샌드 블래스팅만을 수행한 비교예 1이 가장 거칠기가 큰 요철부(110)를 형성하게 되며, 본 발명에 의한 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 모두 수행한 실험예 1-3이 가장 거칠기가 작은 요철부(110)를 형성함을 알 수 있다.

[76] 도 7은 비교예 1 및 실험예 1-1 내지 실험예 1-3에 의한 기판의 파장대별 광

투과율을 나타내는 그래프이다.

[77] 도 7을 참조하면, 비교예 1의 광 투과율이 가장 낮고 실험예 1-1, 실험예 1-2, 실험예 1-3의 순서로 광 투과율이 큰 것을 알 수 있다.

[78] 일 예로, 600nm 파장대를 비교해 보면, 비교예 1의 광 투과율은 대략 87.5% 정도이나, 실험예 1-1은 대략 90%, 실험예 1-2는 대략 92%, 실험예 1-3은 대략 93.5%로 실험예 1-3이 가장 우수한 광 투과율을 나타냄을 확인할 수 있다.

[79] 따라서, 종래의 기관 제조 방법인 샌드 블래스팅만을 수행한 비교예 1이 광 투과율이 가장 나쁘고, 본 발명에 의한 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 모두 수행한 실험예 1-3의 광 투과율이 가장 우수함을 알 수 있다.

[80] 제2 실시예

[81] 이하의 본 발명의 제2 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관은 세정 공정을 제외한 다른 구성이 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관과 모두 동일하다. 따라서, 이하의 본 실시예에서는 본 발명의 제1 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[82] 먼저, 본 실시예에서는, 상술된 본 발명의 제1 실시예에 따른 텍스처링 공정을 동일하게 수행하여 기관(100)의 표면에 요철부(110)를 형성할 수 있다.

[83] 이어서, 기관(100) 상에 잔류물(R)을 제거하는 세정 공정을 수행할 수 있다. 이러한 세정 공정은 잔류물(R)을 화학적으로 제거함과 동시에 물리적으로 제거하는 세정 방법을 제한 없이 사용할 수 있다. 이때, 화학적인 세정액에 물리적인 초음파를 인가하여 세정 공정을 수행할 수 있는데, 이러한 세정액은 기관(100) 상의 잔류물(R)과 화학적으로 반응하여 양호한 세정을 수행할 수 있다. 세정액에 인가되는 초음파는 미세 기포가 단시간 동안 생성/소멸되는 공동 현상(cavitation) 및 세정액의 분자를 가속시키는 물리적인 작용을 야기시켜 더 양호한 세정을 수행할 수 있다.

[84] 일 예로, 세정액은 수산화암모늄(NH_4OH)과 순수한 물(순수; DIW)로 구성된 혼합액을 사용할 수 있는데, 보다 양호한 세정 효과를 얻기 위해서는 세정액을 상온 보다 높은 온도로 가열하고, 출력이 높은 초음파를 사용하는 것이 바람직하다. 이는 세정액의 온도와 초음파의 출력이 증가할수록 세정 공정의 시간은 감소할 수 있기 때문이다.

[85] 이어서, 상술된 본 발명의 제1 실시예에 따른 화학적 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 동일하게 수행할 수 있다.

[86] 상기와 같은 본 발명의 제2 실시예에 따른 기관 제조 방법을 통해 기관(100) 표면에 잔류물(R)이 없으며, 거칠기 작고 완만한 경사를 가지는 요철부(110)가 형성된 기관(100)을 구현할 수 있다. 이때, 기관(100)에 입사되는 광이 요철부(110) 표면에서 한번 반사된 후 재반사 되어 투과될 수 있기 때문에 기관(100)의 광 투과율 또는 광 수집율을 향상시킬 수 있다.

[87] 이하에서는 이상에서 설명된 본 발명의 제2 실시예의 보다 상세한 이해를 돕기 위하여, 비교예 2 및 실험예 2를 제시한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의

이해를 돕기 위한 것일 뿐이며 본 발명이 하기의 실험예에 의해 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다.

[88] [비교예 2]

[89] 이하의 비교예 2에서는 본 발명의 제2 실시예에서 설명된 텍스처링 공정, 상온에서의 세정 공정을 수행한 후 기관(100)의 표면을 분석하는 과정을 실시하였다.

[90] 먼저, 기관(100) 상에 텍스처링 공정으로 샌드 블래스팅을 수행하였는데, 샌드 블래스팅 조건은 비교예 1과 동일하였다. 이어서, 샌드 블래스팅에 의해 형성된 요철부(110)에 남아있는 잔류물(R)을 제거하기 위한 세정 공정을 수행하였다. 이때, 수산화암모늄(NH_4OH)과 순수(deionized water)를 1:10으로 혼합한 상온의 세정액에 수십 kHz 주파수 범위의 저출력 초음파를 인가하면서 10분간 세정하였다. 이어서, 기관(100)의 표면을 광학 현미경으로 촬영하였다.

[91] [실험예 2]

[92] 이하의 실험예 2에서는 본 발명의 제2 실시예에서 설명된 텍스처링 공정, 고온에서의 세정 공정을 수행한 후 기관(100)의 표면을 분석하는 과정을 실시하였다. 실험예 2의 기관(100) 제조 과정은 세정 공정시 세정액의 온도가 65°C 이고 인가되는 초음파의 주파수가 수십 MHz 범위의 고출력 주파수인 것을 제외하면 모두 동일하였다.

[93] 이상의 비교예 2 및 실험예 2의 제조 과정에 의하여 제조된 기관(100)의 표면 분석 결과는 도 8을 참조한 이하의 설명에서 명확해질 것이다.

[94] 도 8은 비교예 2 및 실험예 2에 의한 기관의 표면을 광학 현미경으로 촬영한 사진이다.

[95] 도 8을 참조하면, 비교예 2에 의한 기관의 표면에는 도 8(A)에서와 같이 잔류물(R)이 완전히 제거되지 않고 존재하는 반면에, 실험예 2에 의한 기관의 표면에는 도 8(B)에서와 같이 잔류물(R)이 존재하지 않음을 확인할 수 있다.

[96] 이는 본 실시예에서 65°C 로 가열된 세정액과 수십 MHz 범위의 고출력 초음파를 이용하였기 때문이며, 이로부터 보다 양호한 세정 효과를 얻기 위해서는 세정액을 상온 보다 높은 온도로 가열하고, 초음파의 주파수 또는 출력을 증가시키는 것이 효율적임을 알 수 있다.

[97] 요철부가 형성된 기관을 이용한 태양전지

[98] 이하의 상세한 설명에서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관 상에 광전소자를 형성한 경우를 일 예로 설명하지만, 본 발명의 제2 실시예에 따른 요철부가 형성된 기관 상에도 이와 동일하게 광전소자를 형성하여 태양전지를 구현할 수 있다.

[99] 또한, 이하의 상세한 설명에서, 기관의 양면 중 요철부 형성된 면 상에 광전소자가 형성된 태양전지를 일례로 설명하지만, 기관의 양면 중 요철부가 형성된 면의 반대면 상에 광전소자가 형성된 태양전지도 구현할 수 있다.

[100] 도 9 내지 도 12는 본 발명의 제1 실시예에 따라 제조된 요철부가 형성된 기관을

이용한 태양전지의 제조 공정을 나타내는 도면이다.

- [101] 먼저, 도 9를 참조하면, 요철부(110)가 형성된 기판(100)을 준비한다. 이와 관련한 제조 과정은 본 발명의 제1 실시예에서 설명한 바와 동일하다.
- [102] 이어서, 기판(100) 상에는 전도성 재질의 하부전극(200)을 형성할 수 있다. 하부전극(200)의 소재는 접촉 저항이 낮으면서 투명한 성질을 갖는 투명전극인 TCO(transparent conductive oxide) 또는 금속전극을 사용할 수 있다.
- [103] 이때, 투명전극은 ITO(Indium-Tin-Oxide), AZO(ZnO:Al), GZO(ZnO:Ga), BZO(ZnO:B), FSO(SnO₂:F) 중 어느 하나일 수 있으며, 금속전극은 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 몰리브덴 텅스텐(MoW) 중 어느 하나이거나 이들의 합금인 것이 바람직하나, 반드시 이에 한정되지 않으며 통상적인 전도성 소재를 제한 없이 사용할 수 있다.
- [104] 이러한 하부전극(200)의 형성 방법으로는 열 증착법(Thermal Evaporation), 전자빔 증착법(E-beam Evaporation), 스퍼터링(sputtering)과 같은 물리기상 증착법(Physical Vapor Deposition: PVD) 및 LPCVD, PECVD, 금속유기 화학기상 증착법(Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD)과 같은 화학기상 증착법(Chemical Vapor Deposition: CVD)을 포함할 수 있다.
- [105] 다음으로, 도 10을 참조하면, 하부전극(200) 상에는 비정질 반도체층이 적층된 광전소자(300)를 형성하는데, 일 예로 3층의 비정질 실리콘층(310, 320, 330)이 형성될 수 있다.
- [106] 보다 상세하게 설명하면, 하부전극(200) 상에는 제1 비정질 실리콘층(310)을 형성하고, 이어서 제1 비정질 실리콘층(310) 상에는 제2 비정질 실리콘층(320)을 형성하고, 이어서 하부 제2 비정질 실리콘층(320) 상에는 제3 비정질 실리콘층(330)을 형성하여 하나의 광전소자(300)를 구성한다. 이때, 제1, 제2, 제3 비정질 실리콘층(310, 320, 330)의 형성 방법으로는 PECVD 또는 LPCVD와 같은 화학기상 증착법을 이용하여 형성할 수 있다.
- [107] 다음으로, 도 11을 참조하면, 제1, 제2, 제3 비정질 실리콘층(310, 320, 330)을 열처리하여 결정화하는 과정을 수행할 수 있다. 즉, 제1 비정질 실리콘층(310)은 제1 다결정 실리콘층(311)으로, 제2 비정질 실리콘층(320)은 제2 다결정 실리콘층(321)으로, 제3 비정질 실리콘층(330)은 제3 다결정 실리콘층(331)으로 각각 결정화한다. 결국, 하부전극(200) 상에는 제1, 제2, 제3 다결정 실리콘층(311, 321, 331)으로 구성되는 광전소자(300)가 형성된다.
- [108] 이러한 광전소자(300)는 다결정 실리콘층이 적층된 구조로 광이 수광되어 발생하는 광기전력으로 전력을 생산할 수 있는 p 형, i 형, n 형의 다결정 실리콘층이 순서대로 적층된 p-i-n 다이오드의 구조일 수 있다. 여기서 i 형은 불순물이 도핑되지 않은 진성(intrinsic)을 의미한다. 또한, n 형 또는 p 형 도핑은 비정질 실리콘층 형성시에 불순물을 인시츄(in situ) 방식으로 도핑하는 것이 바람직하다. P 형 도핑시 불순물로서는 보론(B)을 n 형 도핑시 불순물로서는 인(P) 또는 비소(As)를 사용하는 것이 일반적이나, 이에 한정되는 것은 아니며

공지된 기술을 제한 없이 사용할 수 있다.

- [109] 이때, 제1, 제2, 제3 비정질 실리콘층(310, 320, 330)의 결정화 방법은 SPC(Solid Phase Crystallization), ELA(Excimer Laser Annealing), SLS(Sequential Lateral Solidification), MIC(Metal Induced Crystallization), 및 MILC(Metal Induced Lateral Crystallization) 중 어느 하나의 방법을 사용할 수 있다. 상기의 비정질 실리콘의 결정화 방법은 공지의 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 본 명세서에서는 생략하기로 한다.
- [110] 한편, 상기에서는 제1, 제2, 제3 비정질 실리콘층(310, 320, 330)을 모두 형성한 후에 이들 층을 동시에 결정화시키는 것으로 설명하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 하나의 비정질 실리콘층 마다 결정화 공정을 별도로 진행할 수 있으며, 또한 두 개의 비정질 실리콘층은 동시에 결정화 공정을 진행하고 나머지 하나의 비정질 실리콘층은 별도로 결정화 공정을 진행할 수도 있다.
- [111] 또한, 도시되지는 않았지만 제1 다결정 실리콘층(311), 제2 다결정 실리콘층(321), 제3 다결정 실리콘층(331)은 다결정 실리콘의 성질을 보다 향상시키기 위하여 결함 제거 공정을 추가로 진행할 수 있다. 본 발명에서는 다결정 실리콘층을 고온 열처리하거나 수소 플라즈마 처리하여 다결정 실리콘층 내에 존재하는 결함(예를 들어, 불순물 및 덩글링 본드 등)을 제거할 수 있다.
- [112] 다음으로, 도 12를 참조하면, 광전소자(300) 상에는 전도성 재질의 상부전극(500)을 형성할 수 있다. 상부전극(500)의 소재는 ITO(Indium-Tin-Oxide) AZO(ZnO:Al), GZO(ZnO:Ga), BZO(ZnO:B), FSO(SnO₂:F) 중 어느 하나인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 이때, 상부전극(500)의 형성 방법으로는 스퍼터링과 같은 물리기상 증착법 및 LPCVD, PECVD, MOCVD와 같은 화학기상 증착법 등을 포함할 수 있다.
- [113] 따라서, 본 발명에 의하면, 기판(100) 상에 형성된 요철부(110)의 거칠기를 감소시키고 경사를 완만하게 하여, 기판(100)의 광 투과율 또는 광 수집율을 향상시켜서 태양전지의 광전 변환 효율을 증가시킬 수 있고, 동시에 기판(100)의 요철부(120) 상에 형성되는 하부전극(200)과의 계면 특성(부착력)을 향상시켜서 태양전지의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [114] 도 13 및 도 14는 본 발명의 제1 실시예에 따라 제조된 요철부가 형성된 기판을 이용한 다른 형태의 태양전지의 제조 공정을 나타내는 도면이다.
- [115] 먼저, 도 13을 참조하면, 이상에서 설명된 광전소자(300) 상에 다른 광전소자(400)가 더 형성될 수 있는데, 이러한 광전소자(400)는 비정질 반도체층이 적층된 구조로, 일 예로 3층의 비정질 실리콘층(410, 420, 430)이 형성될 수 있다.
- [116] 보다 상세하게 설명하면, 하부에 위치하는 광전소자(300) 상에는 제1 비정질 실리콘층(410)을 형성하고, 이어서 제1 비정질 실리콘층(410) 상에는 제2 비정질

실리콘층(420)을 형성하고, 이어서 제2 비정질 실리콘층(420) 상에는 제3 비정질 실리콘층(430)을 형성하여 광전소자(300)와 같은 p-i-n 다이오드의 구조의 다른 광전소자(400)가 구성될 수 있다. 이때, 제1, 제2, 제3 비정질 실리콘층(410, 420, 430)의 형성 방법으로는 PECVD 또는 LPCVD와 같은 화학기상 증착법을 이용하여 형성할 수 있다.

- [117] 다음으로, 도 14를 참조하면, 제3 비정질 반도체층(430) 상에는 투명 전도성 재질의 상부전극(500)을 형성할 수 있다. 상부전극(500)의 소재는 ITO, ZnO, IZO, AZO(ZnO:Al), FSO(SnO₂:F) 중 어느 하나인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상부전극(400)의 형성 방법으로는 스퍼터링과 같은 물리기상 증착법 및 LPCVD, PECVD, MOCVD와 같은 화학기상 증착법 등을 포함할 수 있다.
- [118] 한편, 도시되어 있지 않지만, 제3 다결정 실리콘층(331)과 제1 비정질 실리콘층(410) 사이에는 투명 전도성 재질의 연결층(버퍼층)이 추가로 형성될 수 있다. 이때, 연결층은 광을 투과시킬 수 있는 ITO(Indium-Tin-Oxide), AZO(ZnO:Al), GZO(ZnO:Ga), BZO(ZnO:B), FSO(SnO₂:F) 중 어느 하나일 수 있다.
- [119] 이러한 연결층은 제3 다결정 실리콘층(331)과 제1 비정질 실리콘층(410)간에 터널 접합(Tunnel Junction)이 이루어지게 하여서 그 결과 태양전지의 보다 양호한 광전 변환 효율을 기대할 수 있게 된다.
- [120] 이로써, 다결정 실리콘층으로 이루어진 다결정 광전소자(300)와 비정질 실리콘층으로 이루어진 비정질 광전소자(400)로 구성되는 탠덤 구조의 태양전지를 얻을 수 있다. 이때, 광전소자(300)는 다결정 실리콘층으로 이루어지기 때문에 장파장대 광에 대하여 광전 변환 효율이 양호하고, 광전소자(400)는 비정질 실리콘층으로 이루어지기 때문에 단파장대 광에 대하여 광전 변환 효율이 양호하다. 따라서, 본 발명에 따른 탠덤 구조의 태양전지는 다양한 파장대의 광을 흡수할 수 있어서 광전 변환 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [121] 이상의 상세한 설명에서는 광전소자(300, 400)로 적층된 탠덤(tandem) 구조를 일 예로 설명하였지만 필요에 따라 광전소자를 이중 이상으로 적층시킬 수도 있다. 또한, 광전소자(300, 400)는 p-i-n 형이 아닌 n-i-p형, p-n 형 또는 n-p형을 사용할 수도 있다.
- [122] 이하에서는 본 발명의 보다 상세한 이해를 돕기 위해 비교예 3 및 실험예 3-1 내지 3-3를 제시한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐이며 본 발명이 하기의 실험예에 의해 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다.
- [123] [비교예 3]
- [124] 이하의 비교예 3에서는 본 발명의 제1 실시예에서 설명된 텍스처링 공정, 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 수행한 기판(100)에 하부전극(200)을 형성한 후 하부전극(200)의 면저항을 분석하는 과정을 실시하였다.
- [125] 먼저, 비교예 3에서 요철부(110)과 형성된 기판(100)은 실험예 1-3과 동일한 조건의 공정을 거쳐서 준비하였다. 이어서, 기판(100) 상에 AZO(ZnO:Al)로

하부전극(200)을 형성하였다. 이어서, 면저항 측정기를 이용하여 하부전극(200)의 면저항을 측정하였다.

[126] [실험예 3-1]

[127] 이하의 실험예 3-1에서는 비교예 3에서 제조된 기판(100) 상에서 i 형 비정질 실리콘층(320)을 i 형 다결정 실리콘층(321)으로 결정화시킨 후, 하부전극(200)의 면저항을 분석하는 과정을 실시하였다.

[128] 먼저, 기판(100) 상에 형성된 하부전극(200) 상에 i 형 비정질 실리콘층(320)을 형성하였다. 이어서, 고상 결정화(SPC)법을 이용하여 600°C에서 1시간 열처리하여 i 형 비정질 실리콘층(320)을 i 형 다결정 실리콘층(321)으로 결정화하였다. 이어서, i 형 다결정 실리콘층(321)을 식각하여 제거한 후, 하부전극(200)에 면저항 측정기의 프로브를 접촉하여 면저항을 측정하였다.

[129] [실험예 3-2]

[130] 이하의 실험예 3-2에서는 비교예 3에서 제조된 기판(100) 상에서 p 형 비정질 실리콘층(310)을 p 형 다결정 실리콘층(311)으로 결정화시킨 후, 하부전극(200)의 면저항을 측정하는 과정을 실시하였다. 이외의 과정은 [실험예 3-1]과 동일하였다.

[131] [실험예 3-3]

[132] 이하의 실험예 3-3에서는 비교예 3에서 제조된 기판(100) 상에서 n 형 비정질 실리콘층(330)을 n 형 다결정 실리콘층(331)으로 결정화시킨 후, 하부전극(200)의 면저항을 측정하는 과정을 실시하였다. 이외의 과정은 실험예 3-1과 동일하였다.

[133] 이상의 비교예 3 및 실험예 3-1 내지 실험예 3-3에서 측정된 하부전극(200)의 면저항은 표 1을 참조한 이하의 설명에서 명확해질 것이다.

[134] 표 1은 비교예 3 및 실험예 3-1 내지 실험예 3-3에 의해 측정된 하부전극(200)의 면저항값이다.

[135] 표 1

	실험예 3-1	실험예 3-2	실험예 3-3	비교예 3
면저항(ohm/sq)	17	18	15	30

[136] 표 1을 참조하면, 비교예 3의 면저항값 보다 i 형, p 형, n 형 비정질 실리콘층의 결정화 후인 실험예 3-1, 실험예 3-2, 실험예 3-3의 면저항값이 더 작은 것을 확인할 수 있다. 따라서, 태양전지 제조를 위하여 고온에서 수행되는 비정질 실리콘층의 결정화 과정을 거쳐도 하부전극(200)이 손상되지 않음을 알 수 있다.

[137] 이는 본 발명에 의한 세정 공정, 습식 식각 공정 및 열처리 공정을 통해 기판(100)의 표면에 형성된 요철부(110)는 거칠기가 작고 경사가 완만하기 때문에 기판(100) 상에서 하부전극(200)의 부착력을 증가시켜 박리를 방지할 뿐만 아니라, 고온에서도 하부전극(200)이 변형되거나 손상되는 것을 방지할 수 있다.

- [138] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 기관의 표면에 요철부를 형성하는 텍스처링 단계; 및
상기 요철부가 형성된 기관을 화학적으로 식각하는 습식 식각
단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 2] 기관의 표면에 요철부를 형성하는 텍스처링 단계; 및
상기 요철부가 형성된 기관을 열처리 하는 열처리 단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 텍스처링 단계와 상기 습식 식각 단계 사이에는 상기
텍스처링 단계에서 발생하는 잔류물을 제거하는 세정 단계를 더
수행하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 습식 식각 단계 이후에는 상기 요철부가 형성된 기관을
열처리 하는 열처리 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는 기관
제조 방법.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 텍스처링 단계와 상기 열처리 단계 사이에는 상기 텍스처링
단계에서 발생하는 잔류물을 제거하는 세정 단계를 더 수행하는
것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 세정 단계와 상기 열처리 단계 사이에는 상기 요철부가
형성된 기관을 화학적으로 식각하는 습식 식각 단계를 더
수행하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 7] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 텍스처링은 샌드 블래스팅으로 수행하는 것을 특징으로 하는
기관 제조 방법.
- [청구항 8] 제3항 또는 제5항에 있어서,
상기 세정은 황산(H_2SO_4)과 과산화수소(H_2O_2)의 혼합액을
사용하는 화학적 세정 또는 고압의 물을 사용하는 물리적 세정 중
적어도 어느 하나로 수행하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 9] 제3항 또는 제5항에 있어서,
상기 세정은 상기 텍스처링 단계에서 발생하는 잔류물을
화학적으로 제거함과 동시에 물리적으로 제거하는 것을 특징으로
하는 기관 제조 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 세정은 세정액에 초음파를 인가하여 수행하는 것을 특징으로

- 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 세정액은 수산화암모늄(NH_4OH)과 순수(DIW)의 혼합액인 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 12] 제1항 또는 제6항에 있어서,
상기 습식 식각 단계에서 식각액은 물(H_2O)과 불산(HF)의 혼합액인 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 13] 제2항 또는 제4항에 있어서,
상기 열처리하는 질소(N_2) 분위기에서 550°C 내지 750°C 의 온도로 수행하는 것을 특징으로 하는 기관 제조 방법.
- [청구항 14] (a) 제1항 또는 제2항 중 어느 하나의 방법으로 제조된 요철부가 형성된 기관을 준비하는 단계;
(b) 상기 기관의 상기 요철부 상에 하부전극을 형성하는 단계;
(c) 상기 하부전극 상에 비정질 반도체층이 적층된 광전소자를 형성하는 단계;
(d) 상기 비정질 반도체층을 열처리하여 다결정 반도체층으로 결정화하는 단계; 및
(e) 상기 다결정 반도체층 상에 상부전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 광전소자를 형성하는 단계는 상기 하부전극 상에 제1 비정질 반도체층을 형성하는 단계; 상기 제1 비정질 반도체층 상에 제2 비정질 반도체층을 형성하는 단계; 및 상기 제2 비정질 반도체층 상에 제3 비정질 반도체층을 형성하는 단계를 포함하고,
상기 결정화 단계에서 상기 제1, 제2, 제3 비정질 반도체층은 제1, 제2, 제3 다결정 반도체층으로 결정화되는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.
- [청구항 16] 제14항에 있어서,
상기 (d) 단계와 상기 (e) 단계 사이에는 상기 광전소자 상에 다른 광전소자를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,
상기 광전소자와 상기 다른 광전소자 사이에는 투명전도체인 연결층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.
- [청구항 18] 제14항에 있어서,
상기 하부전극은 투명전극 또는 금속전극이고, 상기 투명전극은 ITO(Indium-Tin-Oxide), AZO($\text{ZnO}:\text{Al}$), GZO($\text{ZnO}:\text{Ga}$), BZO($\text{ZnO}:\text{B}$),

FSO($\text{SnO}_2\text{:F}$) 중 어느 하나이며, 상기 금속전극은 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 몰리텅스텐(MoW) 중 어느 하나이거나 이들의 합금인 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.

[청구항 19]

제14항에 있어서,

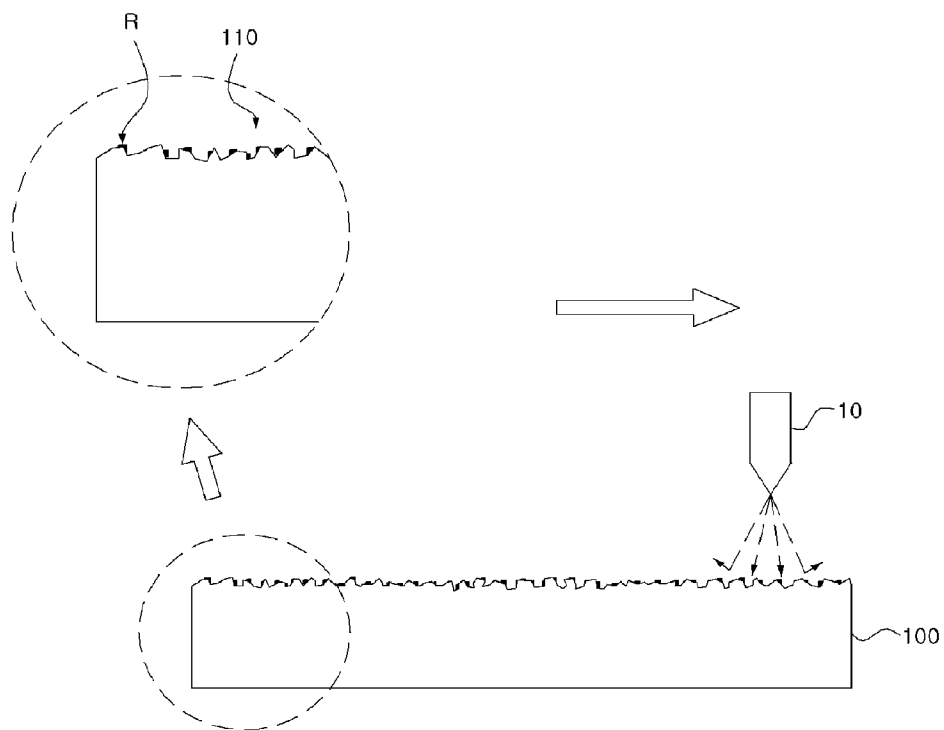
상기 결정화는 SPC(Solid Phase Crystallization), ELA(Excimer Laser Annealing), SLS(Sequential Lateral Solidification), MIC(Metal Induced Crystallization), 및 MILC(Metal Induced Lateral Crystallization) 중 어느 하나의 방법으로 수행하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조방법.

[청구항 20]

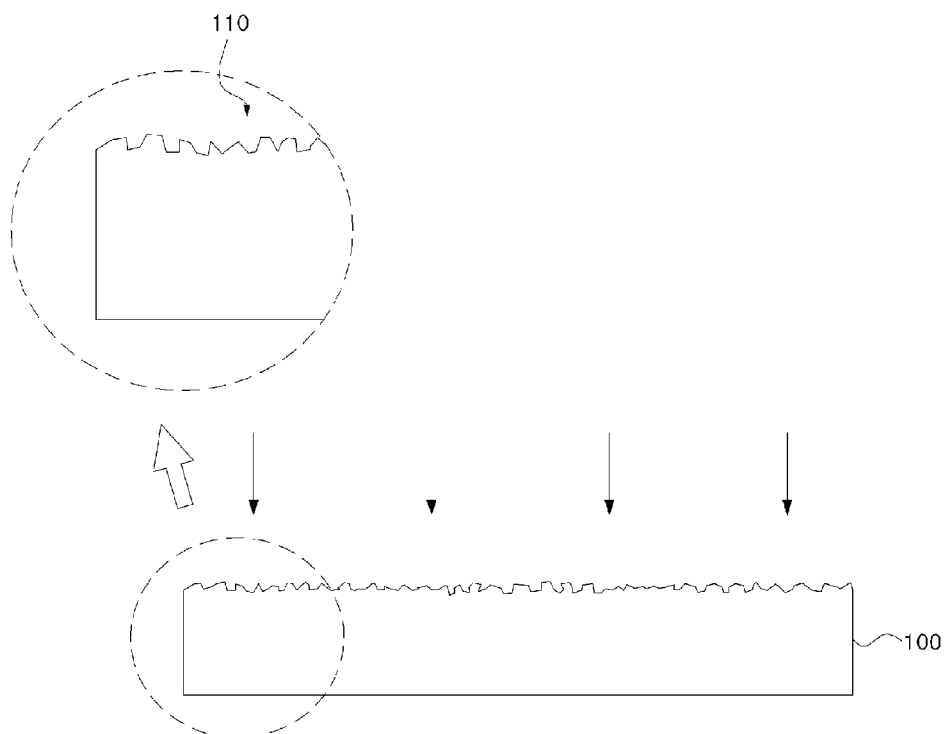
제15항에 있어서,

상기 비정질 반도체층은 비정질 실리콘층이고, 상기 다결정 반도체층은 다결정 실리콘층인 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 방법.

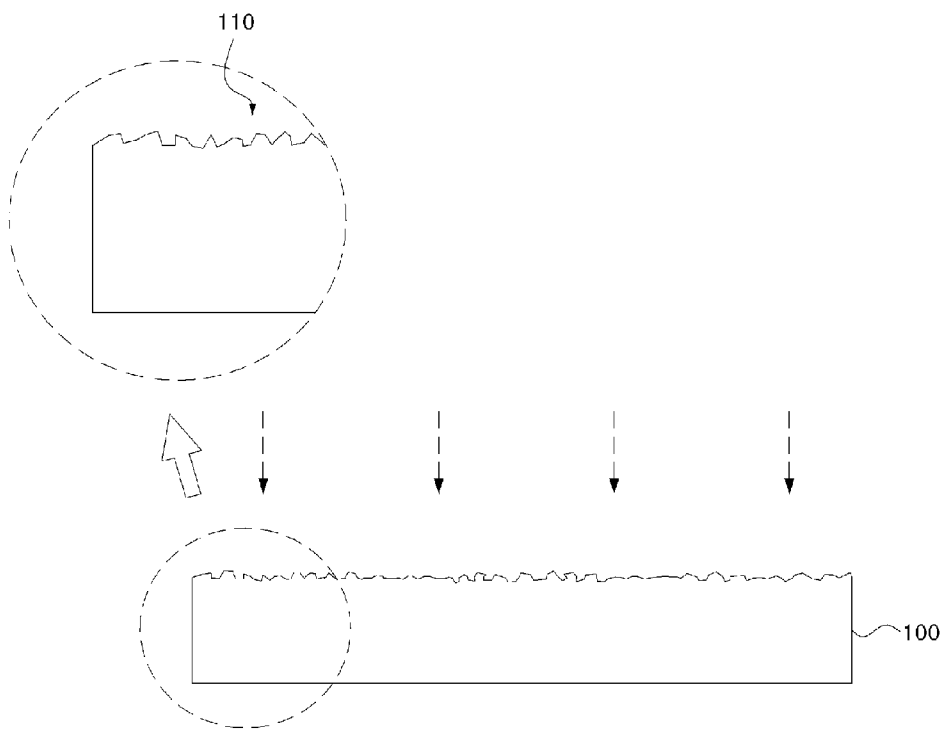
[Fig. 1]



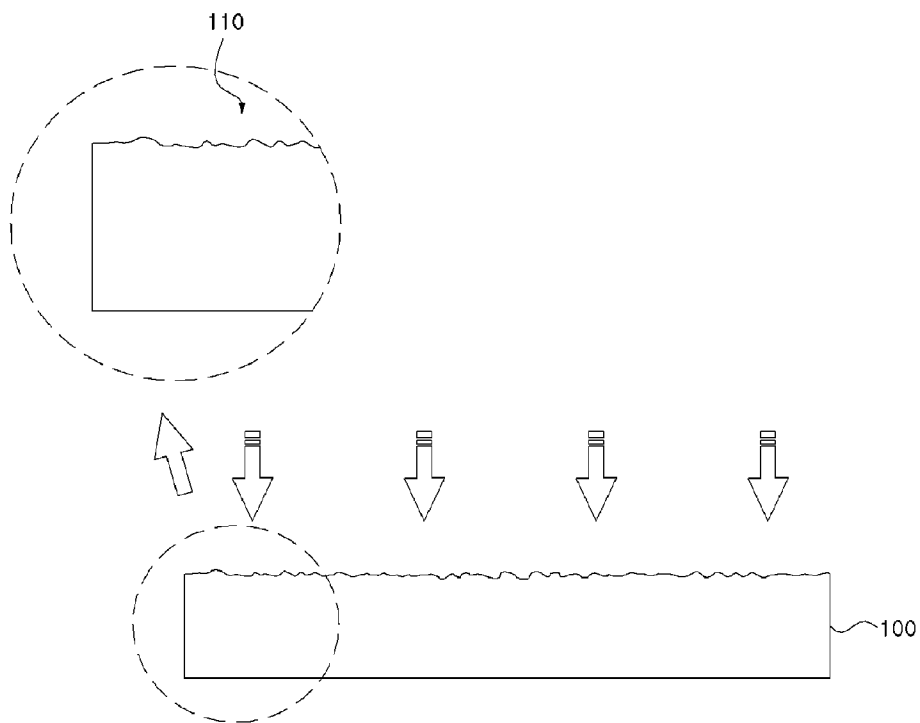
[Fig. 2]



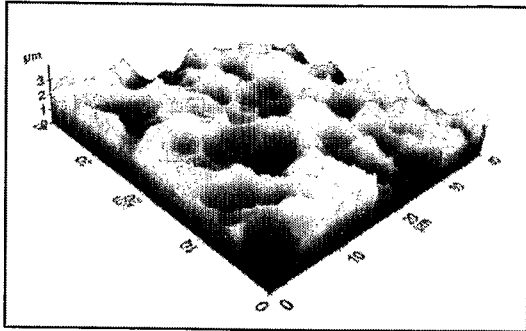
[Fig. 3]



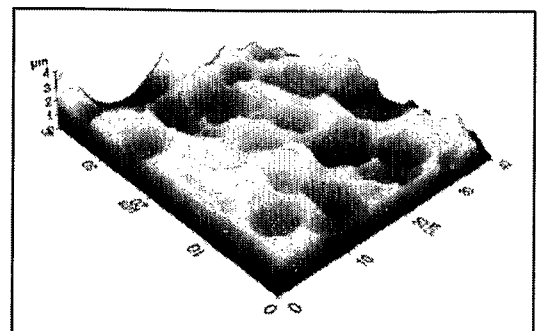
[Fig. 4]



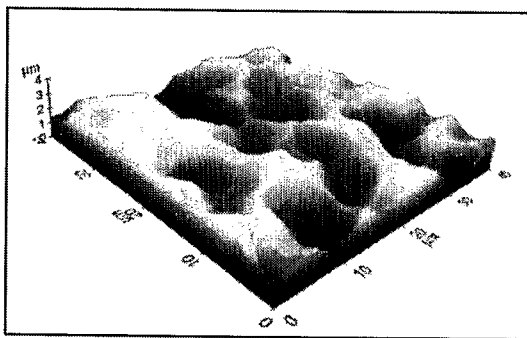
【Fig. 5】



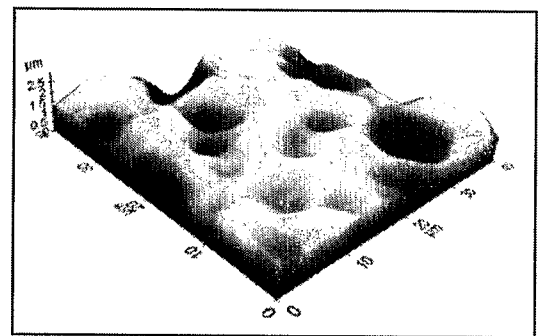
비교예 1



실험예 1-1



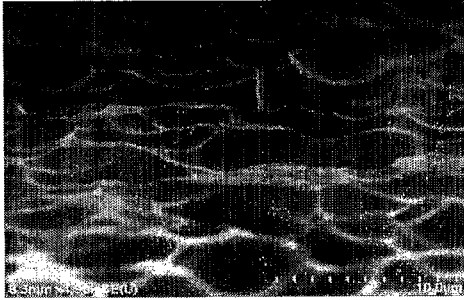
실험예 1-2



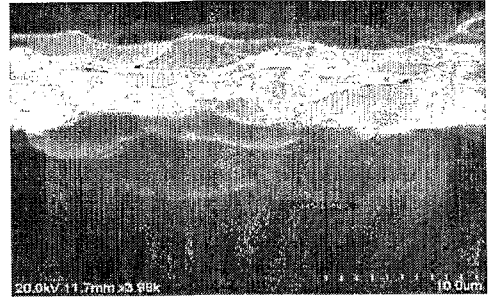
실험예 1-3

4/9

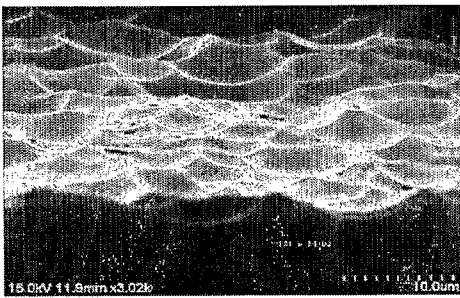
【Fig. 6】



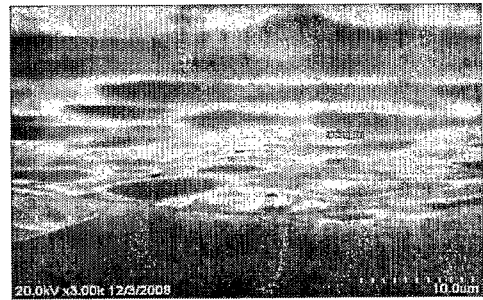
비교예 1



실험예 1-1

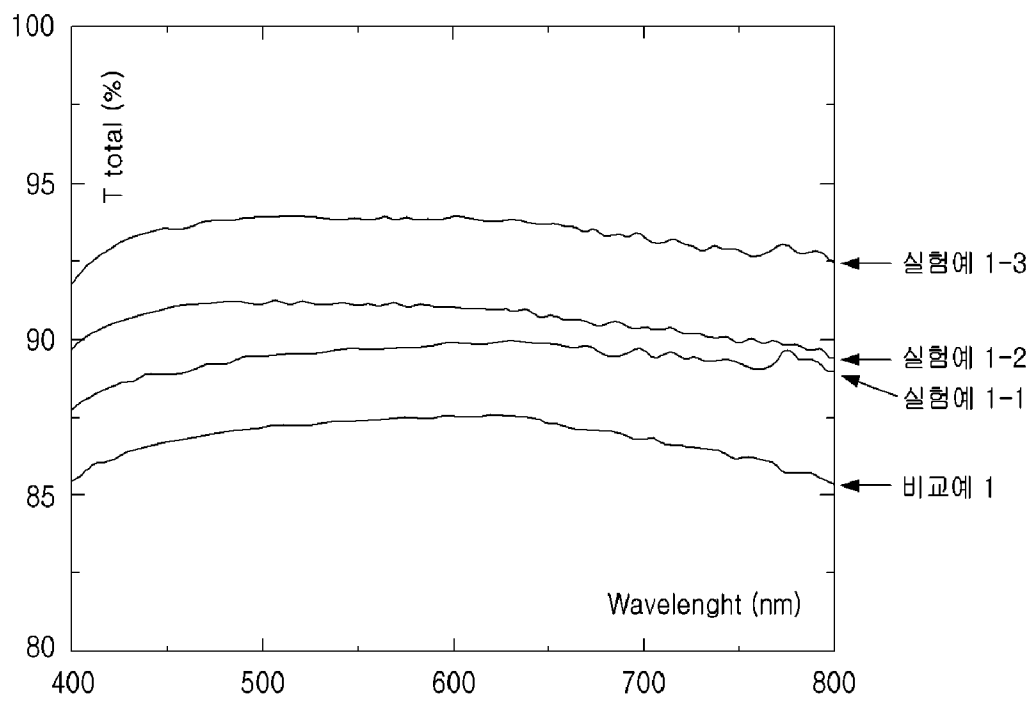


실험예 1-2

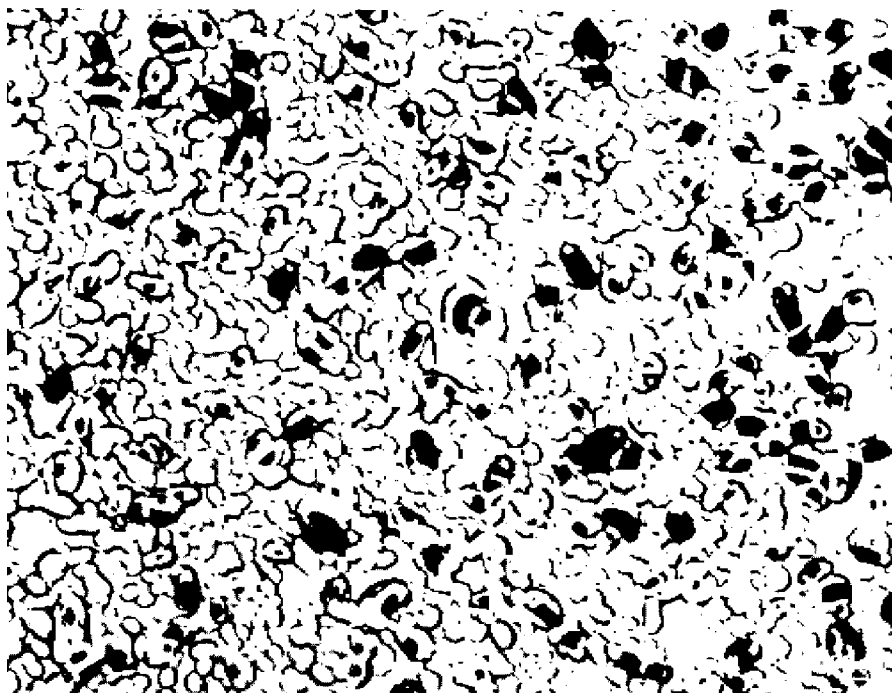
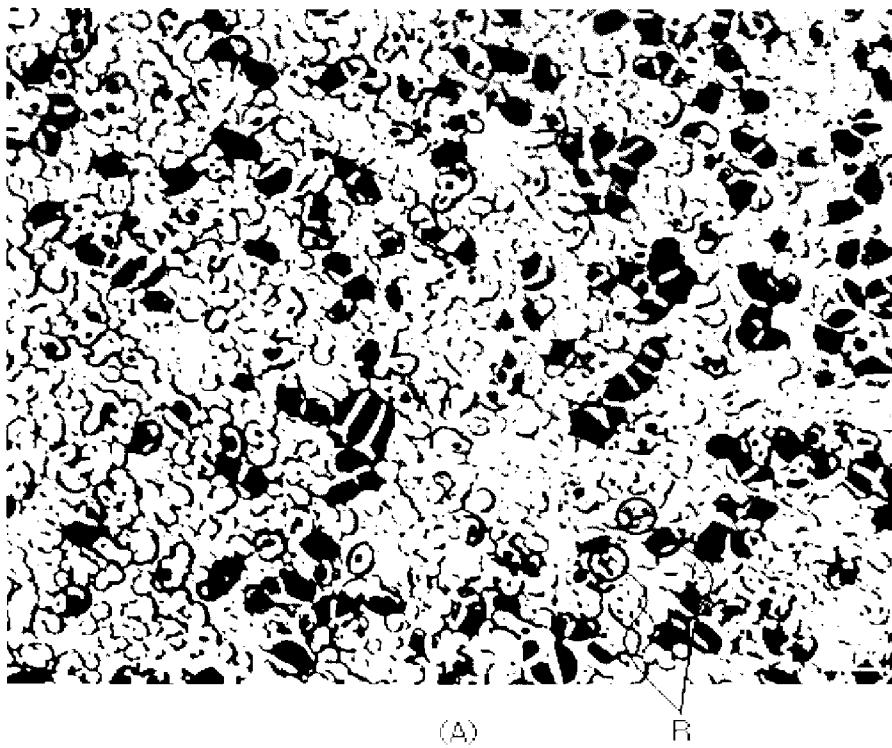


실험예 1-3

[Fig. 7]

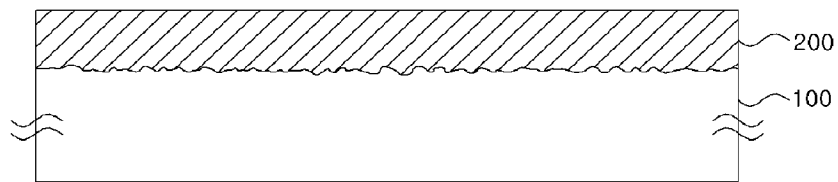


[Fig. 8]

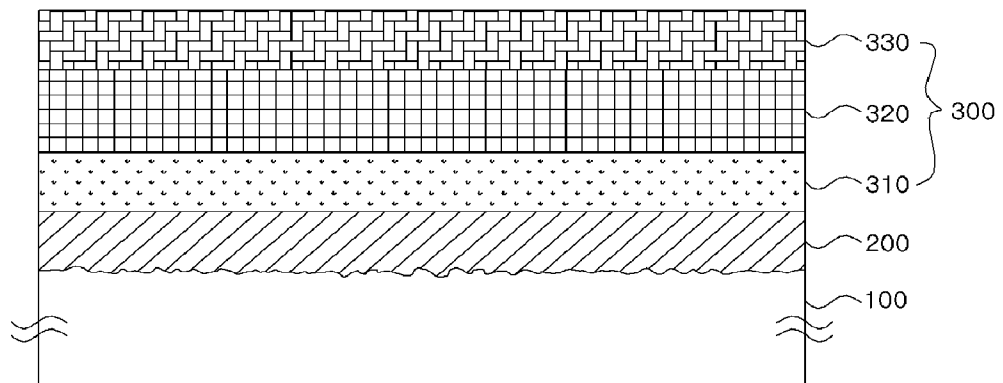


(B)

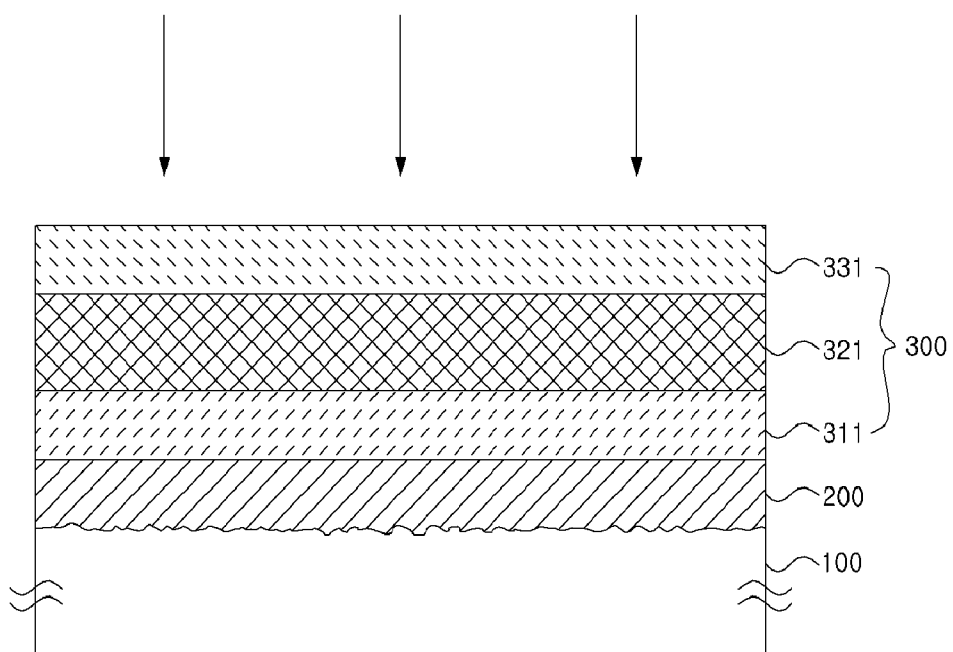
[Fig. 9]



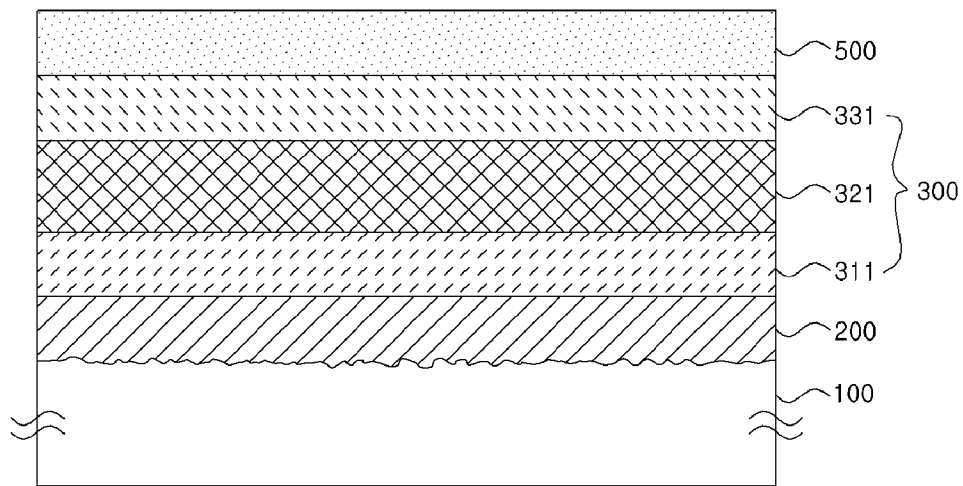
[Fig. 10]



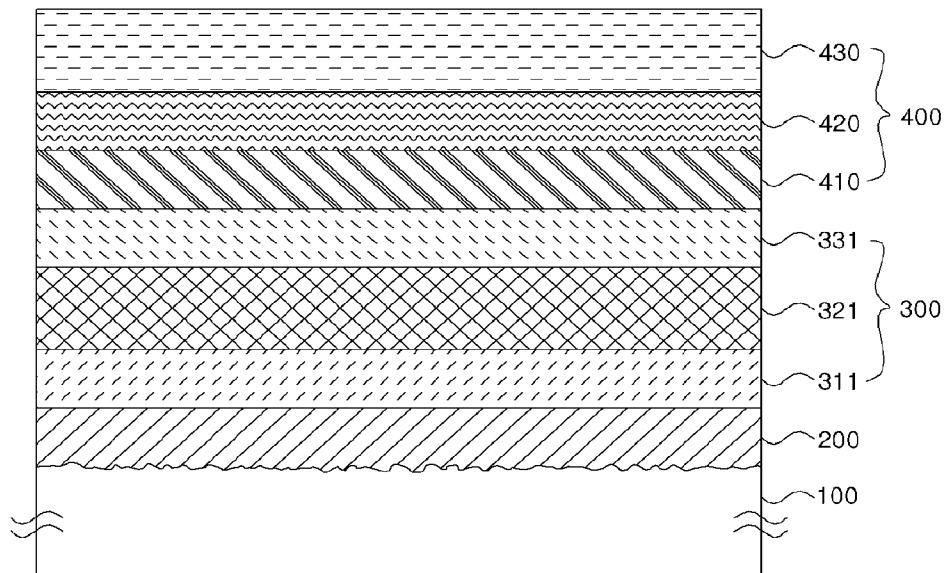
[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]

