

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2012년 11월 1일 (01.11.2012)



(10) 국제공개번호  
WO 2012/148191 A2

- (51) 국제특허분류: H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)  
H01L 31/042 (2006.01)
  - (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003242
  - (22) 국제출원일: 2012년 4월 26일 (26.04.2012)
  - (25) 출원언어: 한국어
  - (26) 공개언어: 한국어
  - (30) 우선권정보: 10-2011-0039105 2011년 4월 26일 (26.04.2011) KR
  - (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엔젯(주) (ENJET CO. LTD)** [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 성균관대학교 제 1 종합연구동 81501, 440-330 Gyeonggi-do (KR).
  - (72) 발명자; **결**
  - (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **변도영 (BYUN, Do Young)** [KR/KR]; 서울특별시 서초구 반포동 반포자이 아파트 134-302, 137-040 Seoul (KR).
  - (74) 대리인: **조영현 (CHO, Young Hyun)**; 서울특별시 서초구 서운로 3 (서초동) 경목빌딩 8층 (대주국제특허법률사무소), 137-070 Seoul (KR).
  - (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:**  
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

WO 2012/148191 A2

(54) Title: METHOD FOR FORMING FRONT ELECTRODE OF SOLAR CELL

(54) 발명의 명칭 : 태양전지의 전면전극 형성방법

(57) Abstract: The method for forming a front electrode of a solar cell according to the present invention relates to a process whereby a front electrode is formed on the surface of a semiconductor layer of a solar cell. The method for forming a front electrode on the front surface of the semiconductor layer of a solar cell, comprises the steps of: printing an electrode solution on the front surface of the semiconductor layer for forming the electrode; and hardening said electrode solution such that said electrode solution printed on said semiconductor layer by said electrode-forming step configures said front electrode. Said electrode solution is formed by mixing a bonding agent for bonding said semiconductor layer and said metal, and the metal for forming said front electrode. Said electrode-forming step provides an electric charge to said electrode solution by means of the electric energy applied by one or more electrohydrodynamic (EHD) inkjet printing operations, and discharges said electrically-charged electrode solution from a nozzle by means of an electrostatic force.

(57) 요약서: 본 발명에 따른 태양전지의 전면전극 형성방법은 태양전지의 반도체층 전면에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 태양전지의 반도체층 전면에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반도체층의 전면에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반도체층 상에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전극용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 태양전지의 전면전극 형성방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 태양전지의 전면전극 형성방법에 관한 것으로, 좀더 자세하게는, 반사방지막을 에칭하는 단계에서 에칭용액을 인쇄하거나, 전면전극 형성을 위한 전극용액 또는 전도성용액을 인쇄할 때, 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 용액이 인쇄됨으로써, 태양전지의 반도체층 상에 인쇄되는 전면전극의 폭을 줄여 고종횡비의 전면전극을 마련할 수 있고, 태양전지로 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있도록 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 최근 들어 세계적인 고유가 행진과 화석연료 고갈에 대응하기 위하여 대체에너지원 발굴에 대한 필요성이 높아지고 있다. 아울러 지구 온난화를 방지하기 위한 기후 조약 발효에 이어 우리나라도 2013년부터 포스트 교토의정서 국제협약에 기준한 대기오염 해소 및 이산화탄소 가스 감축 등을 위한 정부차원의 대응방안 마련이 요구되고 있다.
- [3] 대체에너지원 중 태양광은 지구상의 인류가 사용하는 총 에너지의 10,000배에 해당되는 분량으로써, 지구상에서 가장 풍부하고 공해가 전혀 발생하지 않는 청정한 에너지원이다. 이러한 태양광을 이용한 에너지를 활용하는 기술의 연구 개발은 국가의 당면한 에너지 및 환경문제를 해결하는 유력한 방안이 될 것이다. 이와 관련하여 현재 태양전지에 대한 연구개발이 왕성하게 진행되고 있다.
- [4] 태양전지는 광기전력 효과(Photovoltaic Effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로서, 무공해, 자원의 무한정, 반 영구적 수명 등의 장점을 가지고 있으며 환경 문제를 떠나서도 인류의 에너지 문제를 궁극적으로 해결할 수 있는 에너지원으로 기대되고 있다.
- [5] 태양전지는 그 구성 물질에 따라서 실리콘 태양전지, 박막 태양전지, 염료감응 태양전지 및 유기고분자 태양전지 등으로 구분할 수 있다. 그 중 결정질 실리콘 태양전지가 전세계 태양전지의 총 생산량의 대부분을 차지하고 있으며, 광전변환효율이 다른 전지에 비해서 높고, 계속 제조단가를 낮추는 기술이 개발되고 있기 때문에 가장 대중적인 태양전지라고 할 수 있다.
- [6]
- [7] 첨부 도면 도 1은 일반적인 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한 도면으로써, 도 1을 참조하면, 태양전지는 실리콘 기판의 전면(n형 반도체층)과 후면(p형 반도체층)을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 반도체층(S)이 형성된다. 반도체층(S)의 전면에는 태양전지로 입사되는 빛의 반사를 최소화시키기 위하여 반사방지막(AR)이 도포되어 있고, 전면전극(FE)이 반도체층(S)에

접촉되도록 배선되어 있다. 그리고 반도체층(S)의 후면에는 후면전극(BE)이 배선되어 있다.

[8] 그러면, 태양전지는 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되고, 생성된 전하는 전면전극(FE)과 후면전극(BE)을 통해 분리 수집되어 전기에너지를 생성하게 된다. 이때, 태양전지로 입사되는 빛의 양을 증대시키면 생성되는 전기에너지가 증가한다. 이에 따라 태양전지로 입사되는 빛의 양을 증대시키기 위해서는 이격 배치되는 전면전극(FE) 사이의 간격을 넓혀야 한다. 여기서 전면전극(FE) 사이의 간격을 넓히기 위해 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 줄이는 방안이 모색되고 있다.

[9] 하지만, 종래 기술에 따른 태양전지에서 보면, 전면전극은 30000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖는 전극용액이 스크린 프린팅과 같은 접촉식 인쇄법으로 인쇄됨에 따라 전면전극의 전극폭(w)을 감소시키는 데 한계가 있다.

[10] 또한, 전면전극을 통해 이동되는 전하의 양은 전면전극의 단면적(전극폭(w)과 전극높이(h)의 곱)에 비례하므로, 종래와 동일한 전극높이(h)에서 전극폭(w)만을 줄이면 전기저항이 증가하는 문제점이 있다.

[11] 또한, 지속적으로 태양전지의 반도체층이 박형화됨에 따라 스크린 프린팅과 같은 접촉식 인쇄법으로는 공정 수행 중에 반도체층이 파손되는 문제점이 있었으므로, 노즐을 통해 잉크가 토출되도록 하는 잉크 젯팅과 같은 비접촉식 인쇄법이 요구되고 있다.

[12] 또한, 압전 방식의 잉크 젯팅 또는 열전 방식의 잉크 젯팅에서 토출되는 전극용액의 최대 점도는 약 30cP 정도이므로 상술한 점도(30000 cp 내지 150000 cp)의 전극용액을 인쇄하는데 한계가 있다.

[13] 또한, 종래의 잉크 젯팅에서는 전극용액에 포함된 고체입자의 크기가 나노스케일임에도 불구하고 노즐 막힘과 같은 문제점이 있다. 여기서 노즐 막힘을 방지하기 위해 노즐의 직경을 확장할 수 있으나, 종래의 잉크 젯팅에서 노즐의 직경이 확장되면, 원하는 미세한 전극폭(w)을 구현하기 어렵다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

[14] 따라서 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 전면전극의 전극폭을 줄이고, 인접한 전면전극 사이의 간격을 넓힘으로써, 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에 있다.

[15] 또한, 전극폭을 줄임에 따라 전극높이를 증가시킴으로써, 전면전극을 통해 이동되는 전하의 양을 유지하거나 증가시킬 수 있고, 전면전극에 발생하는 전기저항을 감소시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에 있다.

[16] 또한, 30000cp 내지 150000cp의 점도를 갖는 전극용액을 그대로 사용하면서도 반도체층의 파손을 방지할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에

있다.

- [17] 또한, 잉크 젯팅으로 전극용액을 인쇄함에 있어, 노즐 막힘 현상을 방지할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에 있다.
- [18] 또한, 원하는 미세한 전극폭을 구현할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에 있다.
- [19] 이에 따라 고종횡비의 전면전극을 형성할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법을 제공함에 있다.

### 과제 해결 수단

- [20] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 태양전지의 반도체층 전면면에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반도체층의 전면면에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반도체층 상에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전극용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.
- [21] 여기서 입사되는 빛의 반사 손실을 방지하도록 상기 반도체층의 전면면에 반사방지막을 도포하는 표면처리단계; 를 더 포함하도록 하는 것이 바람직하다.
- [22] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계; 상기 에칭단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 에칭단계와 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액과 상기 전극용액에 각각 전하를 부여하고, 정전기력으로 각각의 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액과 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.
- [23] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 레이저 또는 플라즈마를 이용한 건식 에칭으로 상기 반사방지막을 에칭하는 에칭단계; 상기 에칭단계를

거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전극용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.

[24] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층을 형성하는 소수층적층단계; 상기 소수층 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계; 상기 소수층이 제거되고 상기 에칭단계를 거쳐 인쇄된 에칭용액이 상기 반사방지막을 에칭하도록 상기 소수층에 열을 가하는 소수층제거단계; 상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 에칭단계와 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액과 상기 전극용액에 각각 전하를 부여하고, 정전기력으로 각각의 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액과 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.

[25] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 에칭용액과 전극용액이 혼합된 전도성용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막 상에 인쇄된 상기 전도성용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전도성용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전도성용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전도성용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.

- [26] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층을 형성하는 소수층적층단계; 상기 소수층 상에 에칭용액과 전극용액이 혼합된 전도성용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 소수층이 제거되고 상기 전도성용액이 상기 반사방지막에 접촉되도록 상기 소수층에 열을 가하는 소수층제거단계; 상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막 상에 접촉된 상기 전도성용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전도성용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전도성용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전도성용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.
- [27] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계; 상기 에칭단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로 1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 포함하되, 상기 에칭단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.
- [28] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층을 형성하는 소수층적층단계; 상기 소수층 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계; 상기 소수층이 제거되고 상기 에칭단계를 거쳐 인쇄된 에칭용액이 상기 반사방지막을 에칭하도록 상기 소수층에 열을 가하는 소수층제거단계; 상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 1회 이상의 전해도금의 방법으로 상기 전면전극을 형성하도록 하는 보조전극형성단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 에칭단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법에 의해 달성된다.
- [29] 여기서 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로

1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 더 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

[30] 여기서 상기 전극경화단계를 거쳐 전도성용액이 경화된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로 1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 더 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

[31] 여기서 상기 반도체층 전면에 요철이 형성되도록 상기 반도체층 전면상에 에칭하는 텍스처링단계; 를 더 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[32] 본 발명에 따르면, 전면전극의 전극폭을 줄이고, 인접한 전면전극 사이의 간격을 넓힘으로써, 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[33] 또한, 전극폭을 줄임에 따라 전극높이를 증가시킴으로써, 전면전극을 통해 이동되는 전하의 양을 유지하거나 증가시킬 수 있고, 전면전극에 발생하는 전기저항을 감소시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[34] 또한, 100 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖는 전극용액을 사용할 수 있고, 반도체층의 파손을 방지할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[35] 또한, 잉크젯팅으로 전극용액을 인쇄함에 있어, 노즐 막힘 현상을 방지할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[36] 또한, 원하는 미세한 전극폭을 구현할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[37] 또한, 인쇄되는 용액에 따라 인쇄된 용액의 접촉면적을 감소시키고, 전극폭의 축소를 향상시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[38] 또한, 반복되는 공정을 통해 전극높이를 용이하게 조절할 수 있도록 하는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[39] 또한, 전면전극 형성에 대한 정밀도를 향상시키고, 전면전극의 고종횡비(高縱橫比)를 확보할 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

[40] 또한, 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 통해 100 cP 이상의 점도를 갖는 용액을 제팅함으로써, 스크린 프린팅의 장점과 종래의 압전 또는 열전 잉크젯팅의 장점을 모두 활용할 수 있도록 하는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[41] 도 1은 일반적인 태양전지의 구조를 개략적으로 도시한 도면,

[42] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 첫 번째 방법을 설명하기 위한 순서도,

[43] 도 3과 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 두 번째 방법과 세 번째 방법을 설명하기 위한 순서도,

[44] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 두 번째 방법에 대한 공정 흐름도,

[45] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 세 번째 방법에 대한 공정 흐름도,

[46] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 네 번째 방법과 다섯 번째 방법을 설명하기 위한 순서도,

[47] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 여섯 번째 방법과 일곱 번째 방법을 설명하기 위한 순서도,

[48] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 여섯 번째 방법에 대한 공정 흐름도,

[49] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 일곱 번째 방법에 대한 공정 흐름도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

[50] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[51]

[52] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지의 전면전극 형성방법에 대하여 상세하게 설명한다.

[53] 태양전지는 도 1에 도시된 바와 같이 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 반도체층(S)이 형성된다. 반도체층(S)의 전면에는 태양전지로 입사되는 빛의 반사를 최소화시키기 위하여 반사방지막(AR)을 도포한 후 반도체층(S)에 접촉되도록 전면전극(FE)을 배선한다. 반도체층(S)의 후면에는 후면전극(BE)을 배선한다.

[54] 그러면, 태양전지는 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되고, 생성된 전하는 전면전극(FE)과 후면전극(BE)을 통해 분리 수집되어 전기에너지를 생성하게 된다.

[55]

[56] 본 발명의 주요 특징은,

[57] 첫째, 에칭용액(E1) 또는 전극용액(E2) 또는 전도성용액(E3)을 반도체층(S) 상에 인쇄함에 있어서, 1회 이상의 반복 공정을 거치게 되고, 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 해당 용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 용액이 토출되어 반도체층(S) 상에 인쇄되도록 하는 것이다.

[58] 둘째, 반도체층(S)에 반사방지막(AR)이 도포된 경우, 전극용액(E2)은 반드시 에칭단계를 거친 다음 인쇄되어야 한다.

[59]

- [60] 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지의 전면전극 형성방법은 태양전지의 반도체층(S)에 전면전극(FE)을 형성하기 위한 방법으로써, 다음과 같이 일곱 가지 방법으로 구분할 수 있다.
- [61]
- [62] 첫 번째 방법은 반도체층(S) 상에 직접 전극용액(E2)을 인쇄하고, 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시켜 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.
- [63] 여기서 전극용액(E2)은 점도가 약 100 cP 내지 150000 cP 이고, 페이스트(paste)의 형태로 형성될 수 있다. 또한, 전극용액(E2)은 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속과, 세라믹(반도체층(S))과 금속을 접합하기 위한 접착제가 혼합된 물질이다. 본 발명의 일실시예에서는 접착제로 글래스 프릿(glass frit)을 사용하고, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.
- [64] 첨부 도면 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 첫 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [65] 도 2를 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 첫 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 전극형성단계(S7)와, 전극경화단계(S8)를 포함한다.
- [66] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.
- [67] 전극형성단계(S7)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 전극형성단계(S7)는 반도체형성단계(S1)를 거쳐 형성된 반도체층(S)의 전면면에 전극용액(E2)을 인쇄하고 있다. 전극용액(E2)은 후술하는 전극경화단계(S8)를 거치면서 전면전극(FE)을 형성하게 되므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 패턴을 고려하여 인쇄되어야 한다. 전극형성단계(S7)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [68] 전극형성단계(S7)에서 전극용액(E2)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 전극용액(E2)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 여기서 전극용액(E2)은 약 1000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖더라도 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N) 막힘없이 토출될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 20000 cp 이상의 점도를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라

상술한 전극용액(E2)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 전극용액(E2)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 전극폭(w)을 설정할 수 있다.

- [69] 전극경화단계(S8)는 전극형성단계(S7)를 거쳐 반도체층(S) 상에 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시킨다. 전극용액(E2)에서 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속 중 은(Ag)의 경화온도는 약 200도(°C) 이고, 접착제 중 글래스 프릿(glass frit)의 경화온도는 약 700도(°C) 이다. 이에 따라 전극경화단계(S8)에서는 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것이 유리하다.
- [70] 전극경화단계(S8)에서 인쇄된 전극용액(E2)이 경화되면 반도체층(S)의 전면에 전면전극(FE)을 형성하게 된다. 전극경화단계(S8)는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 높이(h)를 고려하여 반복되는 전극형성단계(S7)와 맞물려 1회 이상 반복될 수 있다.
- [71] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 첫 번째 방법에서는 표면처리단계(S3)와 텍스처링단계(S2) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [72] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)에 적층된 전면전극(FE)을 덮도록 반도체층(S)의 전면에 도포될 수 있다. 또한, 반도체층(S)에 형성된 전면전극(FE) 사이에만 도포될 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.
- [73] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.
- [74]
- [75] 두 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 에칭용액(E1)으로 반사방지막(AR)을 에칭한 다음 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 전극용액(E2)을 인쇄하고, 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시켜 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.
- [76] 여기서 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전극용액(E2)은 점도가 약 100 cP 내지 150000 cP 이고, 페이스트(paste)의 형태로 형성될 수 있다. 또한, 전극용액(E2)은 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속과, 세라믹(반도체층(S))과 금속을 접합하기 위한 접착제가 혼합된 물질이다. 본 발명의 일실시예에서는 접착제로 글래스 프릿(glass frit)을 사용하고, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상 은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.

- [77] 첨부 도면 도 3과 도 4는 본 발명의 일실시에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 두 번째 방법과 세 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 5는 본 발명의 일실시에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 두 번째 방법에 대한 공정 흐름도이다.
- [78] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 두 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 에칭단계(S5)와, 전극형성단계(S7)와, 전극경화단계(S8)를 포함한다.
- [79] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.
- [80] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면에 도포되도록 한다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.
- [81] 에칭단계(S5)는 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 반사방지막(AR)에 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그러면, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 에칭용액(E1)과 접촉된 부분의 반사방지막(AR)이 에칭되어 전면전극(FE)을 형성하기 위한 패턴이 형성된다. 에칭단계(S5)는 반사방지막(AR)의 두께 또는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 1회 이상 반복될 수 있다.
- [82] 에칭단계(S5)에서 에칭용액(E1)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 에칭용액(E1)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 에칭용액(E1)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 에칭용액(E1)은 약 100 cp 이상 또는 약 300 cp 이상의 점도를 가지고 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 에칭용액이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 에칭용액(E1)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 부분에서 반사방지막(AR)을 에칭할 수 있다.
- [83] 전극형성단계(S7)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 본 발명에서 전극형성단계(S7)는 도 5의 (c)에 도시된 바와 같이 에칭단계(S5)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된

부분에 전극용액(E2)을 인쇄하고 있다. 전극용액(E2)은 후술하는 전극경화단계(S8)를 거치면서 전면전극(FE)을 형성하게 되므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 패턴을 고려하여 인쇄되어야 한다.

전극형성단계(S7)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.

- [84] 전극형성단계(S7)에서 전극용액(E2)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 전극용액(E2)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 여기서 전극용액(E2)은 약 1000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖더라도 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N) 막힘없이 토출될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 20000 cp 이상의 점도를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 전극용액(E2)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 전극용액(E2)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 전극폭(w)을 설정할 수 있다.
- [85] 두 번째 방법에서 상술한 에칭단계(S5)가 레이저 또는 플라즈마를 이용한 건식 에칭으로 반사방지막(AR)을 에칭하는 경우, 전극형성단계(S7)는 반드시 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)이 이용된다.
- [86] 전극경화단계(S8)는 전극형성단계(S7)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시킨다. 전극용액(E2)에서 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속 중 은(Ag)의 경화온도는 약 200도(°C) 이고, 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)의 경화온도는 약 700도(°C) 이다. 이에 따라 전극경화단계(S8)에서는 도 5의 (d)에 도시된 바와 같이 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것이 유리하다. 특히 본 발명의 일실시예에서 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)은 경화과정에서 반사방지막(AR)으로 사용되는 실리콘 나이트라이드(nitride)와 산화 반응을 일으켜, 반사방지막(AR)이 에칭되는 효과를 얻을 수 있다.
- [87] 전극경화단계(S8)에서 인쇄된 전극용액(E2)이 경화되면 도 5의 (e)에 도시된 바와 같이 반도체층(S)의 전면에 전면전극(FE)을 형성하게 된다. 전극경화단계(S8)는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 높이(h)를 고려하여 반복되는 전극형성단계(S7)와 맞물려 1회 이상 반복될 수 있다.
- [88] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 두 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)와 보조전극형성단계(S7-1) 중 적어도 하나의 단계를 더 포함할 수 있다.
- [89] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S)

전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.

[90] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 도 3에 도시된 바와 같이 에칭단계(S5)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 또한, 보조전극형성단계(S7-1)는 도 4에 도시된 바와 같이 전극경화단계(S8)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에서 경화된 전극용액(E2)에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.

[91] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여 전기전도도를 향상시킬 수 있다.

[92]

[93] 세 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 반사방지막(AR) 상에 소수층(HP)을 도포한 다음 소수층(HP) 상에서 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그리고, 소수층(HP)이 제거되면서 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하도록 하며, 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 전극용액(E2)을 인쇄하고, 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시켜 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.

[94] 여기서 소수층(HP)을 형성하는 물질은 1가 또는 2가 알코올 지방산 에스테르로 이루어지는 유기화합물일 수 있고, 알킬기(alkyl chain)를 함유한 왁스(wax)를 이용할 수 있다. 또한, 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전극용액(E2)은 점도가 약 100 cP 내지 150000 cP 이고, 페이스트(paste)의 형태로 형성될 수 있다. 또한, 전극용액(E2)은 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속과, 세라믹(반도체층(S))과 금속을 접합하기 위한 접착제가 혼합된 물질이다. 본 발명의 일실시예에서는 접착제로 글래스 프리트(glass frit)을 사용하고, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.

[95] 첨부 도면 도 3과 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 두 번째 방법과 세 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 세 번째 방법에 대한 공정 흐름도이다.

[96] 도 3과 도 4 그리고 도 6을 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 세

번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 소수층적층단계(S4)와, 에칭단계(S5)와, 소수층제거단계(S6)와, 전극형성단계(S7)와, 전극경화단계(S8)를 포함한다.

- [97] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 본 발명에서 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.
- [98] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면에 도포되도록 할 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.
- [99] 소수층적층단계(S4)는 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 반사방지막(AR) 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층(HP)을 형성한다. 소수층적층단계(S4)를 거쳐 반사방지막(AR) 상에 형성된 소수층(HP)은 낮은 온도(전극용액을 경화시키기 위한 온도보다 낮음)에서 기화되고, 수용성(물에 쉽게 용해됨)이나 지성용매에는 용해되지 않는 성질을 갖는 것이 유리하다. 소수층적층단계(S4)에서는 소수성 물질에 열을 가하고, 가열된 소수성 물질을 반사방지막(AR) 상에 분사하는 방식으로 행해질 수 있다.
- [100] 에칭단계(S5)는 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 소수층(HP) 상에 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그러면, 친수성(hydrophilic)인 에칭용액(E1)과 소수층(HP) 간의 접촉면적을 줄일 수 있게 된다. 이러한 접촉면적이 줄게 되면 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄일 수 있고, 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄임에 따라 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 형성되는 전면전극(FE)의 전극폭(w)도 줄일 수 있고, 이에 따라 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있다.
- [101] 에칭단계(S5)에서 에칭용액(E1)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 에칭용액(E1)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 에칭용액(E1)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 에칭용액(E1)은 약 100 cp 이상 또는 약 300 cp 이상의 점도를 가지고 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N)의 막힘없이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 에칭용액(E1)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 에칭용액(E1)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 부분에서 반사방지막(AR)을 에칭할 수 있다.

- [102] 소수층제거단계(S6)는 소수층(HP)에 열을 가한다. 소수층제거단계(S6)에서는 소수층(HP)에 열을 가하면, 도 6의 (c)에 도시된 바와 같이 가해지는 열에 의해 소수층(HP)이 제거되고, 에칭단계(S5)를 거쳐 인쇄된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하여 전면전극(FE)을 형성하기 위한 패턴이 형성된다. 여기서 반사방지막(AR)의 두께 또는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 소수층(HP)이 제거된 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 에칭용액(E1)을 더 인쇄할 수 있다. 소수층제거단계(S6)에서 소수층(HP)에 가해지는 열의 온도는 후술하는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속의 경화온도 또는 전극용액(E2)의 경화온도보다 낮은 것이 유리하다.
- [103] 전극형성단계(S7)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 전극형성단계(S7)는 도 6의 (d)에 도시된 바와 같이 소수층제거단계(S6)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 전극용액(E2)을 인쇄하고 있다. 전극용액(E2)은 후술하는 전극경화단계(S8)를 거치면서 전면전극(FE)을 형성하게 되므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 패턴을 고려하여 인쇄되어야 한다. 전극형성단계(S7)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [104] 전극형성단계(S7)에서 전극용액(E2)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 전극용액(E2)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 여기서 전극용액(E2)은 약 1000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖더라도 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N) 막힘없이 토출될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 20000 cp 이상의 점도를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 전극용액(E2)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 전극용액(E2)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 전극폭(w)을 설정할 수 있다.
- [105] 전극경화단계(S8)는 전극형성단계(S7)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 인쇄된 전극용액(E2)을 경화시킨다. 전극용액(E2)에서 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속 중 은(Ag)의 경화온도는 약 200도(°C) 이고, 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)의 경화온도는 약 700도(°C) 이다. 이에 따라 전극경화단계(S8)에서는 도 6의 (e)에 도시된 바와 같이 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것이 유리하다. 특히 본 발명의 일실시예에서 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)은 경화과정에서 반사방지막(AR)으로 사용되는 실리콘 나이트라이드(nitride)와 산화 반응을 일으켜, 반사방지막(AR)이 에칭되는 효과를 얻을 수 있다.

- [106] 전극경화단계(S8)에서 인쇄된 전극용액(E2)이 경화되면 도 6의 (f)에 도시된 바와 같이 반도체층(S)의 전면에 전면전극(FE)을 형성하게 된다. 전극경화단계(S8)는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 높이(h)를 고려하여 반복되는 전극형성단계(S7)와 맞물려 1회 이상 반복될 수 있다.
- [107] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 세 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)와 보조전극형성단계(S7-1) 중 적어도 하나의 단계를 더 포함할 수 있다.
- [108] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.
- [109] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 도 3에 도시된 바와 같이 소수층제거단계(S6)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 또한, 보조전극형성단계(S7-1)는 도 4에 도시된 바와 같이 전극경화단계(S8)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에서 경화된 전극용액(E2)에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [110] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여 전기전도도를 향상시킬 수 있다.
- [111]
- [112] 네 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 에칭용액(E1)으로 반사방지막(AR)을 에칭한 다음 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 하여 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.
- [113] 여기서 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상 은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.
- [114] 첨부 도면 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 네 번째 방법과 다섯 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [115] 도 7을 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 네 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 에칭단계(S5)와, 보조전극형성단계(S7-1)를 포함한다.
- [116] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공,

전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.

[117] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면을 도포하도록 할 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.

[118] 에칭단계(S5)는 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 반사방지막(AR)에 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그러면, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 에칭용액(E1)과 접촉된 부분의 반사방지막(AR)이 에칭되어 전면전극(FE)을 형성하기 위한 패턴이 형성된다. 에칭단계(S5)는 반사방지막(AR)의 두께 또는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 1회 이상 반복될 수 있다.

[119] 에칭단계(S5)에서 에칭용액(E1)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 에칭용액(E1)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 에칭용액(E1)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 에칭용액(E1)은 약 100 cp 이상 또는 약 300 cp 이상의 점도를 가지고 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N)의 막힘없이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 에칭용액(E1)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 에칭용액(E1)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 부분에서 반사방지막(AR)을 에칭할 수 있다.

[120] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 에칭단계(S5)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.

[121] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여 전기전도도를 향상시킬 수 있다.

[122] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 네 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)를 더 포함할 수 있다.

- [123] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.
- [124]
- [125] 다섯 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 반사방지막(AR) 상에 소수층(HP)을 도포한 다음 소수층(HP) 상에서 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그리고 소수층(HP)이 제거되면서 인쇄된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하도록 하며, 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 하여 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.
- [126] 여기서 소수층(HP)을 형성하는 물질은 1가 또는 2가 알코올 지방산 에스테르로 이루어지는 유기화합물일 수 있다. 또한, 알킬기(alkyl chain)를 함유한 왁스(wax)를 이용할 수 있다. 또한, 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.
- [127] 첨부 도면 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 네 번째 방법과 다섯 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [128] 도 7을 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 다섯 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 소수층적층단계(S4)와, 에칭단계(S5)와, 소수층제거단계(S6)와, 보조전극형성단계(S7-1)를 포함한다.
- [129] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.
- [130] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면을 도포하도록 할 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.
- [131] 소수층적층단계(S4)는 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 반사방지막(AR) 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층(HP)을 형성한다. 소수층적층단계(S4)를 거쳐 반사방지막(AR) 상에 형성된 소수층(HP)은 낮은 온도에서 기화되고, 수용성(물에 쉽게 용해됨)이나 지성용매에는 용해되지 않는

성질을 갖는 것이 유리하다. 소수층적층단계(S4)에서는 소수성 물질에 열을 가하고, 가열된 소수성 물질을 반사방지막(AR) 상에 분사하는 방식으로 행해진다.

- [132] 에칭단계(S5)는 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 소수층(HP) 상에 에칭용액(E1)을 인쇄한다. 그러면, 친수성(hydrophilic)인 에칭용액(E1)과 소수층(HP) 간의 접촉면적을 줄일 수 있게 된다. 이러한 접촉면적이 줄게 되면 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄일 수 있고, 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄임에 따라 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 형성되는 전면전극(FE)의 전극폭(w)도 줄일 수 있고, 이에 따라 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있다.
- [133] 에칭단계(S5)에서 에칭용액(E1)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 에칭용액(E1)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 에칭용액(E1)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 에칭용액(E1)은 약 100 cp 이상 또는 약 300 cp 이상의 점도를 가지고 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N)의 막힘없이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 에칭용액(E1)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 에칭용액(E1)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 부분에서 반사방지막(AR)을 에칭할 수 있다.
- [134] 소수층제거단계(S6)는 소수층(HP)에 열을 가한다. 소수층제거단계(S6)에서는 소수층(HP)에 열을 가하면, 도 6의 (c)에 도시된 바와 같이 가해지는 열에 의해 소수층(HP)이 제거되고, 에칭단계(S5)를 거쳐 인쇄된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하여 전면전극(FE)을 형성하기 위한 패턴이 형성된다. 여기서 반사방지막(AR)의 두께 또는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 소수층(HP)이 제거된 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에 에칭용액(E1)을 더 인쇄할 수 있다. 소수층제거단계(S6)에서 소수층(HP)에 가해지는 열의 온도는 후술하는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속의 경화온도 또는 전극용액(E2)의 경화온도보다 낮은 것이 유리하다.
- [135] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 소수층제거단계(S6)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [136] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여

전기전도도를 향상시킬 수 있다.

[137] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 다섯 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)를 더 포함할 수 있다.

[138] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.

[139]

[140] 여섯 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 반사방지막(AR)에 직접 에칭용액(E1)과 전극용액(E2)이 혼합된 전도성용액(E3)을 인쇄하고, 인쇄된 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하도록 하고, 인쇄된 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)은 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에서 경화되도록 하여 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.

[141] 여기서 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전도성용액(E3)은 점도가 약 100 cP 내지 150000 cP 이고, 페이스트(paste)의 형태로 형성될 수 있다. 또한, 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)은 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속과, 세라믹(반도체층(S))과 금속을 접합하기 위한 접착제가 혼합된 물질이다. 본 발명의 일실시에에서는 접착제로 글래스 프리트(glass frit)를 사용하고, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상 은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.

[142] 첨부 도면 도 8은 본 발명의 일실시에에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 여섯 번째 방법과 일곱 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 9는 본 발명의 일실시에에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 여섯 번째 방법에 대한 공정 흐름도이다.

[143] 도 8과 도 9를 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 여섯 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 전극형성단계(S7)와, 전극경화단계(S8)를 포함한다.

[144] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.

[145] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에 반사방지막(AR)이 도포된다.

여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면이 도포되도록 할 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.

- [146] 전극형성단계(S7)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 전극형성단계(S7)는 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 표면처리단계(S3)를 거쳐 반사방지막(AR)이 형성된 부분에 전면전극(FE)의 패턴 형상에 따라 에칭용액(E1)과 전극용액(E2)이 혼합된 전도성용액(E3)을 인쇄하고 있다. 전도성용액(E3)은 후술하는 전극경화단계(S8)를 거치면서 전면전극(FE)을 형성하게 되므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 패턴을 고려하여 인쇄되어야 한다. 전극형성단계(S7)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [147] 전극형성단계(S7)에서 전도성용액(E3)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 전도성용액(E3)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 전도성용액(E3)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 여기서 전극용액(E2)은 약 1000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖더라도 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N) 막힘없이 토출될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 20000 cp 이상의 점도를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 전도성용액(E3)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 전도성용액(E3)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 전극폭(w)을 설정할 수 있다.
- [148] 전극경화단계(S8)는 전극형성단계(S7)를 거쳐 반사방지막(AR) 상에 인쇄된 전도성용액(E3)을 경화시킨다. 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)에서 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속 중 은(Ag)의 경화온도는 약 200도(°C) 이고, 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)의 경화온도는 약 700도(°C) 이다. 이에 따라 전극경화단계(S8)에서는 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것이 유리하다. 그러면, 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭함과 동시에 에칭된 부분에서 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)이 경화되도록 한다. 특히 본 발명의 일실시예에서 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)은 경화과정에서 반사방지막(AR)으로 사용되는 실리콘 나이트라이드(nitride)와 산화 반응을 일으켜, 반사방지막(AR)이 에칭되는 효과를 얻을 수 있다.
- [149] 전극경화단계(S8)에서 인쇄된 전도성용액(E3)이 경화되면 도 9의 (c)에 도시된 바와 같이 반도체층(S)의 전면에 전면전극(FE)을 형성하게 된다.

전극경화단계(S8)는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 높이(h)를 고려하여 반복되는 전극형성단계(S7)와 맞물려 1회 이상 반복될 수 있다.

- [150] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 여섯 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)와 보조전극형성단계(S7-1) 중 적어도 하나의 단계를 더 포함할 수 있다.
- [151] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.
- [152] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 전극경화단계(S8)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에서 경화된 전도성용액(E3)에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [153] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여 전기전도도를 향상시킬 수 있다.
- [154]
- [155] 일곱 번째 방법은 반도체층(S) 상에 반사방지막(AR)을 형성한 상태에서 반사방지막(AR) 상에 소수층(HP)을 도포한 다음 소수층(HP) 상에 에칭용액(E1)과 전극용액(E2)이 혼합된 전도성용액(E3)을 인쇄한다. 그리고 소수층(HP)이 제거되면서 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭하도록 하고, 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)은 반사방지막(AR)의 에칭된 부분에서 경화되도록 하여 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 방법이다.
- [156] 여기서 소수층(HP)을 형성하는 물질은 1가 또는 2가 알코올 지방산 에스테르로 이루어지는 유기화합물일 수 있다. 또한, 알킬기(alkyl chain)를 함유한 왁스(wax)를 이용할 수 있다. 또한, 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)은 접촉된 반사방지막(AR)을 제거할 수 있는 물질이면 충분하다. 또한, 전도성용액(E3)은 점도가 약 100 cP 내지 150000 cP 이고, 페이스트(paste)의 형태로 형성될 수 있다. 또한, 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)은 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속과, 세라믹(반도체층(S))과 금속을 접합하기 위한 접착제가 혼합된 물질이다. 본 발명의 일실시예에서는 접착제로 글래스 프리트(glass frit)를 사용하고, 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속으로는 통상은(Ag)이 사용되지만, 여기서 접착제 또는 금속의 종류를 한정하는 것은 아니다.

- [157] 첨부 도면 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 여섯 번째 방법과 일곱 번째 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따라 태양전지에 전면전극을 형성하는 일곱 번째 방법에 대한 공정 흐름도이다.
- [158] 도 8과 도 10을 참조하면, 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 일곱 번째 방법에서는 반도체형성단계(S1)와, 표면처리단계(S3)와, 소수층적층단계(S4)와, 전극형성단계(S7)와, 소수층제거단계(S6)와, 전극경화단계(S8)를 포함한다.
- [159] 반도체형성단계(S1)는 반도체층(S)을 형성하여 입사되는 빛에 의해 전하(정공, 전자)가 생성되도록 한다. 반도체형성단계(S1)는 실리콘 기판의 전면에서 n형 반도체층과 후면에 p형 반도체층을 형성하여 pn 접합계면을 포함하도록 하여 반도체층(S)을 형성하고 있다. 그러면, 전면의 n형 반도체층은 에미터(emitter)로 작용한다.
- [160] 표면처리단계(S3)는 태양전지로 입사되는 빛이 반사되는 것을 막고, 입사되는 빛의 손실을 방지하도록 반도체층(S)의 전면에서 반사방지막(AR)이 도포된다. 여기서 반사방지막(AR)은 반도체층(S)의 전면이 도포되도록 할 수 있다. 표면처리단계(S3)에서 형성되는 반사방지막(AR)은 통상 실리콘 나이트라이드(nitride)를 이용할 수 있다.
- [161] 소수층적층단계(S4)는 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이 반사방지막(AR) 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층(HP)을 형성한다. 소수층적층단계(S4)를 거쳐 반사방지막(AR) 상에 형성된 소수층(HP)은 낮은 온도에서 기화되고, 수용성(물에 쉽게 용해됨)이나 지성용매에는 용해되지 않는 성질을 갖는 것이 유리하다. 소수층적층단계(S4)에서는 소수성 물질에 열을 가하고, 반사방지막(AR) 상에 가열된 소수성 물질을 분사하는 방식으로 행해진다.
- [162] 전극형성단계(S7)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 전극형성단계는 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이 소수층적층단계(S4)를 거쳐 소수층(HP)이 형성된 부분에 전면전극(FE)의 패턴 형상에 따라 에칭용액(E1)과 전극용액(E2)이 혼합된 전도성용액(E3)을 인쇄하고 있다. 그러면, 친수성(hydrophilic)인 전도성용액(E3)과 소수층(HP) 간의 접촉면적을 줄일 수 있게 된다. 이러한 접촉면적이 줄게 되면 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄일 수 있고, 반사방지막(AR)의 에칭폭을 줄임에 따라 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에 형성되는 전면전극(FE)의 전극폭(w)도 줄일 수 있고, 이에 따라 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있다.
- [163] 전도성용액(E3)은 후술하는 전극경화단계(S8)를 거치면서 전면전극(FE)을 형성하게 되므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 패턴을 고려하여 인쇄되어야 한다. 전극형성단계(S7)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.

- [164] 전극형성단계(S7)에서 전도성용액(E3)을 인쇄하기 위해서는 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 전도성용액(E3)에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐(N)에서 전하를 갖는 전도성용액(E3)이 토출되도록 하는 것이 특징이다. 여기서 전극용액(E2)은 약 1000 cp 내지 150000 cp의 점도를 갖더라도 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)으로 노즐(N) 막힘없이 토출될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 20000 cp 이상의 점도를 갖는 전극용액(E2)이 토출되도록 한다. 이러한 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)은 노즐(N)에서 토출되는 액적의 사이즈가 노즐(N)의 직경보다 작게 토출되도록 할 수 있다. 이에 따라 상술한 전도성용액(E3)이 노즐(N)에서 토출되는 경우, 인가되는 전원에 따라 토출되는 전도성용액(E3)의 액적 사이즈를 조절할 수 있으므로, 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극폭(w)을 고려하여 원하는 전극폭(w)을 설정할 수 있다.
- [165] 소수층제거단계(S6)는 소수층(HP)에 열을 가한다. 소수층제거단계(S6)에서는 소수층(HP)에 열을 가하면, 가해지는 열에 의해 소수층(HP)이 제거되고, 전극형성단계를 거쳐 인쇄된 전도성용액(E3)이 반사방지막(AR)과 접촉하게 된다. 소수층제거단계(S6)에서 소수층(HP)에 가해지는 열의 온도는 후술하는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속의 경화온도 또는 전극용액(E2)의 경화온도보다 낮은 것이 유리하다.
- [166] 전극경화단계(S8)는 소수층제거단계(S6)를 거쳐 반사방지막(AR)과 접촉된 전도성용액(E3)을 경화시킨다. 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)에서 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속 중 은(Ag)의 경화온도는 약 200도(°C) 이고, 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)의 경화온도는 약 700도(°C) 이다. 이에 따라 전극경화단계(S8)에서는 도 10의 (c)에 도시된 바와 같이 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것이 유리하다. 그러면, 전도성용액(E3)에 혼합된 에칭용액(E1)이 반사방지막(AR)을 에칭함과 동시에 에칭된 부분에서 전도성용액(E3)에 혼합된 전극용액(E2)이 경화되도록 한다. 특히 본 발명의 일실시예에서 접착제 중 글래스 프리트(glass frit)은 경화과정에서 반사방지막(AR)으로 사용되는 실리콘 나이트라이드(nitride)와 산화 반응을 일으켜, 반사방지막(AR)이 에칭되는 효과를 얻을 수 있다.
- [167] 전극경화단계(S8)에서 인쇄된 전도성용액(E3)이 경화되면 도 10의 (d)에 도시된 바와 같이 반도체층(S)의 전면에 전면전극(FE)을 형성하게 된다. 전극경화단계(S8)는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 높이(h)를 고려하여 반복되는 전극형성단계(S7)와 맞물려 1회 이상 반복될 수 있다.
- [168] 여기서 700도(°C) 이상으로 반도체층(S)의 전면을 가열하는 것에 의해 하나의 온도조건에서 소수층제거단계와 전극경화단계가 동시에 행해질 수 있다.
- [169] 태양전지에 전면전극(FE)을 형성하는 일곱 번째 방법에서는 텍스처링단계(S2)와 보조전극형성단계(S7-1) 중 적어도 하나의 단계를 더

포함할 수 있다.

- [170] 텍스처링단계(S2)는 상술한 반도체형성단계(S1)에서 형성된 반도체층(S) 전면에 요철이 형성되도록 한다. 텍스처링단계(S2)를 거쳐 반도체층(S)의 전면에 요철이 형성되면 입사되는 빛에 대해 광흡수율을 향상시킬 수 있고, 반도체층(S)에서 전하(정공, 전자)의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또한, 반도체층(S)의 전면은 초친수성(hydrophilic)이 되어 표면처리단계(S3)에서 반도체층(S)과 반사방지막(AR)의 접착력을 강화시킬 수 있다.
- [171] 보조전극형성단계(S7-1)는 반도체층(S)에서 생성된 전하(정공, 전자)가 이동할 수 있는 전면전극(FE)을 형성하기 위한 것이다. 보조전극형성단계(S7-1)는 전극경화단계(S8)를 거쳐 반사방지막(AR)이 에칭된 부분에서 경화된 전도성용액(E3)에 전해도금의 방법으로 전면전극(FE)을 형성하기 위한 금속이 도금되도록 할 수 있다. 보조전극형성단계(S7-1)에서는 형성하고자 하는 전면전극(FE)의 전극높이(h)를 고려하여 1회 이상 반복되는 것이 유리하다.
- [172] 보조전극형성단계(S7-1)를 통해 형성되는 전면전극(FE)은 전극용액(E2)에 혼합된 접착제를 포함하지 않기 때문에 전면전극(FE)의 순도를 높여 전기전도도를 향상시킬 수 있다.

[173]

- [174] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

### 산업상 이용가능성

- [175] 본 발명에 따르면, 전면전극의 전극폭을 줄이고 인접한 전면전극 사이의 간격을 넓힘으로써, 태양전지에 입사되는 빛의 양을 증가시킬 수 있고, 전극폭을 줄임에 따라 전극높이를 증가시킴으로써, 전면전극을 통해 이동되는 전하의 양을 유지하거나 증가시킬 수 있고, 전면전극에 발생하는 전기저항을 감소시킬 수 있는 태양전지의 전면전극 형성방법이 제공된다.

## 청구범위

- [청구항 1] 태양전지의 반도체층 전면에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반도체층의 전면에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반도체층 상에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전극용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 입사되는 빛의 반사 손실을 방지하도록 상기 반도체층의 전면에 반사방지막을 도포하는 표면처리단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 3] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서, 상기 반사방지막 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계; 상기 에칭단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 전극용액을 인쇄하는 전극형성단계; 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되, 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고, 상기 에칭단계와 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액과 상기 전극용액에 각각 전하를 부여하고, 정전기력으로 각각의 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액과 상기 전극용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 4] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을

형성하는 방법에 있어서,  
레이저 또는 플라즈마를 이용한 건식 에칭으로 상기 반사방지막을  
에칭하는 에칭단계;  
상기 에칭단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에  
전극용액을 인쇄하는 전극형성단계;  
상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에  
인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을  
경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되,  
상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한  
접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된  
물질이고,  
상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD,  
Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여  
인가되는 전원에 의해 상기 전극용액에 전하를 부여하고,  
정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전극용액이 토출되도록  
하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.  
반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을  
형성하는 방법에 있어서,  
상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여  
소수층을 형성하는 소수층적층단계;  
상기 소수층 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계;  
상기 소수층이 제거되고 상기 에칭단계를 거쳐 인쇄된 에칭용액이  
상기 반사방지막을 에칭하도록 상기 소수층에 열을 가하는  
소수층제거단계;  
상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에  
전극용액을 인쇄하는 전극형성단계;  
상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에  
인쇄된 상기 전극용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전극용액을  
경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되,  
상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한  
접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된  
물질이고,  
상기 에칭단계와 상기 전극형성단계는 1회 이상의  
전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink  
Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액과  
상기 전극용액에 각각 전하를 부여하고, 정전기력으로 각각의  
노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액과 상기 전극용액이  
토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극

[청구항 5]

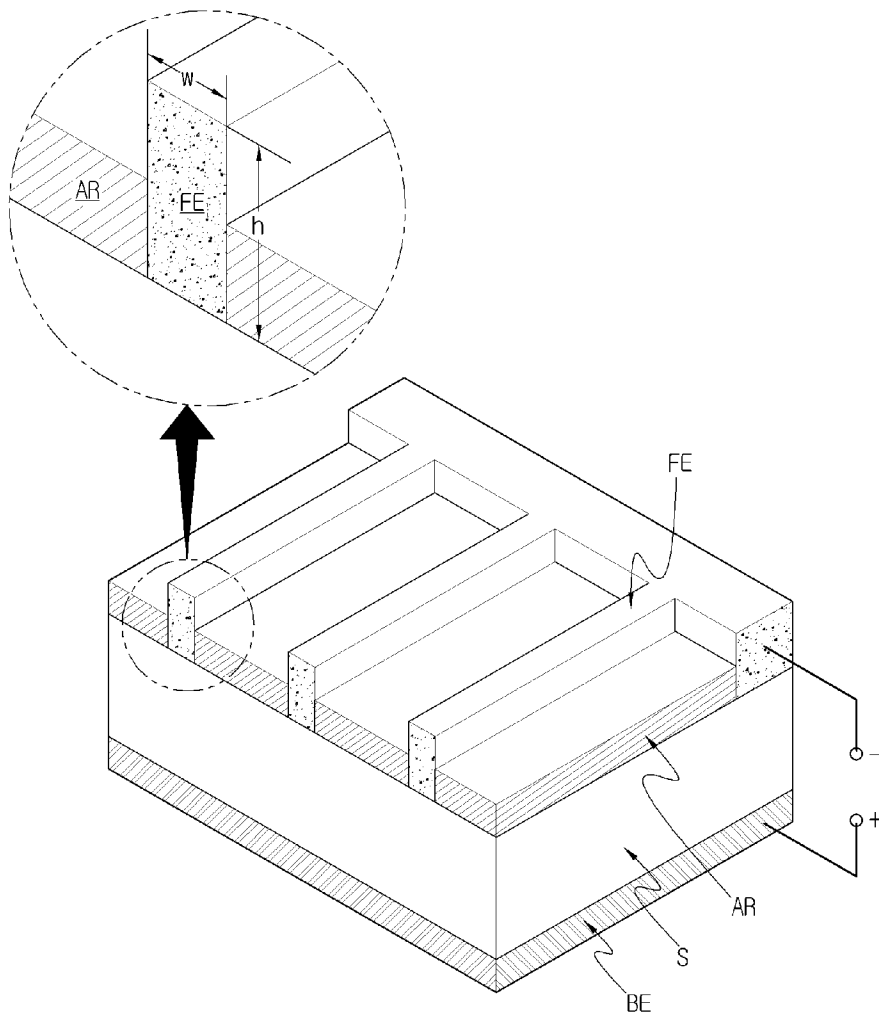
- 형성방법.
- [청구항 6] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서,  
 상기 반사방지막 상에 에칭용액과 전극용액이 혼합된 전도성용액을 인쇄하는 전극형성단계;  
 상기 전극형성단계를 거쳐 상기 반사방지막 상에 인쇄된 상기 전도성용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전도성용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되,  
 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고,  
 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전도성용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전도성용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 7] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서,  
 상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층을 형성하는 소수층적층단계;  
 상기 소수층 상에 에칭용액과 전극용액이 혼합된 전도성용액을 인쇄하는 전극형성단계;  
 상기 소수층이 제거되고 상기 전도성용액이 상기 반사방지막에 접촉되도록 상기 소수층에 열을 가하는 소수층제거단계;  
 상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막 상에 접촉된 상기 전도성용액이 상기 전면전극이 되도록 상기 전도성용액을 경화시키는 전극경화단계; 를 포함하되,  
 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고,  
 상기 전극형성단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 전도성용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 전도성용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 8] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을

- 형성하는 방법에 있어서,  
 상기 반사방지막 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계;  
 상기 에칭단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로 1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 포함하되,  
 상기 에칭단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 9] 반도체층의 전면에 반사방지막이 도포된 태양전지에 전면전극을 형성하는 방법에 있어서,  
 상기 반사방지막 상에 소수성(hydrophobic) 물질을 도포하여 소수층을 형성하는 소수층적층단계;  
 상기 소수층 상에 에칭용액을 인쇄하는 에칭단계;  
 상기 소수층이 제거되고 상기 에칭단계를 거쳐 인쇄된 에칭용액이 상기 반사방지막을 에칭하도록 상기 소수층에 열을 가하는 소수층제거단계;  
 상기 소수층제거단계를 거쳐 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 1회 이상의 전해도금의 방법으로 상기 전면전극을 형성하도록 하는 보조전극형성단계; 를 포함하되,  
 상기 전극용액은 상기 반도체층과 상기 금속을 접합하기 위한 접착제와, 상기 전면전극을 형성하기 위한 금속이 혼합된 물질이고,  
 상기 에칭단계는 1회 이상의 전기수력학적(EHD, Electrohydrodynamic) 잉크 젯팅 방식(Ink Jetting Type)을 이용하여 인가되는 전원에 의해 상기 에칭용액에 전하를 부여하고, 정전기력으로 노즐에서 전하를 갖는 상기 에칭용액이 토출되도록 하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 전면전극 형성방법.
- [청구항 10] 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 반사방지막이 에칭된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로 1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 전면전극 형성방법.
- [청구항 11] 제3항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 전극경화단계를 거쳐 전도성용액이 경화된 부분에 상기 전면전극을 형성하는 금속으로 1회 이상의 전해도금을 실시하는 보조전극형성단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 전면전극 형성방법.

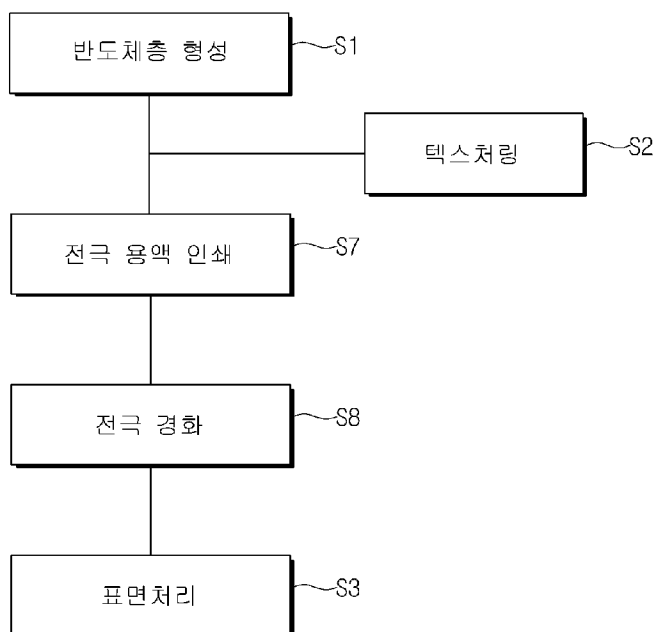
[청구항 12]

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 반도체층 전면에 요철이 형성되도록 상기 반도체층 전면  
에칭하는 텍스처링단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는  
태양전지의 전면전극 형성방법.

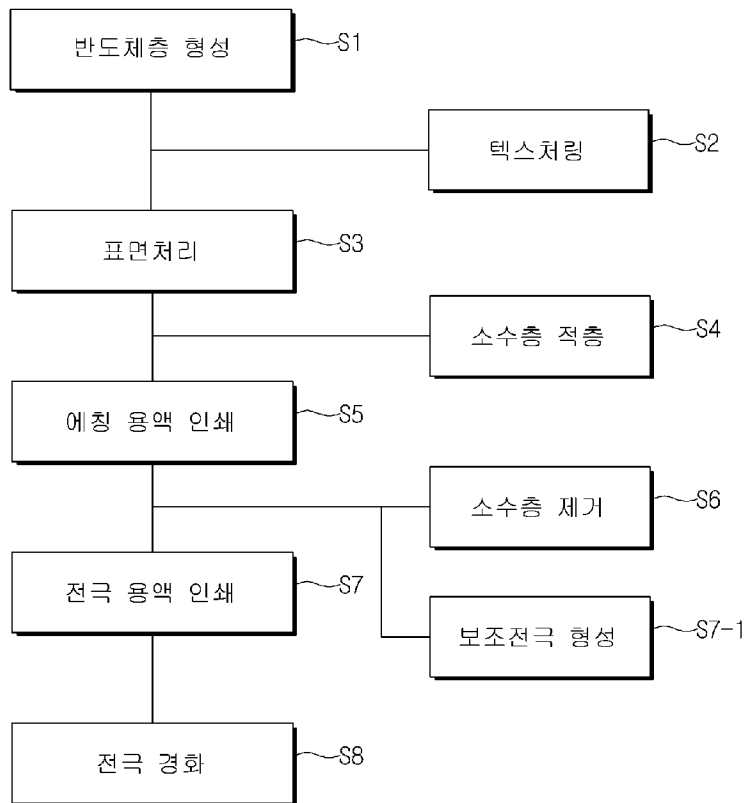
[Fig. 1]



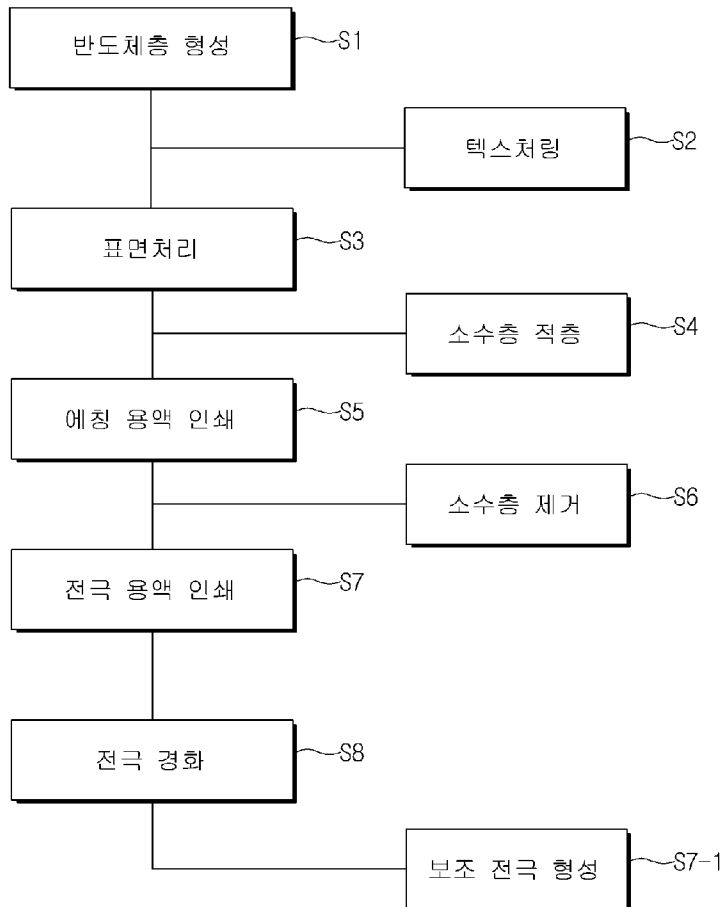
[Fig. 2]



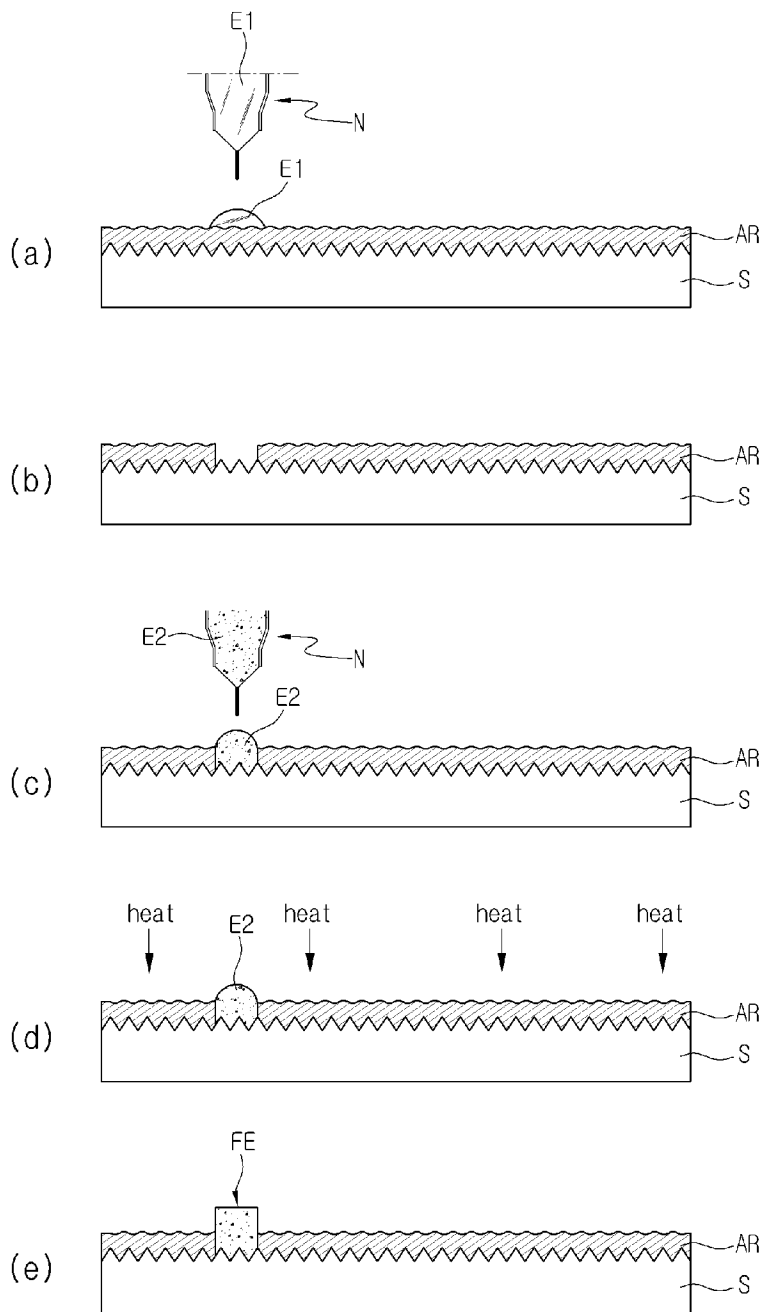
[Fig. 3]



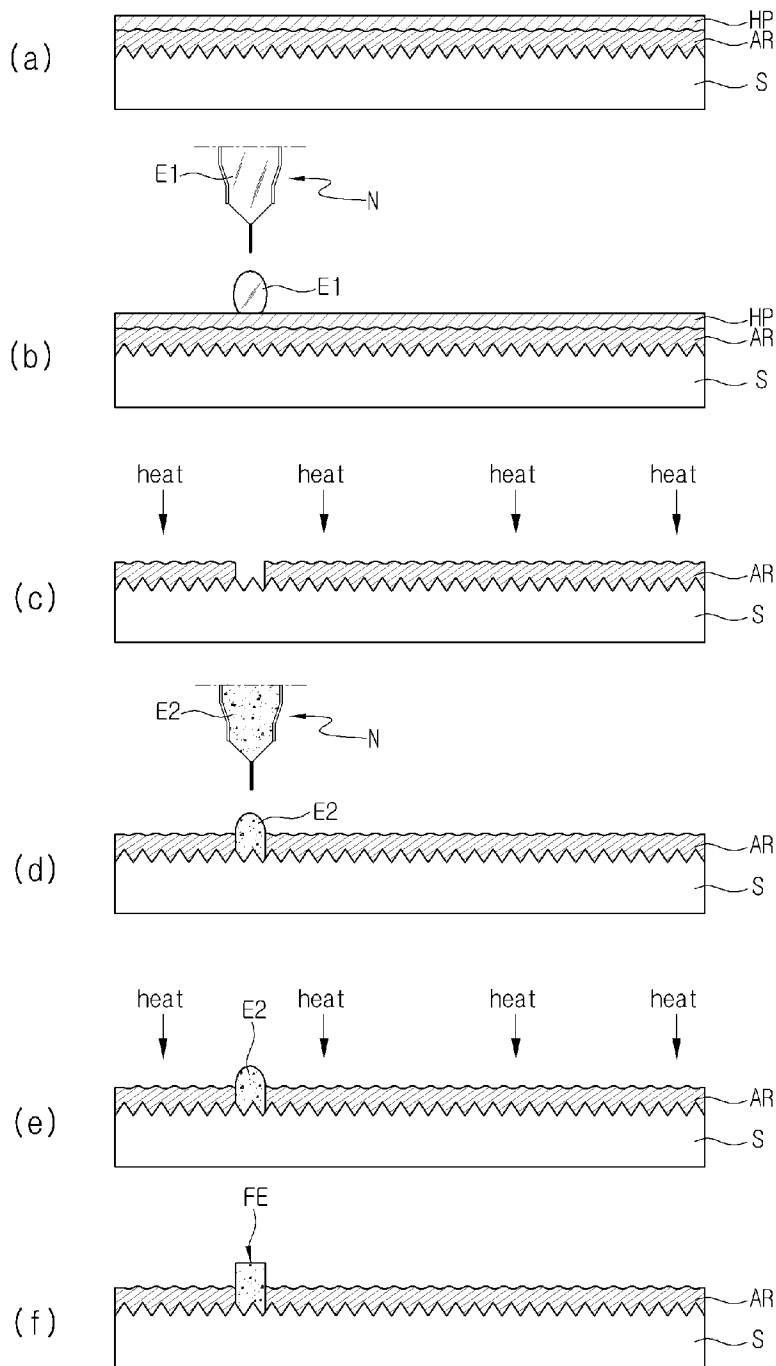
[Fig. 4]



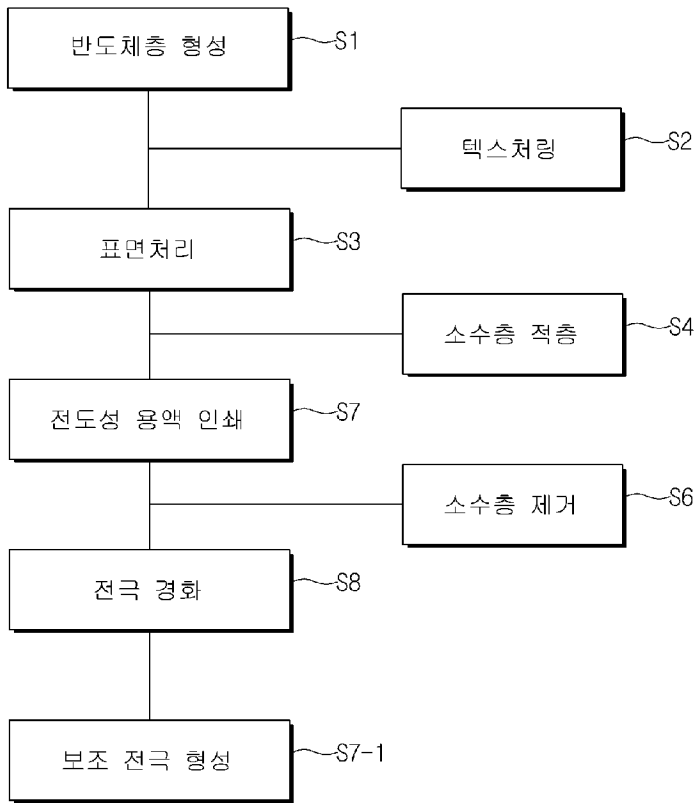
[Fig. 5]



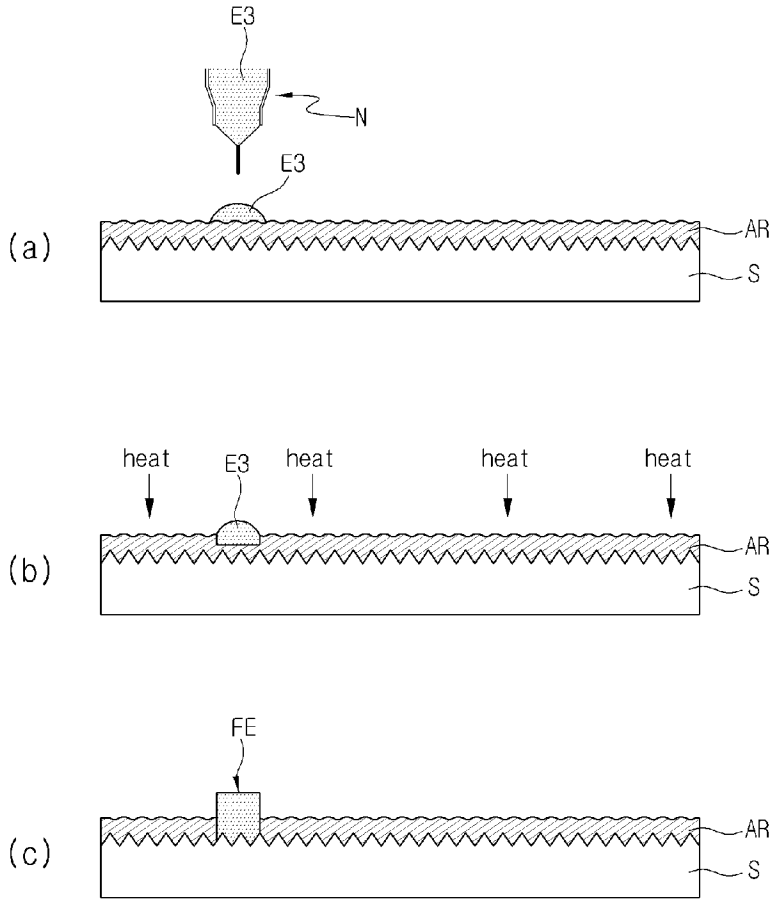
[Fig. 6]



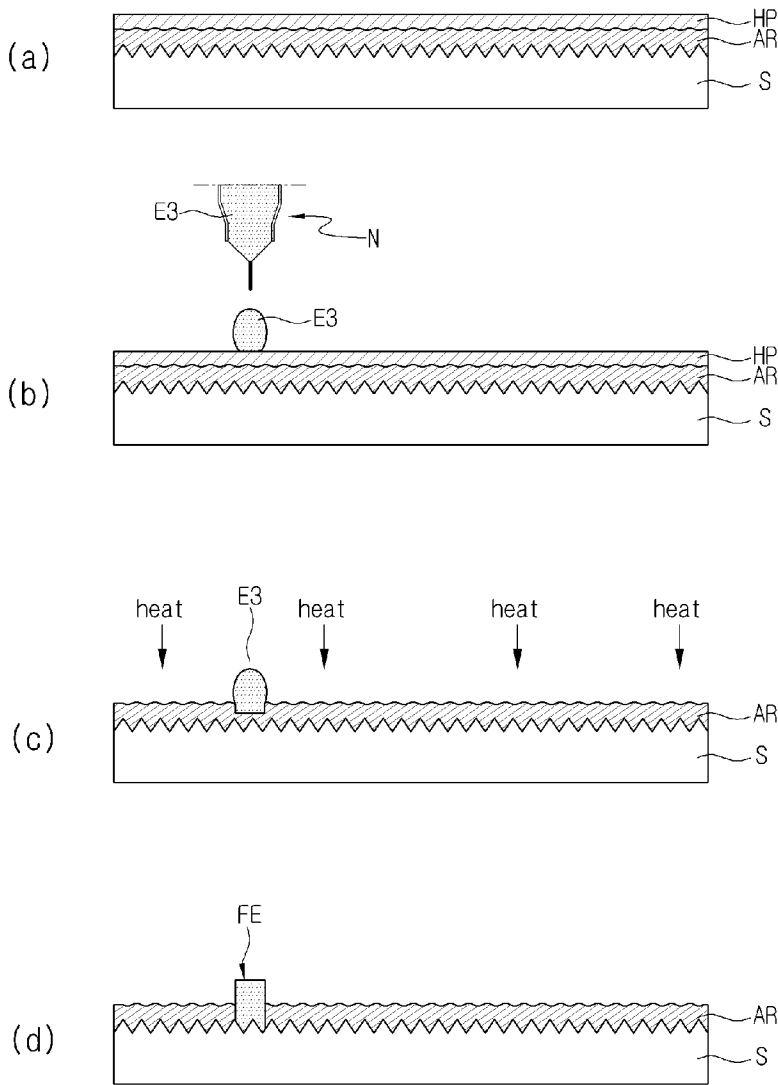
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

