(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0087378
(43) 공개일자 2011년08월03일

(51) Int. Cl.
H01L 31/042 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0006765
(22) 출원일자 2010년01월26일
심사청구일자 2010년01월26일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
오범환
인천시 남구 용현3동 인하대학교 정보통신공학부
이동진
충남 천안시 성거읍 모전리 70-1
(74) 대리인
특허법인무한

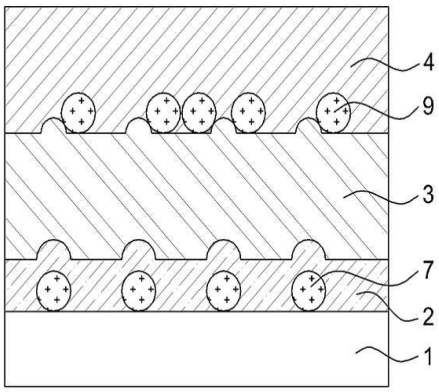
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 불규칙적인 또는 규칙적인 배열의 금속 나노 입자 층을 이용한 실리콘 박막 태양 전지 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 불규칙적인 또는 규칙적인 배열의 금속 나노 입자 층을 이용한 실리콘 박막 태양 전지에 관한 것으로서, 구체적으로 본 발명의 태양 전지는 유리 기판과 투명 전도체 층 사이, 비결정질 실리콘 태양 전지 층 또는 미결정질 태양 전지 층과 후면 반사 및 전극 층 사이에 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 형성하여 표면 텍스처링(texturing) 효과와 국부 표면 플라즈몬 공명(Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR)에 의해 광 흡수 효율을 향상시키는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도8



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 40028-01 / 39122-02
부처명 산업자원부 / 한국과학재단
연구관리전문기관
연구사업명 차세대 신기술 개발사업 / 우수연구센터(ERC) 사업
연구과제명 광결정 및 초상유전 LED 기술 개발 / VLSI형 나노 광자회로 O-PCCB 요소기술 개발
기여율
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2007. 08. 01 ~ 2010. 07. 31 / 2009. 03. 01 ~ 2012. 02. 18

특허청구의 범위

청구항 1

유리 기판과 투명 전도체 층 사이, 비결정질 실리콘 태양 전지 층 또는 미결정질 태양 전지 층과 후면 반사 및 전극 층 사이에 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층이 형성되는 것을 특징으로 하는 실리콘 박막 태양 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속은,

금(Au), 은(Ag), 구리(Cu) 또는 알루미늄(Al)이 사용되는 것을 특징으로 하는 실리콘 박막 태양 전지.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층은,

스퍼터링 후 열처리를 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 실리콘 박막 태양 전지.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층은,

실리카 및 폴리스티렌 구를 이용하여 제작되는 것을 특징으로 하는 실리콘 박막 태양 전지.

청구항 5

유리기판 위에 금속 나노 입자 층을 형성한 후 투명 전도체 층과 비결정질 실리콘 태양 전지 층을 차례로 적층하고, 그 위에 다시 금속 나노 입자 층을 형성한 후 후면 반사 층 및 전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 실리콘 박막 태양 전지의 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 불규칙적인 또는 규칙적인 배열의 금속 나노 입자 층을 이용한 실리콘 박막 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 유리 기판과 투명 전도체 층 사이의 비결정질 실리콘 태양 전지 층 또는 미결정질 태양 전지 층과 후면 반사 및 전극 층 사이에 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 형성하여 표면 텍스쳐링(texturing) 효과와 국부 표면 플라즈몬 공명(Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR)에 의해 광 흡수 효율을 향상시키는 실리콘 박막 태양 전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 태양 전지의 기본 구조는 반도체의 pn접합으로 반도체의 에너지 밴드갭(band-gap)보다 큰 에너지를 가진 태양광이 입사되면 전자-정공 쌍이 생성되고, 상기 전자-정공이 pn접합부에 형성된 전기장에 의해 전자는 n층으로, 정공은 p층으로 모이게 됨에 따라 pn간에 광기전력이 발생하게 되는데 이때 양단의 전극에 부하를 연결하면 전류가 흐르게 되어 전력을 생성한다.

[0003] 현재 태양 전지 모듈 시장의 대부분을 차지하고 있는 단결정 또는 다결정 벌크 실리콘을 이용한 태양 전지는 원재료비가 비싸고, 공정 자체가 복잡하여 가격의 절감 측면에서 한계가 있을 수 밖에 없다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해 유리와 같은 값싼 기판 위에 박막 형태의 태양 전지를 증착시키는 박막 태양 전지 기술이 주목 받고 있다. 박막 태양 전지는 크게 실리콘 박막 태양 전지와 화합물 박막 태양 잔지가 있다.

실리콘 박막 태양 전지는 TFT-LCD 생산 기술을 기반으로 하고 있고, 가장 일반적인 재료이면서 인체 유해성이 없는 실리콘을 기반으로 하기 때문에 차세대 태양 전지로 각광을 받고 있다.

[0005] 종래 기술에 의한 실리콘 박막 태양 전지는 도 1과 도 2에 도시된 것과 같다.

[0006] 도 1은 단일 접합 구조로 비결정질 혹은 미결정질 실리콘 중 하나의 박막을 광 흡수층으로 하는 박막형 태양 전지이다.

[0007] 도 1을 참조하면, 단일 접합 구조는 가장 단순한 구조이면서도 제조원가가 매우 싸다는 장점이 있으나 광전 변환 효율이 6~7%대로 그리 높지 않다.

[0008] 도 2는 이중 접합 구조로 비결정질 실리콘 박막과 미결정질 실리콘 박막의 두 개 광흡수층을 갖는다.

[0009] 도 2를 참조하면, 이중 정합 구조는 9~11%대의 광전 변환 효율을 보여준다. 향후 실리콘 박막 태양 전지의 시장 점유율이 높아지기 위해서는 12%대 이상의 높은 광전 변환 효율이 요구되어진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 이용하여 실리콘 박막 태양 전지의 흡수 효율을 향상시키는 방법을 제공한다.

[0011] 또한 본 발명은 유리 기판과 투명 전도체 층 사이, 비결정질 실리콘 태양 전지 층 또는 미결정질 태양 전지 층과 후면 반사 및 전극 층 사이에 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 형성하여 표면 텍스쳐링(texturing) 효과와 국부 표면 플라즈몬 공명(Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR)에 의해 광 흡수 효율을 향상시키는 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일실시예에 따른 실리콘 박막 태양 전지는 유리 기판과 투명 전도체 층 사이, 비결정질 실리콘 태양 전지 층 또는 미결정질 태양 전지 층과 후면 반사 및 전극 층 사이에 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층이 형성된다.

[0013] 본 발명의 일측면에서 상기 금속은 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu) 또는 알루미늄(Al)이 사용될 수 있다.

[0014] 또한 본 발명의 일측면에서 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층은 스퍼터링 후 열처리를 통하여 형성될 수 있다.

[0015] 또한 본 발명의 일측면에서 상기 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층은 실리카 및 폴리스티렌 구를 이용하여 제작될 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 일실시예에 따른 실리콘 박막 태양 전지의 제조 방법은 유리기판 위에 금속 나노 입자 층을 형성한 후 투명 전도체 층과 비결정질 실리콘 태양 전지 층을 차례로 적층하고, 그 위에 다시 금속 나노 입자 층을 형성한 후 후면 반사 층 및 전극을 형성한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속나노 입자 층을 이용하여 실리콘 박막 태양 전지를 형성하게 되면 이러한 금속 나노 입자 층이 빛을 산란시키거나 또는 국부 표면 플라즈몬 공명을 일으켜 광 흡수 효율을 향상시킬 수 있고, 이로 인해 광전 변환 효율을 향상시켜 실리콘 박막 태양 전지의 상용화에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 종래 기술에 의한 단일 접합 실리콘 박막 태양 전지의 일례를 나타내는 도면이다.

도 2는 종래 기술에 의한 이중 접합 실리콘 박막 태양 전지의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 실리콘 박막 태양 전지를 제작하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 유리 기판 위에 금속 나노 입자 층을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

도 5는 도 4에서 제작된 기판 위에 투명 전도체 층과 비결정질 실리콘 태양 전지 층을 형성하는 단계를 나타낸 단면도이다.

도 6은 도 5까지 제작된 박막 위에 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

도 7은 도 5까지 제작된 박막 위에 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

도 8은 도 6 또는 도 7까지 제작된 박막 위에 후면 반사 층 및 전극을 형성하는 단계를 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 실리콘 박막 태양 전지 및 그 제작 방법을 상세하게 설명한다.

[0020] 도 3은 본 발명의 일시예에 따른 실리콘 박막 태양 전지를 제작하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따른 실리콘 박막 태양 전지를 제작하는 방법은 편의상 단일 접합 실리콘 박막 태양 전지에 대해 나타낸 것이며, 이중 접합 실리콘 박막 태양 전지에 대해서도 동일하게 적용될 수 있음을 명시한다.

[0022] 도 3을 참조하면, 우선 유리 기판 위에 금속 나노 입자 층을 형성한 후(310) 투명 전도체 층과 비결정질 실리콘 태양 전지 층을 차례로 적층하고(320, 330), 그 위에 다시 금속 나노 입자 층을 형성한 후(340) 후면 반사 층 및 전극을 형성한다(350). 이하 보다 구체적인 과정은 아래의 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0023] 도 4는 유리 기판(1) 위에 금속 나노 입자 층(7)을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

[0024] 우선 유리 기판 위에 스퍼터링(sputtering)을 이용하여 금속 박막(6)을 증착한 후 온도와 시간을 변수로 열처리를 해주면 유리기판 위에 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(7)이 형성된다. 이때 금속 나노 입자는 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al)등이 사용될 수 있고, 크기는 100~600nm, 높이는 50~200nm 정도가 될 것이다.

[0025] 도 5는 도 4에서 제작된 기판 위에 투명 전도체 층(2)과 비결정질 실리콘 태양 전지 층(3)을 형성하는 단계를 나타낸 단면도이다.

[0026] 투명 전도체 층(Transparent Conducting Oxide, TCO)(2)은 ITO, ZnO 등이 사용될 수 있고, 스퍼터링(Sputtering) 혹은 저압 화학 기상 증착(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD)법을 이용하여 증착한다. 그 위에 비결정질 실리콘 박막은 플라즈마 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)법을 이용하여 증착한다.

[0027] 유리 기판 위에 증착된 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(7)으로 인해 투명 전도체 층 및 비결정질 실리콘 태양 전지 층의 표면에 불규칙적인 굴곡이 있음을 알 수 있다.

[0028] 유리 기판을 통하여 들어온 빛은 불규칙적인 표면 굴곡으로 인해 광 경로가 증가하게 되고 태양 전지 층의 광 흡수율이 증가하게 된다.

[0029] 또한 유리 기판 위에 형성된 금속 나노 입자는 특정한 파장에서 국부 표면 플라즈몬 공명을 일으키고 광 흡수율이 증가하게 된다.

[0030] 도 6은 도 5까지 제작된 박막 위에 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(9)을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

[0031] 도 4의 방법과 같이 스퍼터링(sputtering)을 이용하여 금속 박막(8)을 증착한 후 온도와 시간을 변수로 열처리를 해주면 유리기판 위에 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(9)이 형성된다. 이때 금속 나노 입자는 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al)등이 사용될 수 있고, 크기는 100~600nm, 높이는 50~200nm 정도가 될 것이다.

[0032] 도 7은 도 5까지 제작된 박막 위에 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(11)을 형성하는 단계를 설명하기 위한 단면도이다.

[0033] 도 7을 참조하면, 도 5까지 제작된 박막 위에 실리카 혹은 폴리스티렌 구(10)를 스핀코팅(spin coating)하면 규칙적인 배열을 갖는 실리카 혹은 폴리스티렌 단층(monolayer)이 형성된다. 그 위에 스퍼터링을 이용하여 금속 박막(8)을 증착한 후 실리카 혹은 폴리스티렌 구를 제거하면 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(11)이 형성된다. 상기 실리카 혹은 폴리스티렌 구는 산란부(scatterer)의 역할을 하기 때문에 제거하지 않아도 된다.

[0034] 도 6에서 형성된 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(9) 및 도 7에서 형성된 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층(11)은 비결정질 실리콘 태양 전지 층에 흡수되지 않은 빛들을 산란시켜 광 경로를 증가시키고, 그로 인해 광 흡수율을 증가시키는 역할과 국부 표면 플라즈몬 공명현상으로 비결정질 실리콘 태양 전지의 광 흡수율을 증가시키는 역할을 동시에 수행한다.

[0035] 도 8은 도 6 또는 도 7까지 제작된 박막 위에 후면 반사 층 및 전극(4)을 형성하는 단계를 나타낸 단면도이다.

[0036] 따라서, 본 발명은 불규칙적인 또는 규칙적인 배열을 갖는 금속나노 입자 층을 이용하여 실리콘 박막 태양 전지를 형성하게 되면 이러한 금속 나노 입자 층이 빛을 산란시키거나 또는 국부 표면 플라즈몬 공명을 일으켜 광 흡수 효율을 향상시킬 수 있다.

[0037] 또한 본 발명은 광전 변환 효율을 향상시켜 실리콘 박막 태양 전지의 상용화에 기여할 수 있는 실리콘 박막 태양 전지를 제작하는 방법을 제공할 수 있다.

[0038] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0039] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0040] 1: 유리 기판

2: 투명 전도체 층 (Transparent Conductive Oxide, TCO)

3: 비결정질(amorphous crystalline) 실리콘 태양 전지 층

4: 후면 반사 층 및 전극

5: 미결정질(micro crystalline) 실리콘 태양 전지 층

6: 유리 기판 위에 증착된 금속 박막

7: 유리 기판 위에 형성된 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층

8: 비결정질 실리콘 또는 미결정질 실리콘 태양 전지 층 위에 증착된 금속 박막

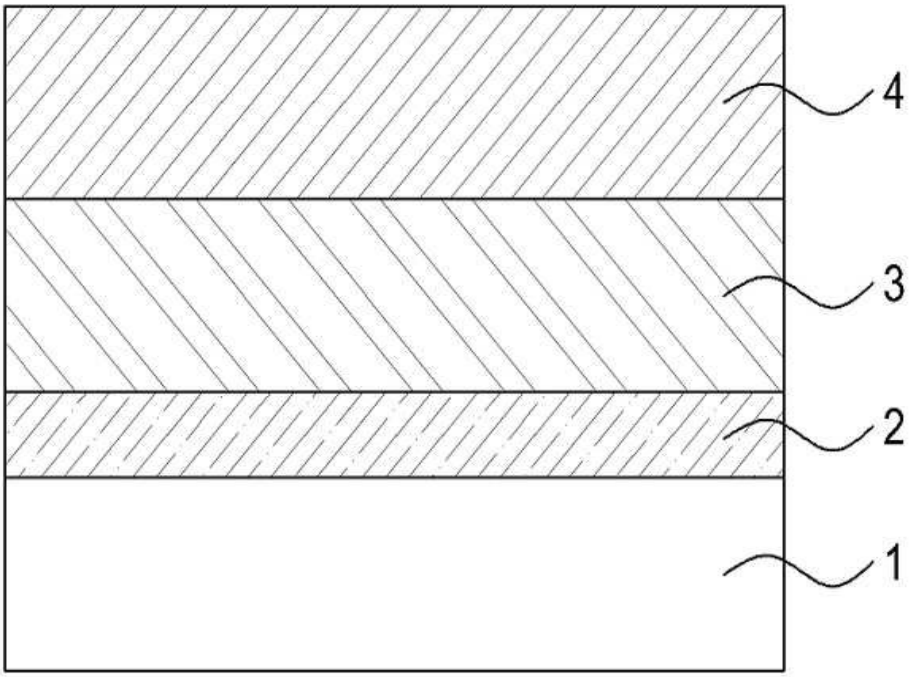
9: 비결정질 실리콘 또는 미결정질 실리콘 태양 전지 층 위에 형성된 불규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층

10: 실리카 또는 폴리스티렌 구

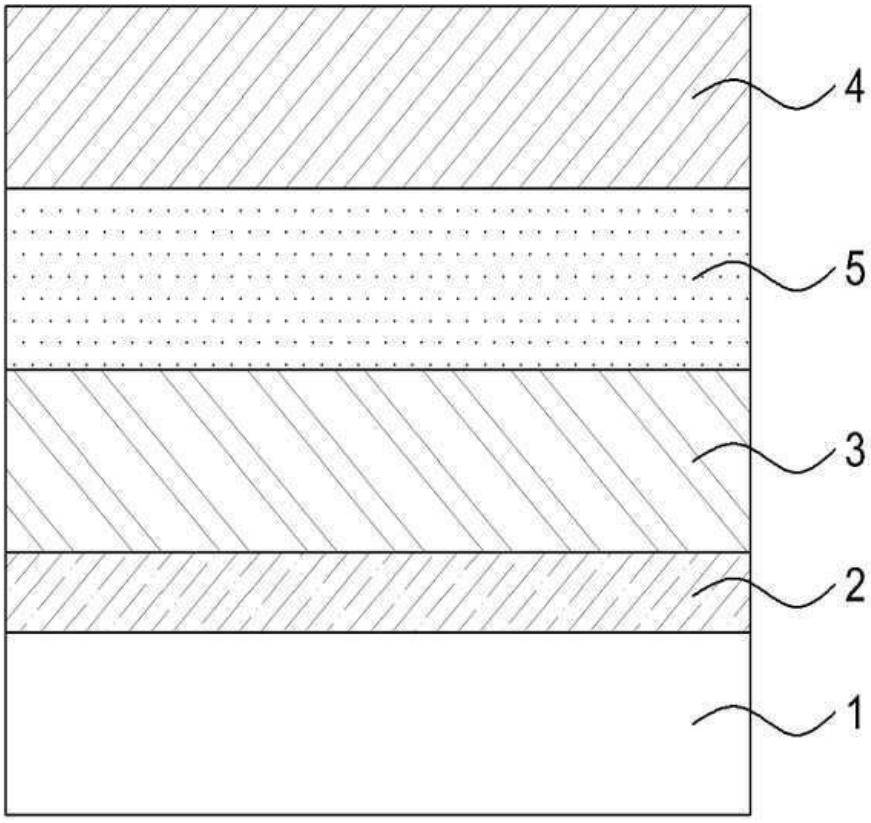
11: 비결정질 실리콘 또는 미결정질 실리콘 태양 전지 층 위에 형성된 규칙적인 배열을 갖는 금속 나노 입자 층

도면

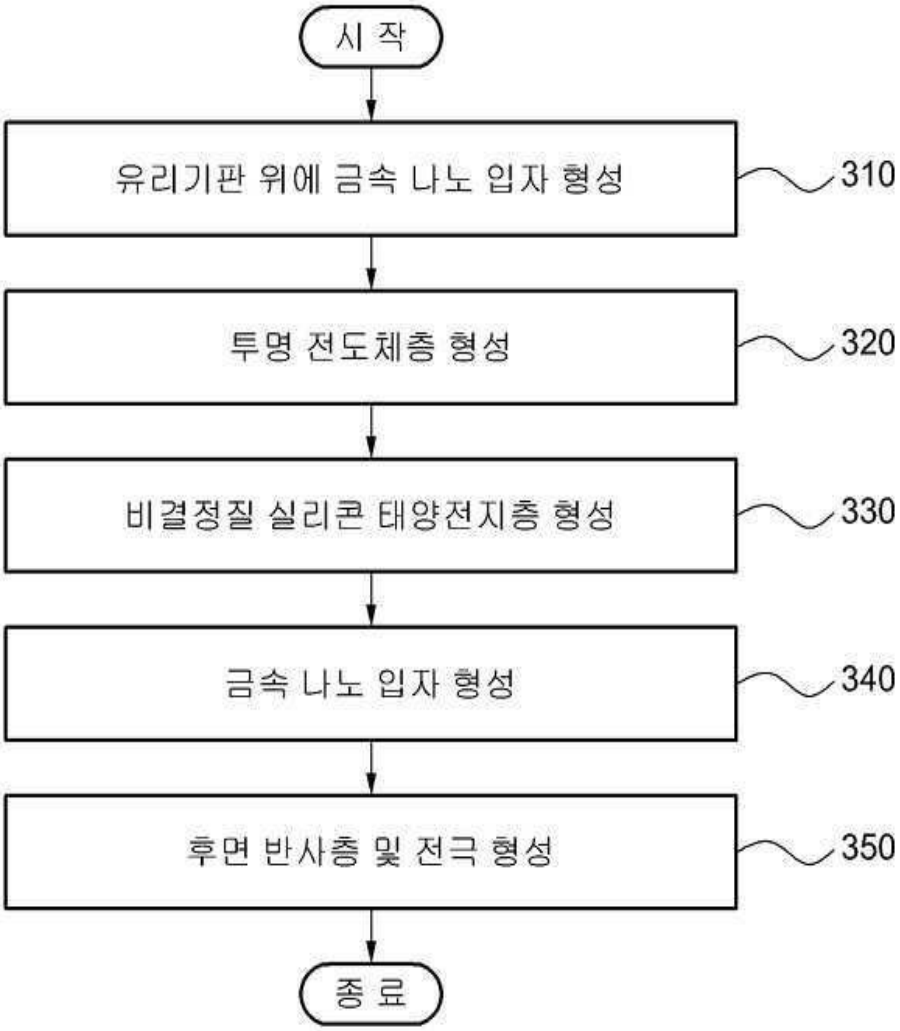
도면1



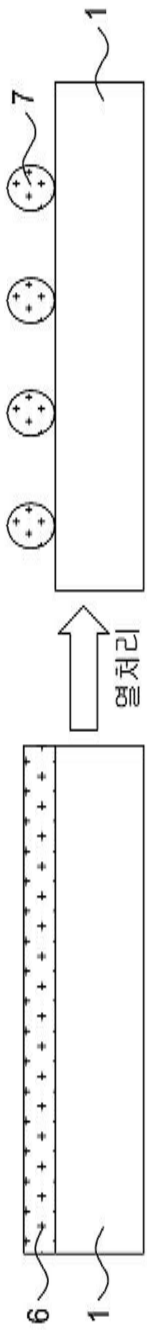
도면2



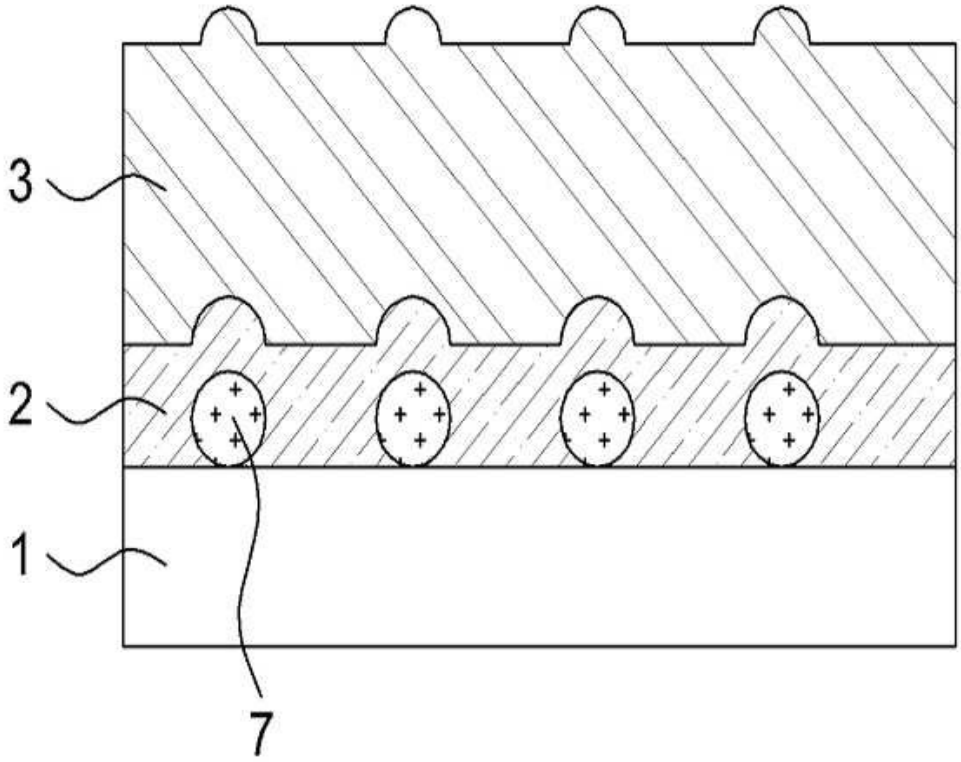
도면3


시 작
유리기판 위에 금속 나노 입자 형성
310
투명 전도체층 형성
320
비결정질 실리콘 태양전지층 형성
330
금속 나노 입자 형성
340
후면 반사층 및 전극 형성
350
종 료

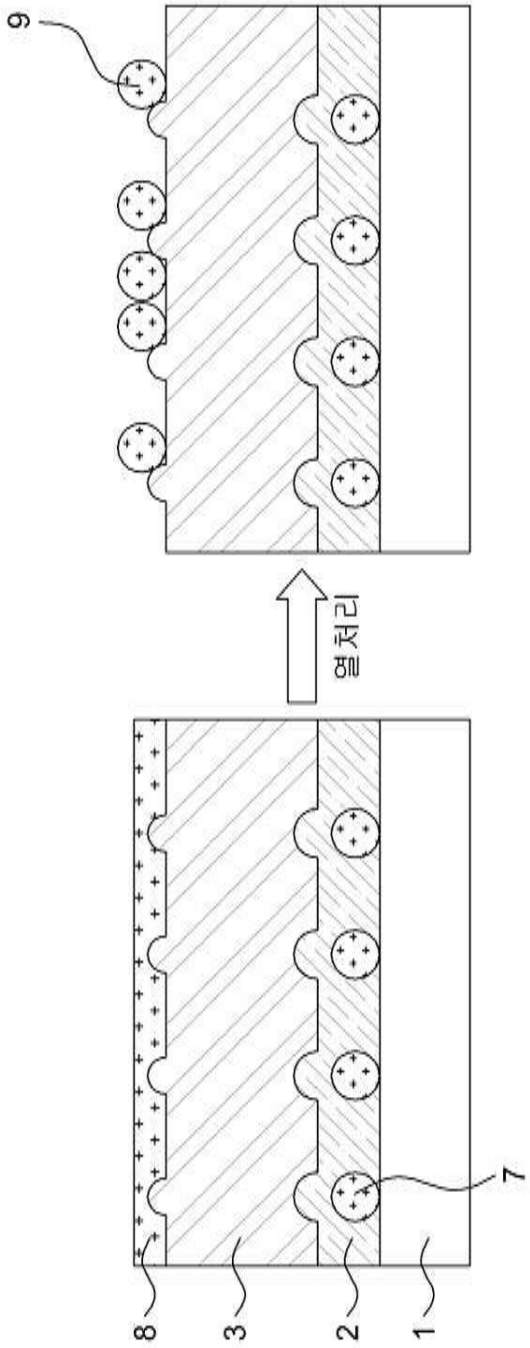
도면4



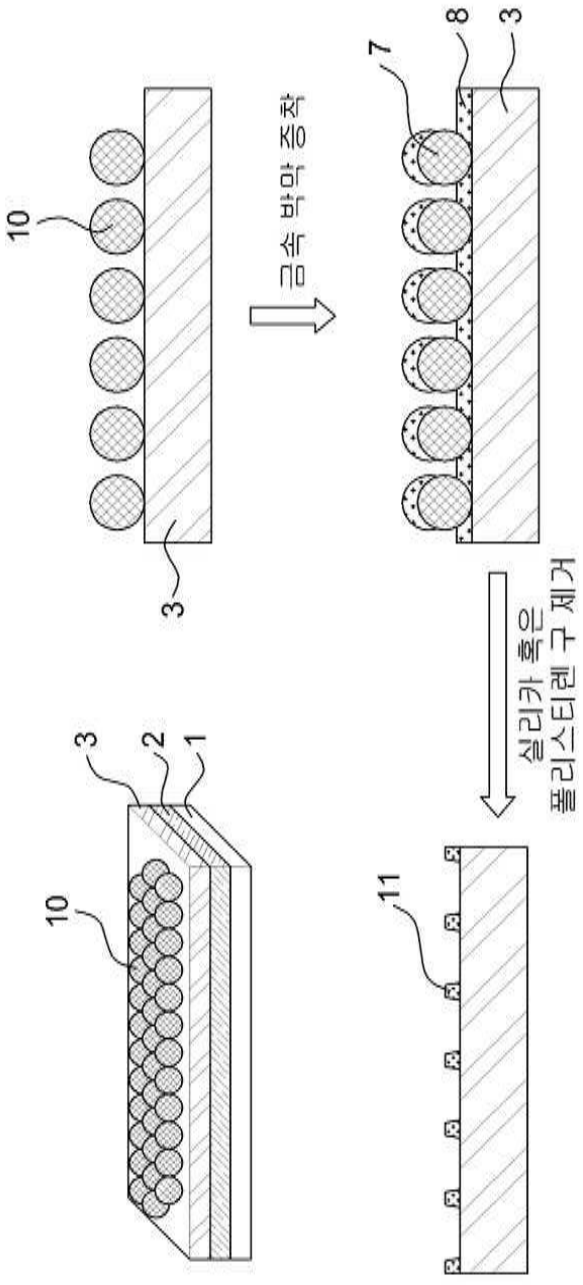
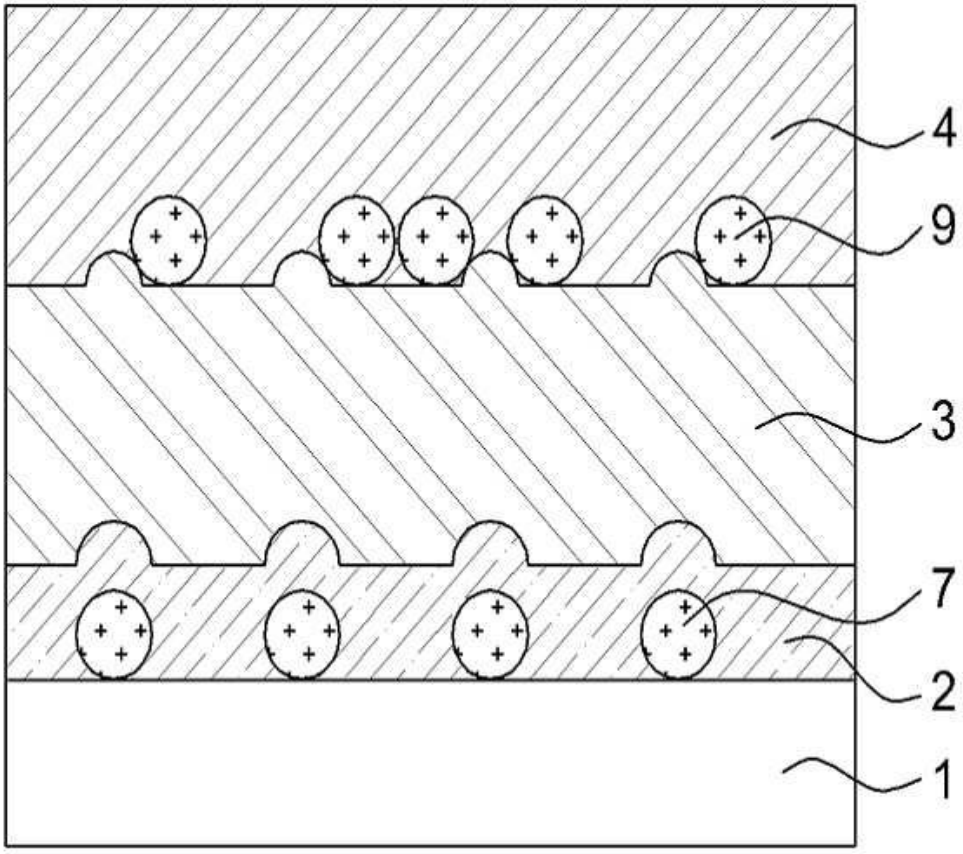
도면5



도면6



도면7



도면8