



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0143937
(43) 공개일자 2016년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/0236 (2006.01)
H01L 31/0392 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/022425 (2013.01)
H01L 31/02366 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0079311
(22) 출원일자 2015년06월04일
심사청구일자 2015년06월04일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이현
서울특별시 서초구 동광로22길 23 302호 (방배동, 그랑시엘방배)
김양두
서울특별시 성북구 인촌로22길 6-3 고려대학교 자연계캠퍼스 공학별관 302
(74) 대리인
이동건

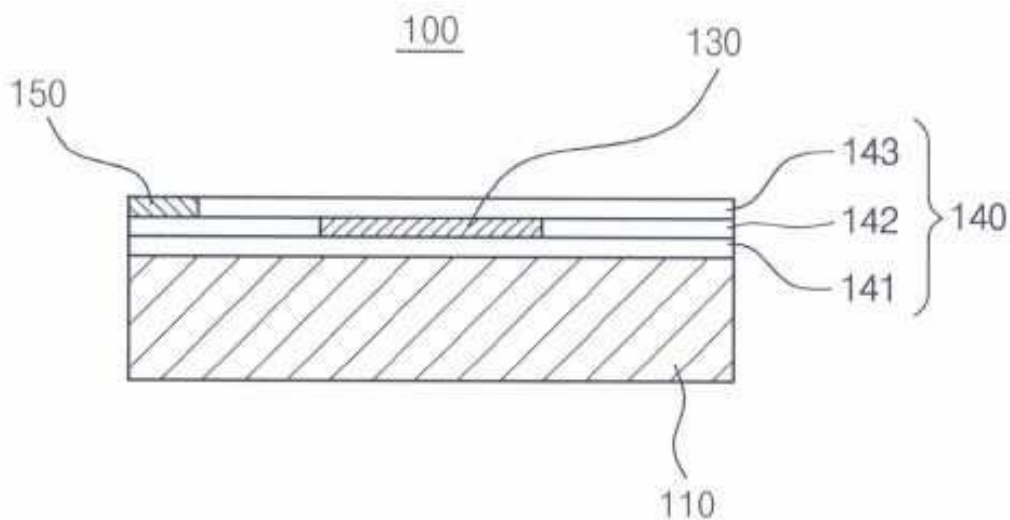
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 태양 전지용 전극 구조물 및 이의 제조방법

(57) 요약

태양 전지용 전극 구조물은 전극층, 상기 전극층의 상부에 배치되며, 상호 이격된 복수의 도전성 나노 패턴들 및 상기 전극층 상에 상기 도전성 나노 패턴들을 사이에 개재되며, 상기 전극층으로 또는 상기 전극층으로부터 전하를 수송할 수 있는 전하 수송층을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/0392 (2013.01)

H01L 31/04 (2013.01)

H01L 31/18 (2013.01)

Y02E 10/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전극층;

상기 전극층의 상부에 배치되며, 상호 이격된 복수의 도전성 나노 패턴들; 및

상기 전극층 상에 상기 도전성 나노 패턴들을 사이에 개재되며, 상기 전극층으로 또는 상기 전극층으로부터 전하를 수송할 수 있는 전하 수송층을 포함하는 태양 전지용 전극 구조물

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 상기 전하 수송층을 이루는 다수의 전하 수송 박막들 상에 각각 적층된 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 상기 전극층으로부터 제1 거리로 이격된 제1 도전성 나노 패턴; 및 상기 전극층으로부터 상기 제1 거리보다 큰 제2 거리로 이격된 제2 도전성 나노 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물.

청구항 4

전극층을 준비하는 단계;

상기 전극층의 상부에 상호 이격된 복수의 도전성 나노 패턴들을 형성하는 단계; 및

상기 전극층의 상부 및 상기 도전성 나노 패턴들을 사이에, 상기 전극층으로 또는 상기 전극층으로부터 전하를 수송할 수 있는 전하 수송층을 형성하는 단계를 포함하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들을 형성하는 단계는, 상기 전극층으로부터 제1 거리로 이격된 제1 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 전극층으로부터 상기 제1 거리보다 큰 제2 거리로 이격된 제2 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하는 단계는 증착 공정 및 리프트 공정을 순차적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하는 단계는,

상기 전극층 상에 제1 전하 수송 박막을 형성하는 단계;

상기 제1 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제1 형성 영역을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제1 리프트 오프 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 형성 영역에 해당하는 상기 제1 전하 수송 박막 및 상기 제1 리프트 오프 패턴 상에 제1 예비 도전성 나노 박막을 형성하는 단계;

상기 제1 리프트 오프 패턴을 리프트 오프시켜 상기 제1 형성 영역에 제1 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 형성 영역을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제2 전하 수송 박막을 형성하는 단계;

상기 제2 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제2 리프트 오프 패턴을 형성하는 단계;

상기 제2 형성 영역에 해당하는 상기 제2 전하 수송 박막 및 상기 제2 리프트 오프 패턴 상에 제2 예비 도전성 나노 박막을 형성하는 단계;

상기 제2 리프트 오프 패턴을 리프트 오프시켜 상기 제2 형성 영역에 제2 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제3 전하 수송 박막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 복수의 전사 공정들을 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하는 단계는,

상기 전극층 상에 제1 전하 수송 박막을 형성하는 단계;

상기 제1 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제1 형성 영역에 형성된 돌출부를 갖는 제1 스탬프를 이용하여 상기 돌출부에 도전성 나노 입자를 포함하는 제1 예비 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 예비 도전성 나노 패턴을 상기 제1 전하 수송 박막에 전사하여 상기 제1 전하 수송 박막 상에 상기 제1 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계;

상기 제1 도전성 나노 패턴을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제2 전하 수송 박막을 형성하는 단계;

상기 제2 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제2 형성 영역에 형성된 돌출부를 갖는 제2 스탬프를 이용하여 상기 돌출부에 도전성 나노 입자를 포함하는 제2 예비 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계;

상기 제2 예비 도전성 나노 패턴을 상기 제2 전하 수송 박막에 전사하여 상기 제2 전하 수송 박막 상에 상기 제2 도전성 나노 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제3 전하 수송 박막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양 전지용 전극 구조물 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 태양광을 전기 에너지로 변환하는 태양 전지용 전극 구조물 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 석유 및 석탄과 같은 기존의 화석에너지 자원이 고갈되고, 후쿠시마 원전사고의 예처럼 안전한 에너지원으로 대체할 수 있고, 지구 온난화 문제가 대두되면서 환경오염을 줄일 수 있는 에너지원 개발에 많은 연구가 되고 있으며 이 중 태양광을 이용한 태양 에너지는 무한히 이용할 수 있어 특히 많은 연구가 진행되고 있다.

[0003] 태양광을 이용한 태양전지는 광기전력 효과(photovoltaic effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로 실리콘 태양전지가 대표적이고, 일반적인 상용 태양전지는 p형과 n형의 반도체로 구성되고, 전후면 전극을 갖추어 광조사에 의해 엑티브층에서 생성된 전자와 정공은 분리되어 전하 수송층을 경유하여 전극들에 수집된다. 이로써 태양전지의 단위 셀들이 형성된다.

[0004] 상기 태양 전지의 단위 셀에는 엑티브층을 기준으로 상부 및 하부에 각각 전극 구조물들이 각각 구비된다.

[0005] 여기서, 상기 전극 구조물을 통해 입사되는 태양광이 상기 액티브층에 도달하지 못하고 소멸되어 광흡수율이 저하되는 문제가 있다. 이로 인하여 상기 태양 전지의 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 일 목적은 개선된 광흡수율을 갖는 태양 전지용 전극 구조물을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 태양 전지용 전극 구조물을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물은, 전극층, 상기 전극층의 상부에 배치되며, 상호 이격된 복수의 도전성 나노 패턴들 및 상기 전극층 상에 상기 도전성 나노 패턴들을 사이에 개재되며, 상기 전극층으로 또는 상기 전극층으로부터 전하를 수송할 수 있는 전하 수송층을 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 상기 전하 수송층을 이루는 다수의 전하 수송 박막들 상에 각각 적층될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 상기 전극층으로부터 제1 거리로 이격된 제1 도전성 나노 패턴 및 상기 전극층으로부터 상기 제1 거리보다 큰 제2 거리로 이격된 제2 도전성 나노 패턴을 포함한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법에 있어서, 전극층을 준비한 후, 상기 전극층의 상부에 상호 이격된 복수의 도전성 나노 패턴들을 형성한다. 이후, 상기 전극층의 상부 및 상기 도전성 나노 패턴들을 사이에, 상기 전극층으로 또는 상기 전극층으로부터 전하를 수송할 수 있는 전하 수송층을 형성한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들을 형성하기 위하여, 상기 전극층으로부터 제1 거리로 이격된 제1 도전성 나노 패턴을 형성하고, 상기 전극층으로부터 상기 제1 거리보다 큰 제2 거리로 이격된 제2 도전성 나노 패턴을 형성한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하기 위하여, 증착 공정 및 리프트 공정을 순차적으로 수행될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하기 위하여, 상기 전극층 상에 제1 전하 수송 박막을 형성하고, 상기 제1 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제1 형성 영역을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제1 리프트 오프 패턴을 형성한다. 상기 제1 형성 영역에 해당하는 상기 제1 전하 수송 박막 및 상기 제1 리프트 오프 패턴 상에 제1 예비 도전성 나노 박막을 형성하고, 상기 제1 리프트 오프 패턴을 리프트 오프시켜 상기 제1 형성 영역에 제1 도전성 나노 패턴을 형성한다. 상기 제1 형성 영역을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제2 전하 수송 박막을 형성하고, 상기 제2 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제2 리프트 오프 패턴을 형성한다. 상기 제2 형성 영역에 해당하는 상기 제2 전하 수송 박막 및 상기 제2 리프트 오프 패턴 상에 제2 예비 도전성 나노 박막을 형성하고, 상기 제2 리프트 오프 패턴을 리프트 오프시켜 상기 제2 형성 영역에 제2 도전성 나노 패턴을 형성한다. 이후, 상기 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제3 전하 수송 박막을 형성한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들은 복수의 전사 공정들을 통하여 형성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전성 나노 패턴들 및 상기 전하 수송층을 형성하기 위하여, 상기 전극층 상에 제1 전하 수송 박막을 형성한다. 상기 제1 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제1 형성 영역에 형성된 돌출부를 갖는 제1 스탬프를 이용하여 상기 돌출부에 도전성 나노 입자를 포함하는 제1 예비 도전성 나노 패턴을 형성한다. 상기 제1 예비 도전성 나노 패턴을 상기 제1 전하 수송 박막에 전사하여 상기 제1 전하 수송 박막 상에 상기 제1 도전성 나노 패턴을 형성한다. 상기 제1 도전성 나노 패턴을 제외한 상기 제1 전하 수송 박막 상에 제2 전하 수송 박막을 형성하고, 상기 제2 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제2 형성 영역에 형성된 돌출부를 갖는 제2 스탬프를 이용하여 상기 돌출부에 도전성 나노 입자를 포함하는 제2 예비 도전성 나노 패턴을 형성한다. 상기 제2 예비 도전성 나노 패턴을 상기 제2 전하 수송 박막에 전사하여 상기 제2 전하 수송 박막 상에 상기 제

2 도전성 나노 패턴을 형성하고, 상기 제2 형성 영역을 제외한 상기 제2 전하 수송 박막 상에 제3 전하 수송 박막을 형성한다.

발명의 효과

[0017] 상술한 태양 전지용 전극 구조물 및 이의 제조방법에 따르면, 전극층 상에 상호 이격된 도전성 나노 패턴들이 메타 구조를 형성하고 상기 도전성 나노 패턴들 사이에 개재된 전하 수송층이 구비됨으로써, 개선된 광흡수율을 가질 수 있다. 이로써 상기 전극 구조물이 태양 전지에 적용될 경우, 상기 태양전지의 광전 변환 효율이 증대될 수 있다.

[0018] 또한, 리프트 오프 공정 또는 전사 공정을 이용하여 여러 가지 다양한 형상의 도전성 나노 패턴들이 구현 가능함으로써 메타 구조를 갖는 태양 전지 구조물을 용이하게 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 3a 내지 도 3h는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0022] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] <태양 전지용 전극 구조물>

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물(100)은 전극층(110), 복수의 도전성 나노 패턴들(130, 150) 및 전하 수송층(140)을 포함한다.

[0027] 상기 전극층(110)은 박막 형태로 기판(미도시) 상에 형성될 수 있다. 상기 전극층(110)은 투명성 도전 물질로서 ITO 물질로 이루어질 수 있다. 특히, 상기 전극 구조물이 상부 전극으로 이용될 경우, 상기 전극층(110)은 투명

성 도전 물질로 이루어질 수 있다.

- [0028] 이와 다르게, 상기 전극 구조물이 하부 전극으로 이용될 경우, 상기 전극층(110)은 금속으로 이루어질 수 있다. 상기 전극층(110)은 Ag, Au, Pt, Au, Al 및 이들의 합금 중 하나로 이루어질 수 있다.
- [0029] 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상기 전극층(110)의 상부에 배치된다. 또한, 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상기 전극층(110)로부터 이격되어 배치된다. 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상호 이격되어 배치된다.
- [0030] 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상기 전극층(110)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 이와 다르게, 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상기 전극층(110)과 다른 물질로 이루어질 수 있다.
- [0031] 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 서로 다른 평면에서 배치되어 복층으로 적층된 스택 구조를 가질 수 있다.
- [0032] 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상기 전극층(110)로부터 제1 거리로 이격된 제1 도전성 나노 패턴(130) 및 상기 전극층(110)로부터 제2 거리로 이격된 제2 도전성 나노 패턴(150)을 포함할 수 있다. 이때 상기 제2 거리는 상기 제1 거리보다 클 수 있다.
- [0033] 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150) 각각은 바(bar)형상을 가질 수 있다. 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상호 평행하게 제1 방향으로 연장될 수 있다. 이와 다르게 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 서로 다른 평면에서 상호 교차하도록 연장되어 크로스 바(cross bar) 형상을 가질 수 있다.
- [0034] 한편, 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150) 각각은 C자 형상을 가질 수 있다. 또한, 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 서로 다른 평면에서 각각 S자 형상을 가질 수 있다. 이때 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150)은 상호 교차하도록 형성됨에 따라 짐에 따라 전체적으로 군 (swastika) 형상을 가질 수 있다.
- [0035] 상기 전하 수송층(140)은 상기 전극층(110) 상 및 상기 도전성 나노 패턴들(130, 150) 사이에 개재된다. 상기 전하 수송층(140)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다. 상기 전하 수송층(140)은 상기 전극층으로부터 전자 또는 정공과 같은 전하를 액티브층으로 전달하거나, 상기 액티브층에서 발생한 전하를 상기 전극층으로 효과적으로 전달할 수 있다.
- [0036] 상기 전하 수송층(140)은 다층으로 적층된 복수의 전하 수송 박막들을 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 태양 전지용 전극 구조물에 광이 입사될 경우, 상기 나노 도전성 패턴들(130, 150)이 메타 구조를 형성하고, 상기 나노 도전성 패턴들(130, 150)의 크기, 모양, 물질, 길이, 층수 등을 변화시켜 태양 전지용 전극 구조물의 광 흡수율을 증대시킬 수 있다.
- [0038] <태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법>
- [0039] 도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0040] 도 2a를 참조하면, 상기 전극층(110) 상에 제1 전하 수송 박막(141)을 형성한다. 상기 제1 전하 수송 박막(141)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 제1 전하 수송 박막(141)은 솔-젤 공정 또는 원자층 증착(atomic layer deposition; ALD) 공정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제1 전하 수송 박막(141)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다.
- [0041] 이후, 상기 제1 전하 수송 박막(141) 상에 제1 리프트 오프 패턴(161)을 형성한다. 상기 제1 리프트 오프 패턴(161)은 제1 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제1 형성 영역을 제외한 영역에 형성될 수 있다. 상기 제1 리프트 오프 패턴(161)은 전자빔 리소그래피(e-beam lithography) 공정, 레이저 인터피어런스 리소그래피(laser interference lithography) 공정, 극단자외선 리소그래피(EUV lithography) 공정, 포토리소그래피(photolithography) 공정, 나노임프린트 리소그래피(nanoimprint lithography) 공정 등을 통하여 형성될 수 있다.
- [0042] 도 2b를 참조하면, 상기 제1 리프트 오프 패턴(161) 및 상기 제1 형성 영역에 해당하는 상기 제1 전하 수송 박막(141) 상에 제1 예비 도전성 나노 박막(131)을 형성한다. 상기 제1 예비 도전성 나노 박막(131)은 스퍼터링 공정 또는 전자빔 기화 공정을 통하여 형성될 수 있다.

- [0043] 도 2c를 참조하면, 상기 제1 리프트 오프 패턴(161)을 상기 제1 전하 수송 박막(141)으로부터 리프트 오프시켜, 상기 제1 전하 수송 박막(141) 상에 제1 도전성 나노 패턴(130)을 형성한다. 상기 제1 도전성 나노 패턴(130)은 상기 제1 형성 영역에 형성될 수 있다.
- [0044] 도 2d를 참조하면, 상기 제1 형성 영역을 제외한 영역 내 및 상기 제1 전하 수송 박막(141) 상에 제2 전하 수송 박막(142)을 형성한다. 상기 제2 전하 수송 박막(142)은 상기 제1 전하 수송 박막(141)과 동일한 공정을 통하여 형성될 수 있다. 즉, 상기 제2 전하 수송 박막(142)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 제2 전하 수송 박막(141)은 솔-젤 공정 또는 원자층 증착(atomic layer deposition; ALD) 공정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제2 전하 수송 박막(141)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다.
- [0045] 도 2e를 참조하면, 상기 제2 전하 수송 박막(142) 상에 제2 리프트 오프 패턴(162)을 형성한다. 상기 제2 리프트 오프 패턴(162)은 제2 도전성 나노 패턴을 형성하기 위한 제2 형성 영역을 제외한 영역에 형성될 수 있다. 상기 제2 리프트 오프 패턴(162)은 전자빔 리소그래피(e-beam lithography) 공정, 레이저 인터페어런스 리소그래피(laser interference lithography) 공정, 극단자외선 리소그래피(EUV lithography) 공정, 포토리소그래피(photolithography) 공정, 나노임프린트 리소그래피(nanoimprint lithography) 공정 등을 통하여 형성될 수 있다.
- [0046] 도 5f를 참조하면, 상기 제2 리프트 오프 패턴(162) 및 상기 제2 형성 영역에 해당하는 상기 제2 전하 수송 박막(142) 상에 제2 예비 도전성 나노 박막(151)을 형성한다. 상기 제2 예비 도전성 나노 박막(151)은 스퍼터링 공정 또는 전자빔 기화 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0047] 도 2g를 참조하면, 상기 제2 리프트 오프 패턴(162)을 상기 제2 전하 수송 박막(142)으로부터 리프트 오프시켜, 상기 제2 전하 수송 박막(142) 상에 제2 도전성 나노 패턴(150)을 형성한다. 상기 제2 도전성 나노 패턴(150)은 상기 제2 형성 영역에 형성될 수 있다.
- [0048] 도 5h를 참조하면, 상기 제2 형성 영역을 제외한 영역 내 및 상기 제2 전하 수송 박막(142) 상에 제3 전하 수송 박막(143)을 형성한다.
- [0049] 이로써, 상기 리프트 오프 공정들을 이용하여 상기 제1 및 제2 도전성 나노 패턴들(130, 150)이 적층된 상태로 메타 구조를 형성함에 따라 상기 전극층(110), 제1 및 제2 도전성 나노 패턴들(130, 150) 및 전하 수송층(140)을 포함하는 태양 전지용 전극 구조물이 형성될 수 있다.
- [0050] 도 3a 내지 도 3h는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 전지용 전극 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0051] 도 3a를 참조하면, 제1 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제1 형성 영역에 형성된 돌출부(35)를 갖는 제1 스탬프(30)를 이용하여 상기 돌출부(35) 상에 도전성 나노 입자를 포함하는 제1 예비 도전성 나노 패턴(331)을 형성한다. 상기 제1 예비 도전성 나노 패턴(331)은 스퍼터링 공정 또는 전자빔 기화 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0052] 도 3b를 참조하면, 전극층(310) 상에 제1 전하 수송 박막(341)을 형성한다. 상기 제1 전하 수송 박막(341)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 제1 전하 수송 박막(341)은 솔-젤 공정 또는 원자층 증착(atomic layer deposition; ALD) 공정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제1 전하 수송 박막(341)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다.
- [0053] 이어서, 상기 제1 스탬프(30)에 형성된 제1 예비 도전성 나노 패턴(331)을 상기 제1 전하 수송 박막(341)에 전사한다. 상기 전사 공정 전에, 상기 제1 전하 수송 박막(341) 상에 자기결합 단일막(self-assembled monolayer)을 형성하거나, 자외선/오존 처리(UV/O₃ treatment)하는 전처리 공정이 추가적으로 수행될 수 있다. 이로써, 상기 제1 전하 수송 박막(341) 및 상기 제1 예비 도전성 나노 패턴(331) 간의 결합력이 개선될 수 있다.
- [0054] 도 3c를 참조하면, 상기 제1 스탬프(30)를 상기 제1 전하 수송 박막(341)으로부터 제거함으로써 상기 제1 전하 수송 박막(341) 상에 제1 도전성 나노 패턴(330)을 형성한다.
- [0055] 도 3d를 참조하면, 상기 제1 전하 수송 박막(341) 상에 상기 제1 형성 영역을 제외한 나머지 영역 내에 제2 전하 수송 박막(342)을 형성한다. 상기 제2 전하 수송 박막(342)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 제2 전하 수송 박막(342)은 솔-젤 공정 또는 원자층 증착(atomic layer deposition; ALD) 공

정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제2 전하 수송 박막(342)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다.

[0056] 도 3e를 참조하면, 제2 도전성 나노 패턴의 형성 영역인 제2 형성 영역에 형성된 돌출부(45)를 갖는 제2 스탬프(40)를 이용하여 상기 돌출부(45)에 도전성 나노 입자를 포함하는 제2 예비 도전성 나노 패턴(351)을 형성한다. 상기 제2 예비 도전성 나노 패턴(351)은 스퍼터링 공정 또는 전자빔 기화 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0057] 도 3f를 참조하면, 상기 제2 스탬프(40)에 형성된 제2 예비 도전성 나노 패턴(351)을 상기 제2 전하 수송 박막(341) 상에 전사한다. 상기 전사 공정 전에, 상기 제2 전하 수송 박막(341) 상에 자기결합 단일막(self-assembled monolayer)을 형성하거나, 자외선/오존 처리(UV/O₃ treatment)하는 전처리 공정이 추가적으로 수행될 수 있다. 이로써, 상기 제2 전하 수송 박막(341) 및 상기 제2 예비 도전성 나노 패턴(351) 간의 결합력이 개선될 수 있다.

[0058] 도 3g를 참조하면, 상기 제2 스탬프(40)를 상기 제2 전하 수송 박막(342)으로부터 제거함으로써 상기 제2 전하 수송 박막(342) 상에 제2 도전성 나노 패턴(350)을 형성한다.

[0059] 도 3h를 참조하면, 상기 제2 전하 수송 박막(342) 상에 상기 제2 형성 영역을 제외한 나머지 영역 내에 제3 전하 수송 박막(343)을 형성한다. 상기 제3 전하 수송 박막(343)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제3 전하 수송 박막(343)은 스핀 코팅 고정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 제3 전하 수송 박막(343)은 솔-젤 공정 또는 원자층 증착(atomic layer deposition; ALD) 공정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 제3 전하 수송 박막(343)은 실리콘 산화물, 아연 산화물 등으로 이루어질 수 있다.

[0060] 이로써, 상기 전사 공정들을 이용하여 상기 제1 및 제2 도전성 나노 패턴들(330, 350)이 적층된 상태로 메타 구조를 형성함에 따라 상기 전극층(310), 제1 및 제2 도전성 나노 패턴들(330, 350) 및 전하 수송층(340)을 포함하는 태양 전지용 전극 구조물이 형성될 수 있다.

산업상 이용가능성

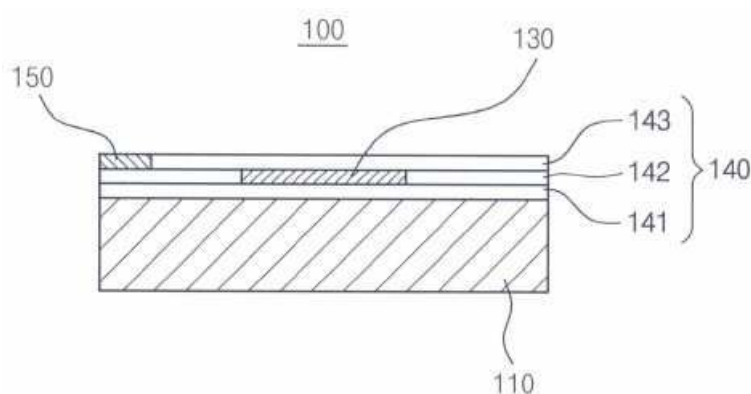
[0061] 상술한 태양 전지용 전극 구조물 및 이의 제조방법에 따르면, 전극층 상에 상호 이격된 도전성 나노 패턴들 및 그 사이에 개재된 전하 수송층이 구비됨에 따라 상기 태양 전지용 전극 구조물의 광흡수율이 개선될 수 있다.

[0062] 또한, 리프트 오프 공정, 또는 전사 공정을 이용하여 여러 가지 다양한 형상의 도전 나노 패턴들이 구현되어 용이하게 메타 구조를 갖는 태양 전지용 전극 구조물이 형성될 수 있다.

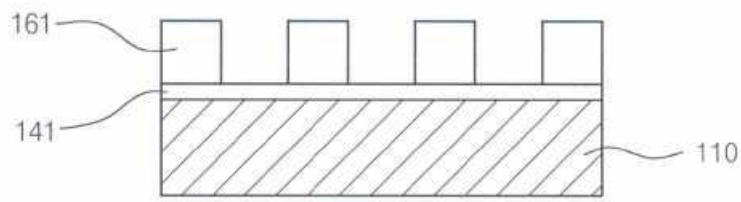
[0063] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

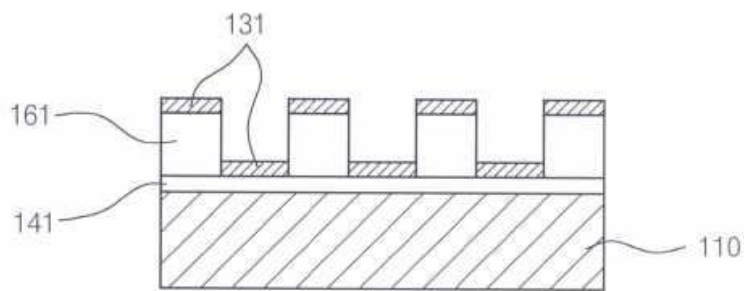
도면1



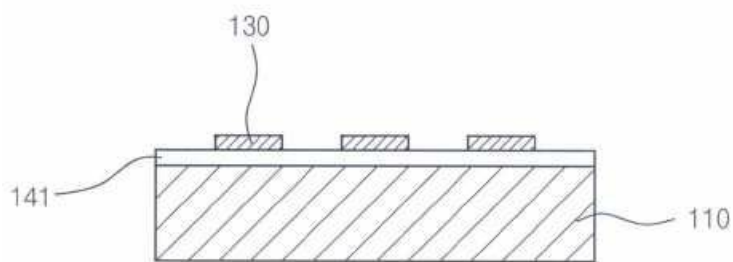
도면2a



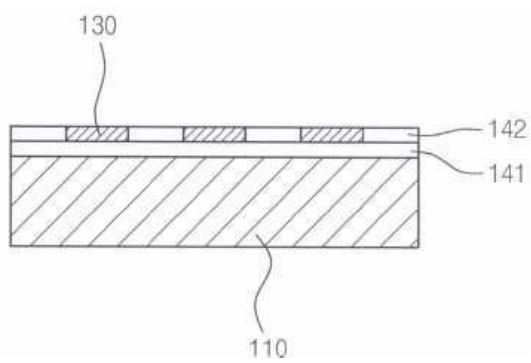
도면2b



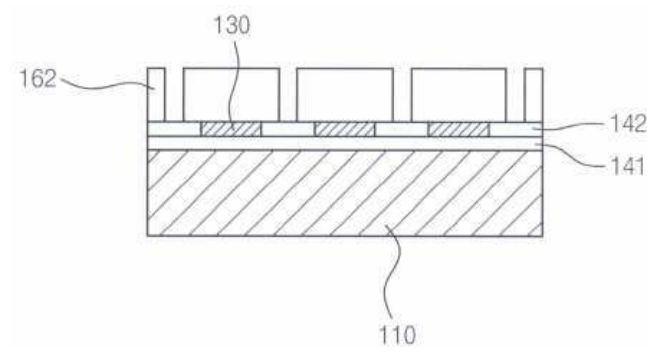
도면2c



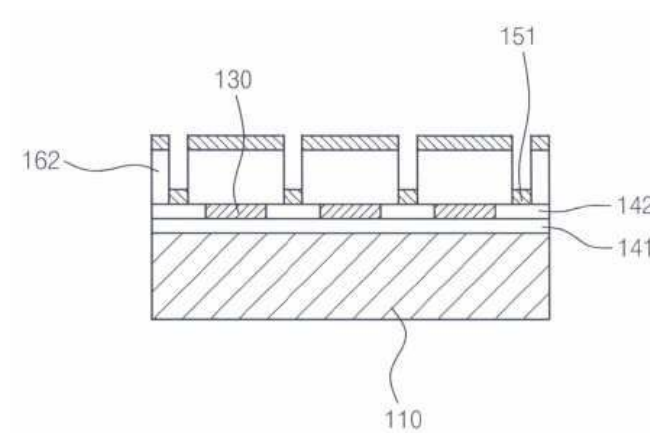
도면2d



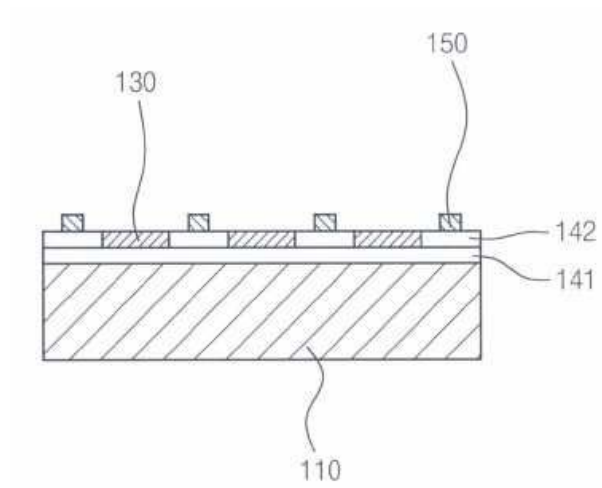
도면2e



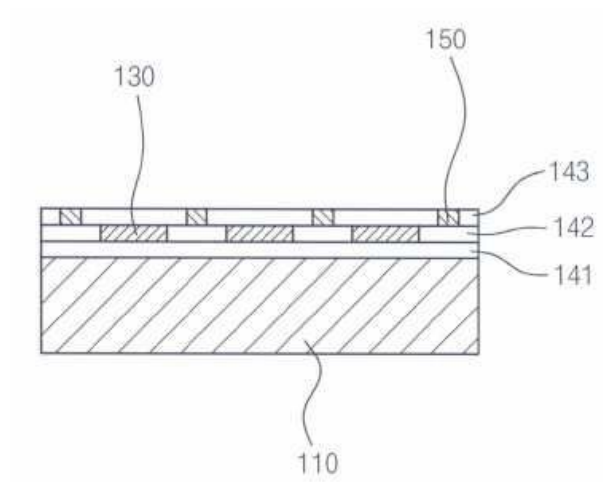
도면2f



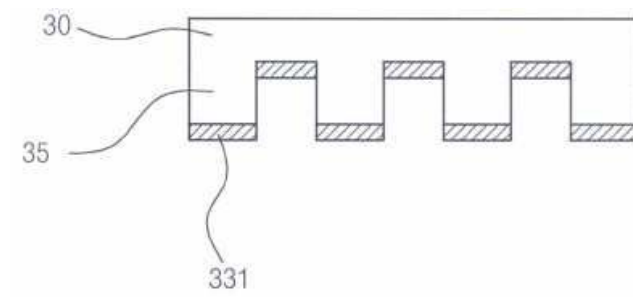
도면2g



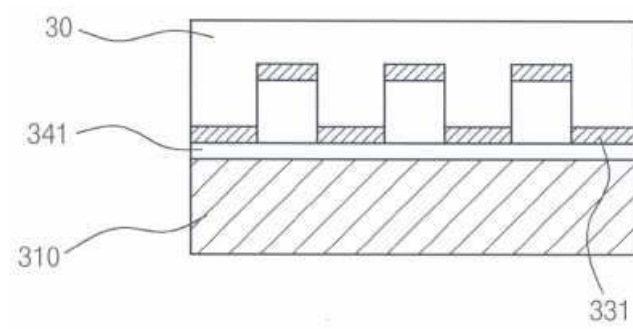
도면2h



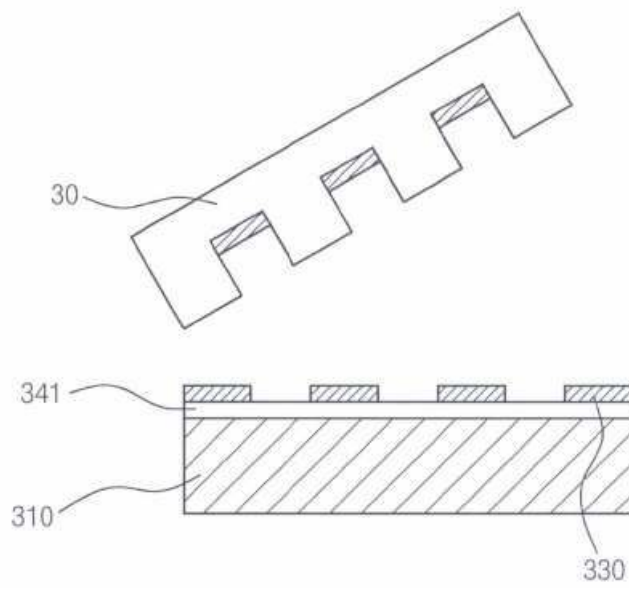
도면3a



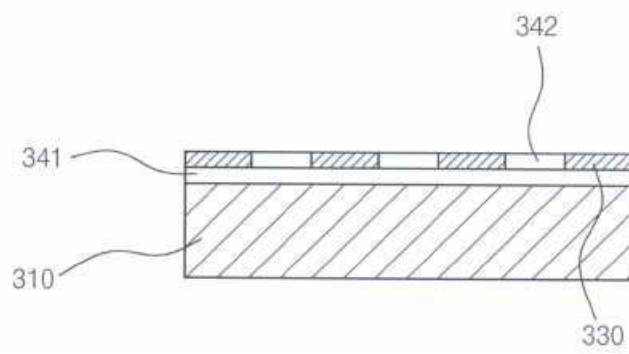
도면3b



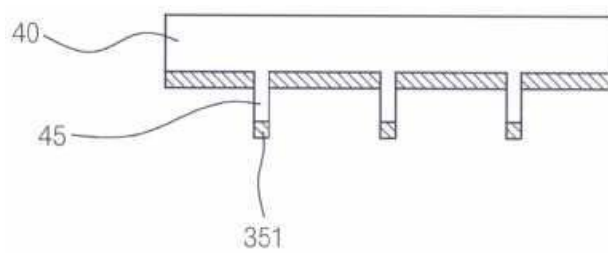
도면3c



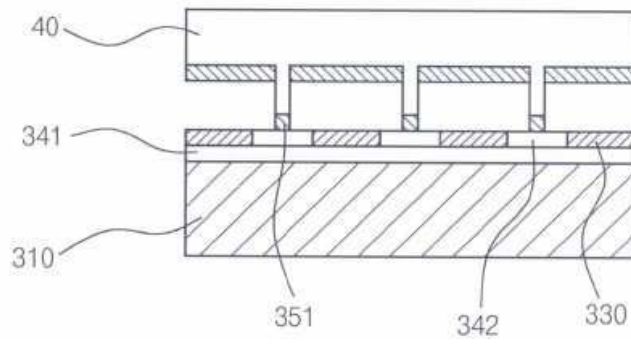
도면3d



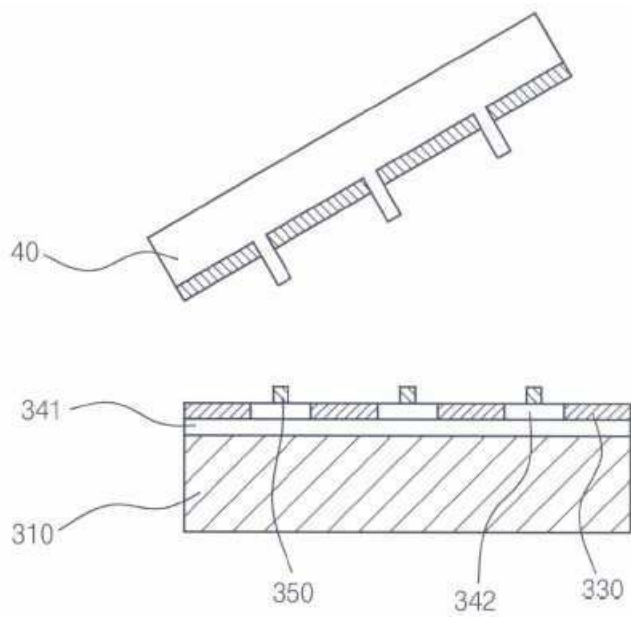
도면3e



도면3f



도면3g



도면3h

