



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월07일
(11) 등록번호 10-1703443
(24) 등록일자 2017년01월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/04 (2014.01)
B82Y 20/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/1892 (2013.01)
H01L 31/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0131924
(22) 출원일자 2015년09월17일
심사청구일자 2015년09월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100138703 A*
KR1020130066724 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
최경진
충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명3로 87
504동 1702호 (연제리, 모아미래도아파트)
박민주
울산광역시 울주군 구영리 모두박길 14-13, 201호
강성범
부산광역시 북구 함박봉로140번길 16, 201동 70
6호
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 안지현

(54) 발명의 명칭 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 나노와이어를 감싸는 폴리머를 유연성 재질로 구성하고, 기판과 폴리머의 분리를 간단하게 수행하여 전체 제조 비용을 낮출 수 있는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 있어서, 베이스와 상기 베이스 상단에 형성되는 에미터층을 포함하는 실리콘 기판을 준비하는 기관 준비 단계; 상기 실리콘 기판 상단에 나노 패턴을 형성하는 마스크 형성 단계; 상기 기판에 습식 에칭을 통하여 끝단에 에미터층이 형성된 나노와이어를 형성하는 나노와이어 제조 단계; 상기 나노와이어가 형성된 기판 상단에 제1폴리머층을 형성하는 제1폴리머층 형성 단계; 상기 제1폴리머층 중, 베이스와 접촉하는 부분을 제외한 나머지를 제거하는 제1폴리머층 일부 제거 단계; 상기 기판 상단에 나노와이어를 수용하는 높이이며, 상기 제1폴리머층과 다른 재질의 제2폴리머층을 형성하는 제2폴리머층 형성 단계; 상기 나노와이어의 끝단이 제2폴리머층에 돌출형성되게 제2폴리머층 상단의 일부를 제거하는 제2폴리머층 일부 제거 단계; 제2폴리머층과 베이스 사이의 제1폴리머층을 제거하는 제1폴리머층 제거 단계; 나노와이어의 하단부를 상기 베이스에서 분리하는 분리 단계; 및 상기 제2폴리머층 상단과 하단에 각각 전극층을 형성하는 전극 형성 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

H01L 31/18 (2013.01)

B82Y 20/00 (2013.01)

Y02E 10/50 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711017124
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원
연구과제명	실리콘 나노선-폴리머 복합체 기반 플렉시블 태양전지 개발
기 여 율	1/2
주관기관	울산과학기술대학교
연구기간	2014.12.01 ~ 2015.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711024536
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	첨단융합기술개발
연구과제명	마이크로 디스크 레이저 센서용 다중채널 마이크로 플루이딕 기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	울산과학기술대학교
연구기간	2015.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 있어서,
 베이스와 상기 베이스 상단에 형성되는 에미터층을 포함하는 실리콘 기판을 준비하는 기판 준비 단계;
 상기 실리콘 기판 상단에 나노 패턴을 형성하는 마스크 형성 단계;
 상기 기판에 습식 에칭을 통하여 끝단에 에미터층이 형성된 나노와이어를 형성하는 나노와이어 제조 단계;
 상기 나노와이어가 형성된 기판 상단에 제1폴리머층을 형성하는 제1폴리머층 형성 단계;
 상기 제1폴리머층 중, 베이스와 접촉하는 부분을 제외한 나머지를 제거하는 제1폴리머층 일부 제거 단계;
 상기 기판 상단에 나노와이어를 수용하는 높이이며, 상기 제1폴리머층과 다른 재질의 제2폴리머층을 형성하는 제2폴리머층 형성 단계;
 상기 나노와이어의 끝단이 제2폴리머층에 돌출형성되게 제2폴리머층 상단의 일부를 제거하는 제2폴리머층 일부 제거 단계;
 제2폴리머층과 베이스 사이의 제1폴리머층을 제거하여 제2폴리머층과 베이스를 분리하는 제1폴리머층 제거 단계;
 나노와이어의 하단부를 상기 베이스에서 분리하여 나노와이어가 삽입된 나노와이어-폴리머 복합체를 분리하는 분리 단계; 및
 상기 제2폴리머층 상단과 하단에 각각 전극층을 형성하는 전극 형성 단계;를 포함하고,
 상기 제1폴리머층의 재질은 PMMA이고, 상기 제1폴리머층 제거 단계에서 사용되는 에칭 용액은 제1폴리머층 재질에만 반응하는 것을 특징으로 하는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 나노 패턴의 크기는 50nm 내지 5 μ m인 것을 특징으로 하는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 나노와이어의 길이는 5 내지 10 μ m인 것을 특징으로 하는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제1폴리머층의 두께는 100nm 내지 2 μ m인 것을 특징으로 하는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서, 제1폴리머층 일부 제거 단계와 제2폴리머층 일부 제거 단계는 플라즈마, 에칭 및 UV처리 중 선택된 어느 하나로 수행되는 것을 특징으로 하는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법.

청구항 7

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유연성 특성을 갖는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노와이어는 직경이 나노미터 영역이고, 길이가 직경에 비해 훨씬 큰 수백 나노미터, 마이크로미터 또는 더 큰 밀리미터 단위를 갖는 선형 재료이다. 이러한 나노와이어의 물성은 그들이 갖는 직경과 길이에 의존한다.

[0003] 상기 나노와이어는 작은 크기로 인하여 미세 소자에 다양하게 응용될 수 있으며, 특정 방향에 따른 전자의 이동 특성이나 편광 현상을 나타내는 광학 특성을 이용할 수 있는 장점이 있어, FET와 같이 각종 전자소자의 핵심부품인 트랜지스터로 이용될 수 있고, 각종 화학센서 및 바이오센서 그리고 태양전지 등에 응용이 가능하다.

[0004] 나노와이어를 현재 나노 기술 분야에서 널리 연구되고 있으며, 현재 레이저와 같은 광소자, 트랜지스터 및 메모리 소자 등 다양한 분야에 널리 응용되고 있는 차세대 기술이다. 현재 나노 와이어에 사용되는 재료는 실리콘, 아연 산화물과 발광반도체인 갈륨질화물 등의 III-V족 카드뮴셀레나이드계의 II-VI족 반도체 물질 등이 있다. 현재 나노와이어 제조 공정 기술은 나노 와이어의 길이 및 폭을 조절할 수 있는 수준까지 발전했으나 기판 위의 원하는 위치에 배열하여 소자화하기 위한 기술은 아직 성숙하지 못한 상황이다.

[0005] 기존의 대표적인 코어/셸 형태의 나노와이어 제조방법으로는 예를 들어, 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition: CVD), 레이저 어블레이션법(Laser Ablation) 및 템플릿(template)을 이용하는 방법 등이 있다.

[0006] 최근 코어/셸 형태의 나노와이어 제조방법으로서, 미국 공개특허 제 2006/0273328호에서 코어/셸로 이루어진 나노 와이어를 형성시킨 후 기판과 분리시켜 셸의 한쪽을 전극으로 접촉시키고 반대편 셸의 일부분을 제거하여 드러난 코어부에 다시 전극을 형성하는 방법이 개시되었다. 여기서 p-GaN과 n-GaN을 코어 및 셸로 만든 나노 와이어로 형성시킨 후 정렬된 나노 와이어 박막 형태로 만들어 한쪽에 전극을 접촉시키고 반대편 셸을 에칭시켜 p-GaN 코어부가 드러나게 하고, 드러난 p-GaN에 전극을 형성하여 발광 소자로 이용하고 있다.

[0007] 또한 공개특허 제2004-0090524 호에는 다중벽 구조의 ZnO계 나노 와이어 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 코어부는 ZnO 나노 와이어이고 셸부는 질화물 반도체, 유전체 등으로 구성된 나노선에 대한 것이 개시되어 있다.

[0008] 또한, 공개특허 제2009-0003840호에는 코어부 및 셸부 나노와이어의 접촉을 미리 패턴을 형성한 절연막으로 차단하여 밀도 및 위치 제어가 가능한 코어/셸 형태의 나노와이어를 제조하는 방법이 개시되어 있다.

[0009] 또한 본 출원인에 의하여 출원된 특허출원 제2013-0091107호에는 대면적을 갖는 나노와이어 소자의 제조 방법이 개시되어 있다.

[0010] 한편, 상기 나노와이어는 태양전지로 적용되고 있다. 예를 들면, 등록특허 제1118334호에는 (a) 나노다공성 주형을 준비하는 단계; (b) (a) 단계의 주형 상에 금속나노입자를 도금시키는 단계; (c) (b)단계의 도금된 주형에 n형 도펀트 및 실리콘(Si)을 교대로 증착하고, 상부와 하부의 온도구배를 발생시켜 단결정 n-형 실리콘 나노와이어를 포함하는 층을 형성시키는 단계; (d) (c) 단계의 층에서 n-형 실리콘 나노와이어를 노출시키는 단계; 및 (e) (d)단계의 나노와이어에 p형 도펀트 및 실리콘(Si)을 교대로 증착하고, 이를 열처리하여 단결정 p-형 실리콘 층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지를 제조하는 방법이 개시되어 있다.

[0011] 또한, 등록특허 제1012565호에는 하부 전극 상에 형성된 제1 나노입자 층은 전자전달층으로 활용되고, 나노입자 층 상부에 형성되는 제2 나노입자 층은 정공전달층으로 활용은 구성으로, 광발전층인 나노입자층에 입사되는 태양광에 의해 발생된 전자 및 정공은 각각 전자전달층과 정공전달층으로 전달되고, 최종적으로 하부 전극 및 상

부 전극에 전하의 축적동작을 일으키는 태양전지가 개시되어 있다.

[0012] 상기한 바와 같이 나노와이어를 이용한 다양한 방식의 태양전지의 구성이 개시되어 있다. 그러나 상기 특허들은 나노와이어를 이용한 태양전지 자체의 특성 향상을 위한 구성으로, 대부분 솔리드한 기판을 사용하고 있다.

[0013] 만약 나노와이어를 감싸는 폴리머를 유연성 재질로 구성하는 경우, 태양전지 자체가 유연성 형태로 구성되어 태양전지의 활용도를 더욱더 높일 것으로 예상된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 상기와 같은 필요에 의하여 안출된 것으로, 나노와이어를 감싸는 폴리머를 유연성 재질로 구성하고, 기판과 폴리머의 분리를 간단하게 수행하여 전체 제조 비용을 낮출 수 있는 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 있어서, 베이스와 상기 베이스 상단에 형성되는 에미터층을 포함하는 실리콘 기판을 준비하는 기판 준비 단계; 상기 실리콘 기판 상단에 나노 패턴을 형성하는 마스크 형성 단계; 상기 기판에 습식 에칭을 통하여 끝단에 에미터층이 형성된 나노와이어를 형성하는 나노와이어 제조 단계; 상기 나노와이어가 형성된 기판 상단에 제1폴리머층을 형성하는 제1폴리머층 형성 단계; 상기 제1폴리머층 중, 베이스와 접촉하는 부분을 제외한 나머지를 제거하는 제1폴리머층 일부 제거 단계; 상기 기판 상단에 나노와이어를 수용하는 높이이며, 상기 제1폴리머층과 다른 재질의 제2폴리머층을 형성하는 제2폴리머층 형성 단계; 상기 나노와이어의 끝단이 제2폴리머층에 돌출형성되게 제2폴리머층 상단의 일부를 제거하는 제2폴리머층 일부 제거 단계; 제2폴리머층과 베이스 사이의 제1폴리머층을 제거하는 제1폴리머층 제거 단계; 나노와이어의 하단부를 상기 베이스에서 분리하는 분리 단계; 및 상기 제2폴리머층 상단과 하단에 각각 전극층을 형성하는 전극 형성 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게는, 상기 나노 패턴의 크기는 50nm 내지 5 μ m인 것을 특징으로 한다.

[0017] 더욱 바람직하게는, 상기 나노와이어의 길이는 5 내지 10 μ m인 것을 특징으로 한다.

[0018] 더욱 바람직하게는, 상기 제1폴리머층의 두께는 100nm 내지 2 μ m인 것을 특징으로 한다.

[0019] 더욱 바람직하게는, 상기 제1폴리머층의 재질은 PMMA인 것을 특징으로 한다.

[0020] 더욱 바람직하게는, 제1폴리머층 일부 제거 단계와 제2폴리머층 일부 제거 단계는 플라즈마, 에칭 및 UV처리 중 선택된 어느 하나로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 제1폴리머층 제거 단계에서 사용되는 에칭 용액은 제1폴리머층 재질에만 반응하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법은 2개의 다른 재질의 폴리머층을 형성하고, 2개의 폴리머층 중 기판과 접촉하는 폴리머층을 제거한 후, 나노와이어를 기판에서 분리하므로, 나노와이어를 포함하는 폴리머 복합체를 나노와이어의 손실없이 기판에서 손쉽게 분리할 수 있어, 전체 태양전지의 제조 단가를 낮출 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법의 절차도이며,

도 2는 도 1에 도시된 기판 준비 단계의 모식도이며,

도 3은 도 1에 도시된 마스크 형성 단계의 모식도이며,

도 4는 도 1에 도시된 나노와이어 제조 단계의 모식도이며,

도 5는 도 1에 도시된 제1폴리머층 형성 단계의 모식도이며,

도 6은 도 1에 도시된 제1폴리머층 일부 제거 단계의 모식도이며,
 도 7은 도 1에 도시된 제2폴리머층 형성 단계의 모식도이며,
 도 8은 도 1에 도시된 제2폴리머층 일부 제거 단계의 모식도이며,
 도 9는 도 1에 도시된 제1폴리머층 제거 단계의 모식도이며,
 도 10은 도 1에 도시된 분리 단계의 모식도이며,
 도 11은 도 1에 도시된 전극 형성 단계의 모식도이며,
 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 나노와이어의 SEM사진이며,
 도 13은 도 12의 외형 및 유연성 형태를 나타내는 사진이며,
 도 14는 도 12의 전기적 특성 그래프이며,
 도 15는 도 12의 다이오드 특성 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0025] 본 발명에 따른 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 기판 준비 단계(S1), 마스크 형성 단계(S2), 나노와이어 제조 단계(S3), 제1폴리머층 형성 단계(S4), 제1폴리머층 일부 제거 단계(S5), 제2폴리머층 형성 단계(S6), 제2폴리머층 일부 제거 단계(S7), 제1폴리머층 제거 단계(S8), 분리 단계(S9) 및 전극 형성 단계(S10)을 포함하여 구성된다.
- [0026] 이하에서는 상기 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0028] **기판 준비 단계(S1)**
- [0029] 기판 준비 단계(S1)는 도 2에 도시된 기판(1)을 준비하는 단계이다. 상기 기판(1)은 실리콘으로 구성되며, 베이스(2)와 상기 베이스(2) 상단에 형성되는 에미터층(3)을 포함하여 구성된다.
- [0030] 이때 상기 베이스(2)는 n 또는 p형으로 구성되고, 상기 에미터층(3)은 상기 베이스(2)와 대응되어 각각 n^+ 또는 p^+ 형으로 구성된다.
- [0032] **마스크 형성 단계(S2)**
- [0033] 마스크 형성 단계(S2)는 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 기판 준비 단계(S1)를 통하여 준비된 기판(1)의 상단에 나노와이어 형성을 위한 나노 패턴(4)을 형성하는 단계이다.
- [0034] 상기 나노 패턴(4)은 이후 습식 에칭을 통한 나노와이어 형성을 위한 것으로 금속 또는 폴리머 재질로 구성되는 것이 바람직하며, 통상의 패턴 형성 방법으로 구현되며, 나노 패턴(4)의 크기는 50nm 내지 5 μ m가 바람직하다.
- [0035] 상기 나노 패턴(4)의 크기는 이후 생성되는 나노와이어(5)의 폭과 동일한 크기이다.
- [0037] **나노와이어 제조 단계(S3)**
- [0038] 나노와이어 제조 단계(S3)는 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 마스크 형성 단계(S2)를 통하여 형성된 기판(1)을 습식 에칭을 통하여 에칭하여 나노와이어(5)를 형성하는 단계이며, 상기 습식 에칭 후에는 상기 나노 패턴(4)은 제거한다. 즉, 나노 패턴(4) 이외의 에미터층(3)과 일정 깊이까지의 베이스(2)는 상기 습식 에칭에 의하여 제거되어, 상기 도 4와 같은 나노와이어(5)만 남게된다.
- [0039] 따라서 상기 공정 후에는 상단에 에미터층(3)이 형성된 나노와이어(5)가 형성되며, 상기 나노와이어(5)가 태양전지의 반도체 역할을 수행 한다.
- [0040] 또한 상기 나노와이어(5)에는 추가적으로 SiO_x , SiN_x , Al_2O_3 , TiO_2 , HfO 등을 이용하여 형성된 산화막이나 질화막을 포함하도록 구성할 수 도 있다.
- [0041] 그리고 상기 나노와이어(5)의 길이는 5 내지 10 μ m로 구성하는 것이 바람직하다. 상기 길이가 5 μ m미만인 경우에는 태양전지의 효율이 낮은 단점이 있으며, 10 μ m를 초과하는 경우에는 공정 비용이 급격히 증가하는 단점이 있

다.

제1폴리머층 형성 단계(S4)

제1폴리머층 형성 단계(S4)는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 나노와이어(5)가 형성된 기판(1)상단에 제1폴리머층(10)을 형성하는 단계이다.

상기 제1폴리머층(10)은 PMMA(polymethylmethacrylate acrylate) 수지 재질로 구성하는 것이 바람직하며, 두께는 100nm 내지 2 μ m로 구성하는 것이 바람직하며, 포토레지스트 공정을 통하여 형성하는 것이 바람직하다.

상기 제1폴리머층(10)은 후술하는 단계를 통하여 제거되는 층으로 100nm미만인 경우에는 해당 기능이 발휘되지 않을 가능성이 높으며, 2 μ m를 초과하는 경우에는 제거 공정 시간이 과도하게 소모되는 단점이 있다.

제1폴리머층 일부 제거 단계(S5)

제1폴리머층 일부 제거 단계(S5)는 도 6에 도시된 바와 같이, 베이스(2) 상단에 위치하는 제1폴리머층(10, 11)을 제외하고 나머지 층을 제거하는 단계이다. 즉, 에미터층(3) 상단과 나노와이어(5) 측면에 형성되는 제1폴리머층(10)을 제거하는 단계이며, 플라즈마, 에칭 및 UV처리 중 선택된 어느 하나의 방법으로 수행될 수 있다.

제2폴리머층 형성 단계(S6)

제2폴리머층 형성 단계(S6)는 도 7에 도시된 바와 같이, 제1폴리머층 일부 제거 단계(S5)를 통하여 제1폴리머층(10)의 일부가 제거된 기판(1) 상단에 제2폴리머층(20)을 형성하는 단계이다. 이때 상기 제2폴리머층(20)은 나노와이어(5)를 포함하는 높이로 형성하고, 이후 에칭 등을 통한 제1폴리머층(10) 제거 시 영향을 받지 않는 재질로 구성한다. 또한 태양전지의 구성층 역할을 하므로, 절연성과 투명성이 높고, 열경화성 또는 광경화성 특성을 만족하는 재질로 구성하는 것이 바람직하다.

상기 제2폴리머층(20) 형성 방법은 통상의 방법으로 구현한다.

제2폴리머층 일부 제거 단계(S7)

제2폴리머층 일부 제거 단계(S7)는 도 8에 도시된 바와 같이, 나노와이어(5) 끝단에 형성된 에미터층(3)이 노출되도록 제2폴리머층(20) 중 상단의 일부를 제거하는 단계이다.

이때 상기 제2폴리머층(20)의 일부 제거는 플라즈마, 에칭 및 UV처리 중 선택된 어느 하나의 방법으로 수행될 수 있다.

제1폴리머층 제거 단계(S8)

제1폴리머층 제거 단계(S8)는 도 9에 도시된 바와 같이, 제1폴리머층(11)을 제거하는 단계이다.

이때 습식 에칭을 이용하여 상기 제1폴리머층(11)을 제거하며, 상기 습식 에칭 시에 습식 용액은 상기 제2폴리머층(20)은 반응하지 않는 것으로 선택한다. 상기 단계를 완료하면, 기판(1) 베이스(2)와 상기 제2폴리머층(20)은 분리된 상태로 배치된다.

분리 단계(S9)

분리 단계(S9)는 도 10에 도시된 바와 같이, 제2폴리머층(20)에 배치된 나노와이어(5)를 상기 기판(1) 베이스(2)에서 분리하는 단계이다.

이때 상기 나노와이어(5)는 상기 제2폴리머층(20)과 전체 길이 방향으로 부착되어 있으므로, 일정한 힘을 인가하는 경우 나노와이어(5)의 하단이 상기 베이스(2)에서 분리된다.

상기 나노와이어(5)는 베이스(2)와 분리된 후, 양끝단이 상기 제2폴리머층(20, 21)에 돌출 형성된다.

전극 형성 단계(S10)

전극 형성 단계(S10)는 도 11에 도시된 바와 같이, 제2폴리머층(21) 상하면에 전도성 물체를 형성하여 전극층(30)을 형성하는 단계이다.

물론 상기 나노와이어(5)의 양끝단은 상기 제2폴리머층(21)에 돌출 형성되어 있으므로, 상기 전극층(30) 형성에 의하여 모든 나노와이어(5)들이 병렬 형태로 전기적 연결된다.

실시예

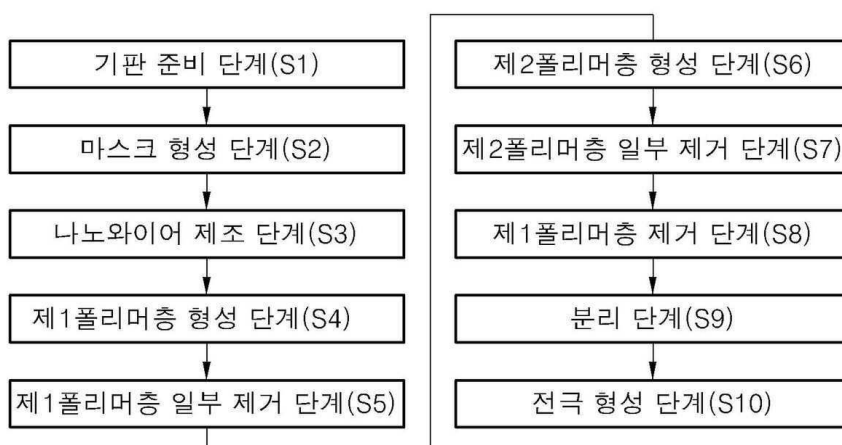
- [0073] 본 발명에 따른 실리콘 나노와이어가 삽입된 폴리머 태양전지의 제조 방법에 따라 $1 \times 1 \text{cm}^2$ 면적의 태양 전지를 제조하였다.
- [0074] 도 12는 실시예를 통하여 제조된 나노와이어(5)의 SEM 사진으로, 나노와이어(5)가 형성되어 있는 것을 확인할 수 있었다.
- [0075] 그리고 도 13은 제조된 태양전지의 실물 사진과 유연성을 시험한 사진으로, 충분한 유연성을 나타냄을 확인할 수 있었다.
- [0076] 도 14는 전극재질을 달리한 경우 태양전지의 전기적 특성을 나타내는 그래프이며, 도 15는 전극 최적화 후 다이오드 특성 그래프로 양자 모두 양호한 결과는 나타냄을 확인할 수 있었다.
- [0078] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

부호의 설명

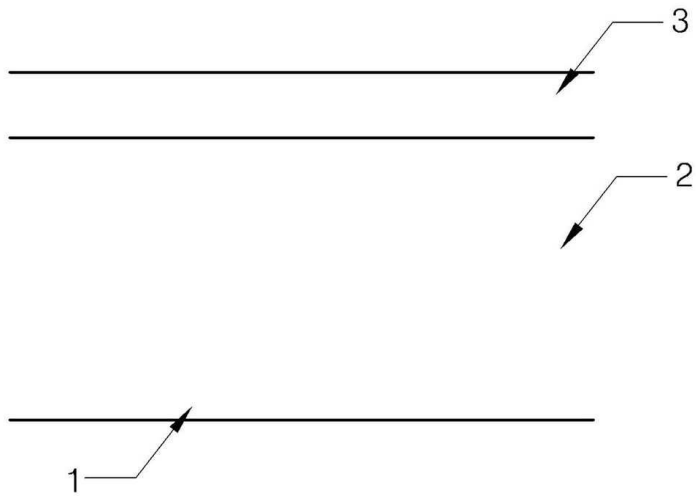
- [0079]
- | | |
|---------------------|------------------|
| 1: 기판 | 2: 베이스 |
| 3: 에미터층 | 4: 나노 패턴 |
| 5: 나노와이어 | 10, 11: 제1폴리머층 |
| 20, 21: 제2폴리머층 | 30: 전극층 |
| S1: 기판 준비 단계 | S2: 마스크 형성 단계 |
| S3: 나노와이어 제조 단계 | S4: 제1폴리머층 형성 단계 |
| S5: 제1폴리머층 일부 제거 단계 | S6: 제2폴리머층 형성 단계 |
| S7: 제2폴리머층 일부 제거 단계 | S8: 제1폴리머층 제거 단계 |
| S8: 분리 단계 | S10: 전극 형성 단계 |

도면

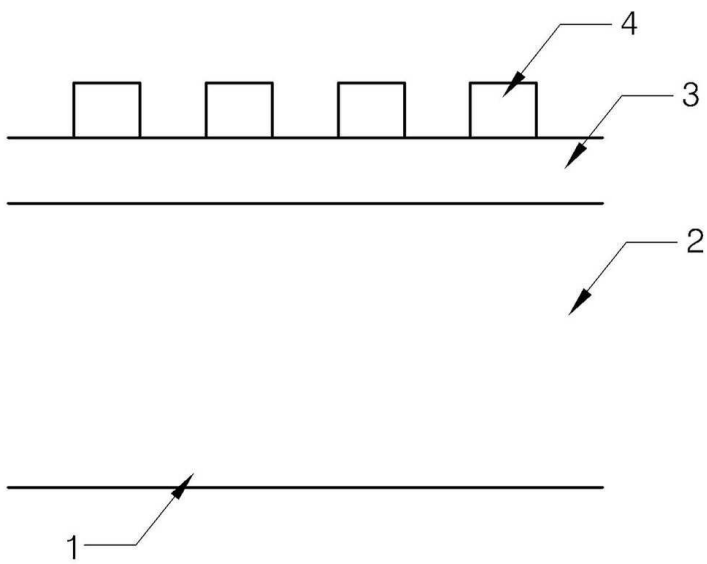
도면1



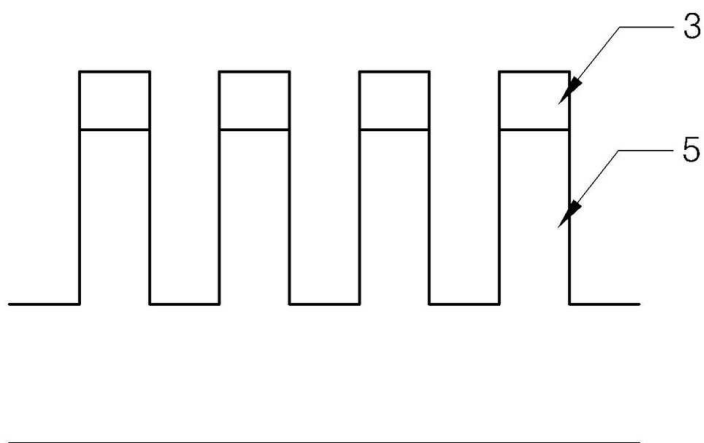
도면2



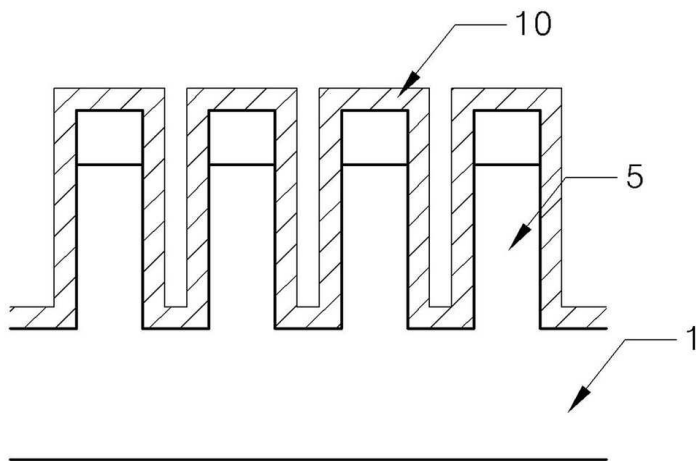
도면3



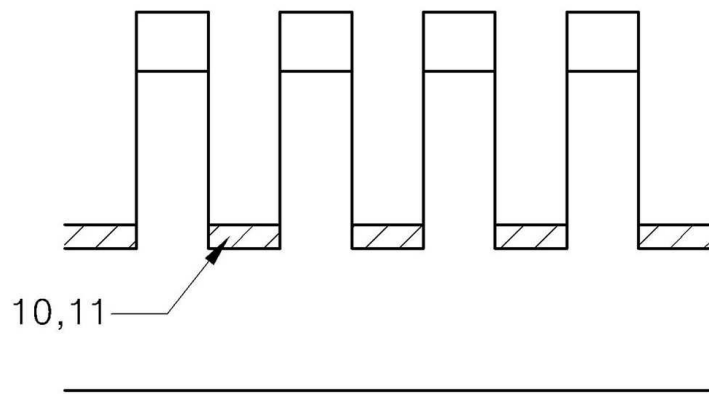
도면4



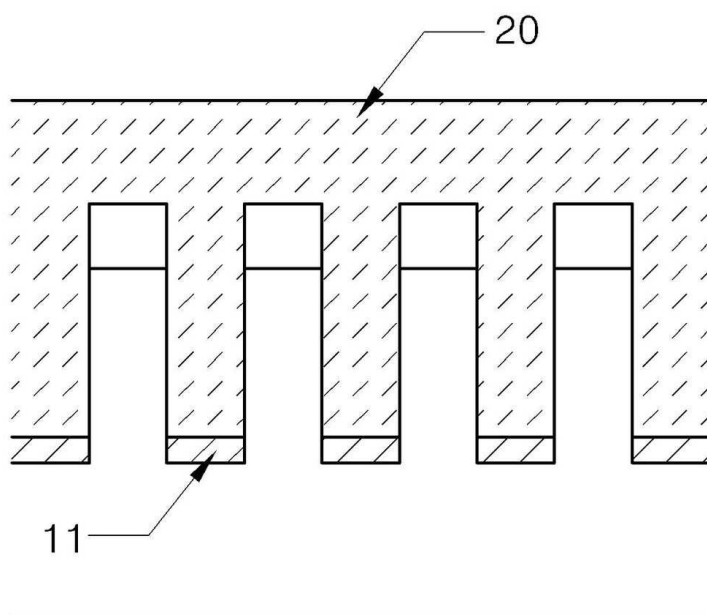
도면5



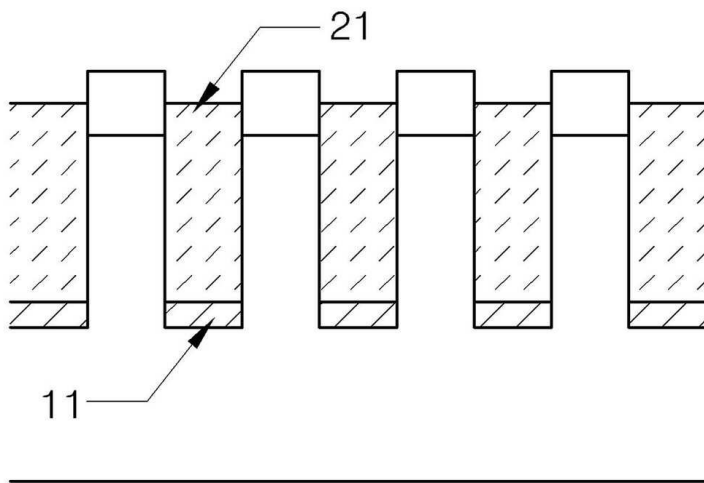
도면6



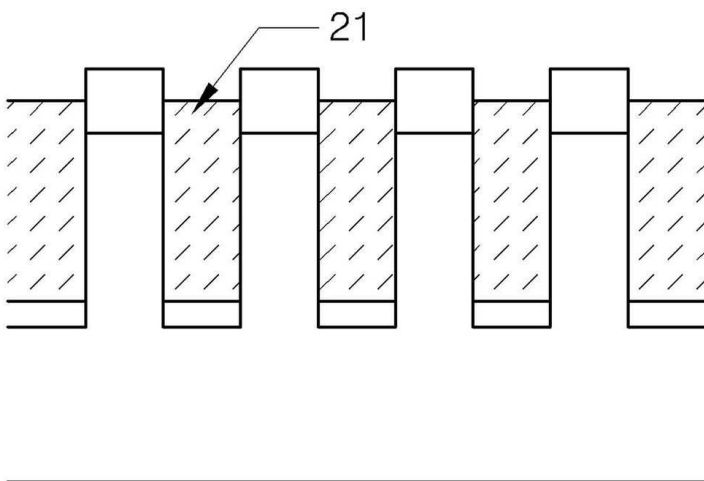
도면7



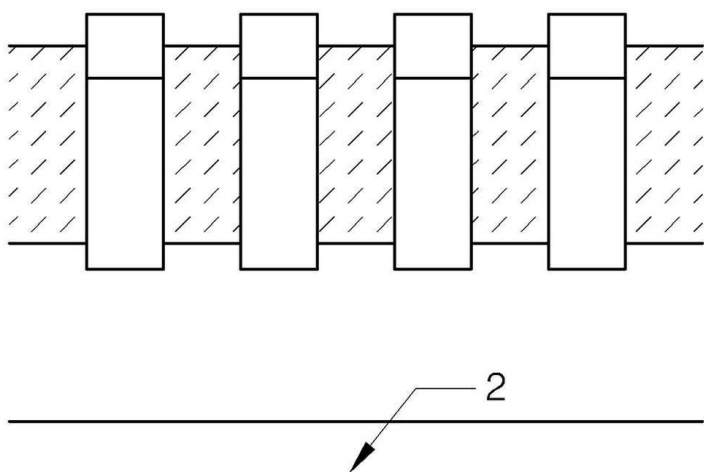
도면8



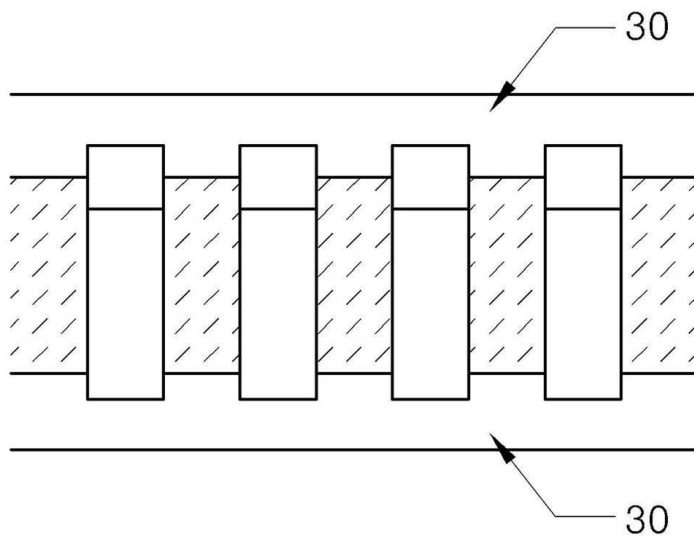
도면9



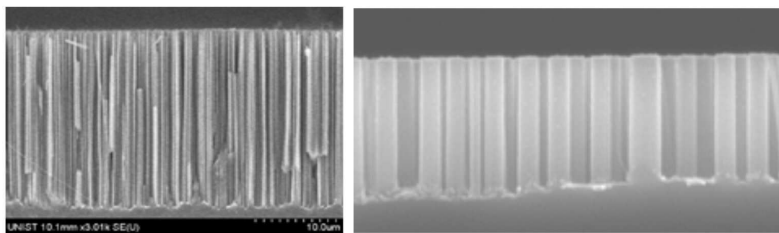
도면10



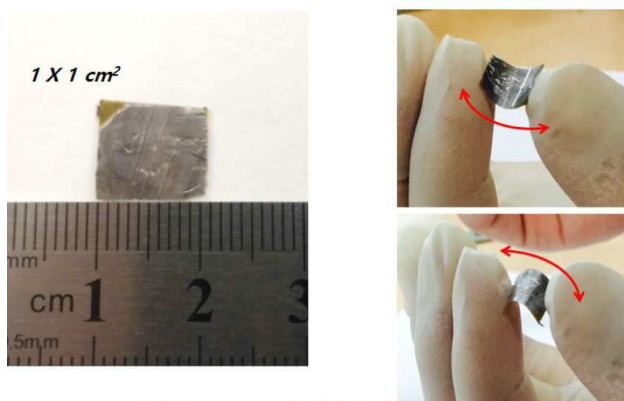
도면11



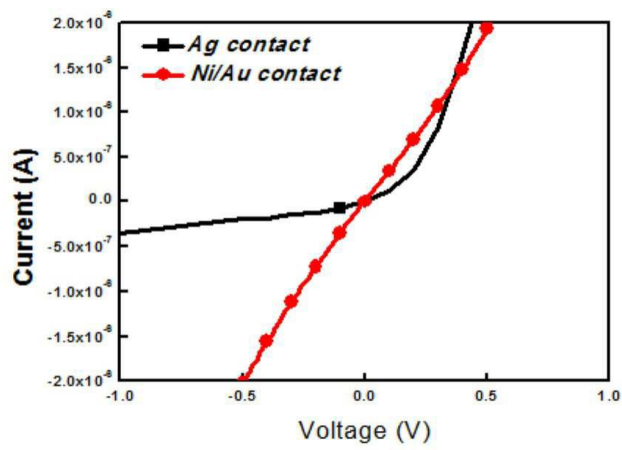
도면12



도면13



도면14



도면15

