



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0003052
(43) 공개일자 2019년01월09일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>H01L 51/44</i> (2006.01) <i>C08K 3/22</i> (2006.01)
 <i>C08K 7/10</i> (2006.01) <i>C08K 9/02</i> (2006.01)
 <i>C08L 101/00</i> (2006.01) <i>H01L 31/0256</i> (2006.01)
 <i>H01L 51/00</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>H01L 51/442</i> (2013.01)
 <i>C08K 3/22</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0083494
 (22) 출원일자 2017년06월30일
 심사청구일자 2017년06월30일</p> | <p>(71) 출원인
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 최경진
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 강성범
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 무한</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 18 항

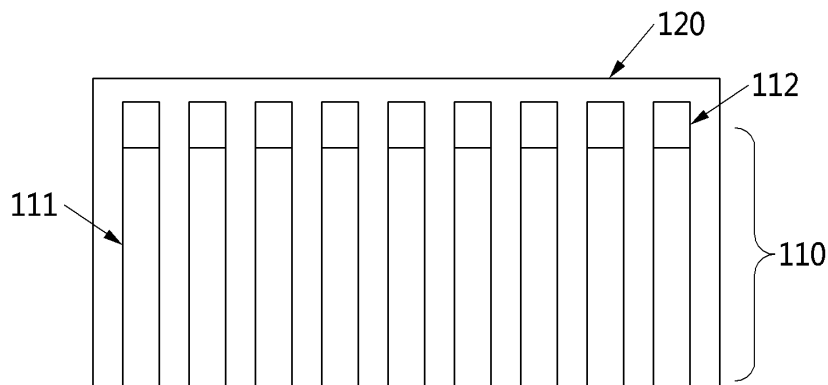
(54) 발명의 명칭 **실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체, 투명태양전지 및 이의 제조방법**

(57) 요약

본 발명은, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체, 투명태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 투명 폴리머 필름 내에 내재된 실리콘 마이크로 와이어 어레이; 를 포함하고, 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이는; 상단에 1층 이상의 금속층이 형성된 실리콘 마이크로 와이어를 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체, 투명태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

C08K 7/10 (2013.01)

C08K 9/02 (2013.01)

C08L 101/00 (2013.01)

H01L 51/0034 (2013.01)

H01L 2031/0344 (2013.01)

Y02E 10/549 (2013.01)

(72) 발명자

임민지

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

정명훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A2A1A11052455

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 핵심개인연구

연구과제명 실리콘 나노선-폴리머 복합체 기반 플렉시블 태양전지 개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014M3C1A3051965

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 미래융합파이오니아사업

연구과제명 마이크로 디스크 레이저 센서용 다중채널 마이크로 플루이딕 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

투명 폴리머 필름 내에 내재된 실리콘 마이크로 와이어 어레이;
를 포함하고,
상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이는;
상단에 1층 이상의 금속층이 형성된 실리콘 마이크로 와이어를 포함하는 것인,
실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 1층 이상의 금속층에서 각 층은, 동일 또는 상이한 두께를 가지고, 동일 또는 상이한 금속을 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 1층 이상의 금속층은, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 1층 이상의 금속층에서 하나의 층 대 나머지 층의 두께비는, 1:1 내지 1:100인 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 1층 이상의 금속층의 두께는, 1 nm 내지 1000 nm인 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 실리콘 마이크로 와이어는, 15 μm 내지 100 μm 의 높이를 갖고, 1 nm 이상의 간격으로 배열된 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 실리콘 마이크로 와이어의 적어도 일부분에 반사방지 물질층이 더 형성된 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 반사방지 물질층은, Al_2O_3 , SiO_x , SiN_x , TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , Ta_2O_5 및 ZnO 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 투명 폴리머 필름은, 폴리디메틸실록산(PDMS), 염화비닐(PVC) 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리스티렌, 폴리카보네이트(PC), 폴리알파메틸스티렌, 아크릴로니트릴부타디엔스티렌, 셀룰로오스아세테이트, 폴리비닐카바졸, 폴리아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리벤질메타크릴레이트, 폴리페닐메타크릴레이트, 폴리-1-메틸시클로헥실메타크릴레이트, 폴리시클로헥실메타크릴레이트, 폴리클로로벤질메타크릴레이트, 폴리-1-페닐에틸메타크릴레이트, 폴리-1,2-디페닐에틸메타크릴레이트, 폴리디페닐메틸메타크릴레이트, 폴리퍼퓨릴메타크릴레이트, 폴리-1-페닐시클로헥실메타크릴레이트, 폴리헨타클로로페닐메타크릴레이트, 폴리헨타브로모페닐메타크릴레이트, 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴스티렌(AS), 폴리에테르술폰(PES), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르이미드(PEI) 및 폴리메틸헨텐(PMP)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체.

청구항 10

실리콘 기판 상에 마스크 패턴을 이용하여 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판을 식각하여 상기 금속 도트 어레이층을 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계;

상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 투명 폴리머로 코팅하여 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계; 및

상기 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계;

를 포함하는,

실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 금속 도트 어레이층은, 1층 이상의 금속 도트층 및 금속 도트 마스크층을 포함하고,

상기 1층 이상의 금속 도트층 대 상기 금속 도트 마스크층의 두께비는, 1:10 내지 1:100인 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계 이후에, 상기 실리콘 마이크로 와이어의 적어도 일부분에 n-형 반도체층을 형성하는 단계; 를 더 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계 이후에, 금속 도트 마스크층을 제거하는 단계; 를 더 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법.

청구항 14

투명 전극층;

전도성고분자층; 및

상기 투명 전극층 및 상기 전도성고분자층 사이에 배치된 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체;

를 포함하고,

상기 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체는,

투명 폴리머 필름 내에 내재되고, 상단에 1층 이상의 금속층이 형성된 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 포함하는 것인, 투명태양전지.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 투명 전극층과 상기 금속층은 접하는 것인, 투명태양전지.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 투명태양전지는, 무색의 플렉서블 투명태양전지인 것인, 투명태양전지.

청구항 17

실리콘 기판 상에 마스크 패턴을 이용하여 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판을 식각하여 상기 금속 도트 어레이층을 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계;

상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 투명 폴리머로 코팅하여 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계;

상기 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계; 및

상기 투명 폴리머 필름의 상단 또는 하단 중 하나에 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계;

를 포함하는,

투명태양전지의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계는, 증착, 코팅 또는 이 둘을 이용하는 것인, 투명태양전지의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체, 투명태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실리콘 (Si)은, 태양전지 등과 같은 광전(photovoltaic cells) 분야에 널리 사용되는 재료이며, 실리콘 (Si)을 이용한 단일 또는 다중 접합 p-n 태양 전지, 유기태양전지 등이 개발되었다.

[0003] 최근에는 n-type 무기반도체층(예를 들어, n-Si 웨이퍼, 구조체) 상에 높은 일함수(high work function)를 가지는 p-type -고분자 물질(예를 들어, PEDOT:PSS)의 홀 수송층을 코팅하여 쇼트키 정전을 형성하여 구동하는 방식인 유기 하이브리드 태양전지가 개발되었다.

[0004] 유기 하이브리드 태양전지는, 구조적인 변화와 새로운 물질의 장점을 결합하여 효율을 극대화할 수 있고, 대면적과 저렴한 제조비용의 잠재력이 있지만, n-type 실리콘과 같은 n-type 물질층의 성장이 쉽지 않고, 기존의 태양전지는 흡수할 수 있는 파장의 일부분을 흡수하여 전력 생성에 사용하고, 그 외 영역의 파장은 투과하기 때문에 무색 투과성을 구현하는 것이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 무색 투과성의 구현이 가능하고, 투과도의 조절이 용이한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명은, 본 발명의 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 적용하여, 무색 투과성을 갖는 투명 태양전지를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명은, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명은, 본 발명에 의한 투명태양전지의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 하나의 양상은, 투명 폴리머 필름 내에 내재된 실리콘 마이크로 와이어 어레이; 를 포함하고, 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이는; 상단에 1층 이상의 금속층이 형성된 실리콘 마이크로 와이어를 포함하는 것인, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체에 관한 것이다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 1층 이상의 금속층에서 각 층은, 동일 또는 상이한 두께를 가지고, 동일 또는 상이한 금속을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 1층 이상의 금속층은, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 1층 이상의 금속층에서 하나의 층 대 나머지 층의 두께비는, 1:1 내지 1:100 일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 1층 이상의 금속층의 두께는, 1 nm 내지 1000 nm일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어는, 15 μm 내지 100 μm 의 높이를 갖고, 1 nm 이상의 간격으로 배열될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어의 적어도 일부분에 반사방지 물질층이 더 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 반사방지 물질층은, Al_2O_3 , SiO_x , SiN_x , TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , Ta_2O_5 및 ZnO 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 투명 폴리머 필름은, 폴리디메틸실록산(PDMS), 염화비닐(PVC) 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리알파메틸스티렌, 아크릴로니트릴부타디엔스티렌, 셀룰로오스아세테이트, 폴리비닐카바졸, 폴리아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리벤질메타크릴레이트, 폴리페닐메타크릴레이트, 폴리-1-메틸시클로헥실메타크릴레이트, 폴리시클로헥실메타크릴레이트, 폴리클로로벤질메타크릴레이트, 폴리-1-페닐에틸메타크릴레이트, 폴리-1,2-디페닐에틸메타크릴레이트, 폴리디페닐메틸메타크릴레이트, 폴리피푸릴메타크릴레이트, 폴리-1-페닐시클로헥실메타크릴레이트, 폴리펜타클로로페닐메타크릴레이트, 폴리펜타브로모페닐메타크릴레이트, 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴스티렌(AS), 폴리에테르술폰(PES), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르이미드(PEI) 및 폴리메틸펜텐(PMP)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 양상은,
- [0020] 실리콘 기판 상에 마스크 패턴을 이용하여 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판을 식각하여 상기 금속 도트 어레이층을 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계; 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 투명 폴리머로 코팅하여 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계; 및 상기 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계;를 포함하는, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법에 관한 것이다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 금속 도트 어레이층은, 1층 이상의 금속 도트층 및 금속 도트 마스크층을 포함하고, 상기 1층 이상의 금속 도트층 대 상기 금속 도트 마스크층의 두께비는, 1:10 내지 1:100일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계 이후에, 상기 실리콘 마이크로 와이어의 적어도 일부분에 n-형 반도체층을 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계 이후에, 금속 도트 마스크층을 제거하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 다른 양상은,
- [0025] 투명 전극층; 전도성고분자층; 및 상기 투명 전극층 및 상기 전도성고분자층 사이에 배치된 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체;를 포함하고, 상기 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체는, 투명 폴리머 필름 내에 내재되고, 상단에 1층 이상의 금속층이 형성된 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 포함하는 것인, 투명태양전지에 관한 것이다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 투명 전극층과 상기 금속층은 접할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 투명태양전지는, 무색 투과성의 플렉서블 투명태양전지일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 양상은,
- [0029] 실리콘 기판 상에 마스크 패턴을 이용하여 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판을 식각하여 상기 금속 도트 어레이층을 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계; 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 투명 폴리머로 코팅하여 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계; 상기 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계; 및 상기 투명 폴리머 필름의 상단 또는 하단 중 하나에 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계;를 포함하는, 투명태양전지의 제조방법에

관한 것이다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계는, 증착, 코팅 또는 이 둘을 이용할 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 적용하여 무색 투과성의 플렉서블 투명태양전지를 제공할 수 있다.

[0032] 본 발명은, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 적용하여 효율이 향상되고 대량 생산이 가능한 무색 투과성의 플렉서블 투명태양전지를 제공할 수 있다.

[0033] 본 발명은, 빛의 투과 및 흡수의 조절이 용이한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 제공하고, 상기 복합체는, 환경에 적합한 빛의 투과도 및 효율의 조절이 요구되는 빌딩 통합형 태양전지(Building Integrated Photovoltaics)에 효과적으로 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 투명태양전지를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명의 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법의 공정을 예시적으로 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명의 투명태양전지의 제조방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 금속 도트 어레이를 나타낸 것이다.

도 8은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 투명태양전지를 나타낸 것이다.

도 9는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 색좌표를 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 투명 태양전지의 흡수 및 투과 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 11은 본 발명의 실시예 1 내지 3에 따라 제조된 투명 태양전지의 투과도를 나타낸 것이다.

도 12는 본 발명의 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 투명 태양전지의 효율을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0036] 본 발명은, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체는, 무색 투과성을 나타내고, 실리콘 마이크로 와이어의 구성에 따라 빛의 흡수도, 흡수 파장 및 투과도를 조절할 수 있다.

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 예시적으로 나타낸 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체(100)는, 투명 폴리머 필

름(120) 내에 내재된 실리콘 마이크로 와이어 어레이(110)를 포함할 수 있다.

- [0038] 본 발명의 일 예로, 실리콘 마이크로 와이어 어레이(110)는, 복수개의 실리콘 마이크로 와이어(111)를 포함할 수 있다. 실리콘 마이크로 와이어(111)는, 배열 간격, 형태, 높이, 두께 등을 조절하여 빛의 흡수도, 흡수 파장 및 투과도를 조절할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어(111)는, 1 μm 이상; 1 μm 내지 500 μm ; 15 μm 내지 100 μm ; 또는 15 μm 내지 50 μm 의 높이를 갖고, 1 nm 이상; 1 nm 내지 100 μm ; 100 nm 내지 10 μm 또는 1 μm 내지 10 μm 의 간격으로 배열될 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어(111)는, 랜덤하게 배열되거나 또는 다각형, 원형, 동심원, 직선 등의 일정한 패턴으로 배열될 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어(111)는, 태양전지에 적용 가능한 n-형 무기물을 포함하고 예를 들어, n-형 실리콘(Si)일 수 있다.
- [0042] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어를 예시적으로 나타낸 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 실리콘 마이크로 와이어(111)는, 양단 중 적어도 하나에 금속층(112)이 형성될 수 있으며, 금속층(112)은 1층 이상의 금속층일 수 있다. 예를 들어, 도 2의 (a) 제1 금속층(112a) 및 마스크 금속층(112b); (b) 제1 금속층(112a), 제2 금속층(112a') 및 마스크 금속층(112b); 또는 (c) 제1 금속층(112a) 및 제2 금속층(112a')을 포함할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 상기 1층 이상의 금속층에서 각 층은, 동일 또는 상이한 두께를 가지고, 동일 또는 상이한 금속을 포함할 수 있다.
- [0044] 예를 들어 상기 1층 이상의 금속층은, 후면전극으로 적용될 수 있으며, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 바람직하게는, Ti, Ag, Zn, Co, Al 및 Ni 일 수 있다. 예를 들어, 상기 산화물은, ITO, ZITO, ZIO, IZO, GIO, ZTO, FTO, AZO, GZO 등일 수 있다. 예를 들어, 상기 합금은, Ag-Zn, Zn-Ni, Ag-Zn-Al, Ni-Ag 등일 수 있다.
- [0045] 예를 들어, 상기 1층 이상의 금속층에서 하나의 층 대 나머지 층의 두께비, 예를 들어, 제1 금속층(112a) 대 제2 금속층(112a')의 두께비는, 1:1 내지 1:100; 1:1 내지 1:50; 또는 1:1 내지 20일 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 상기 1층 이상의 금속층의 두께는, 1 nm 내지 1000 nm; 또는 1 nm 내지 500 nm;일 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어(112)의 적어도 일부분에 반사방지 물질층(113)이 더 형성되고, 태양전지에 적용 시 효율 등을 개선시킬 수 있다. 예를 들어, 반사방지 물질층(113)은, 실리콘 마이크로 와이어의 양단 영역을 제외한 둘레의 적어도 일부분을 감싸는 형태일 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 반사방지 물질층(113)은, 1 nm 이상; 10 nm 내지 500 nm; 또는 50 nm 내지 200 nm 두께를 가질 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 반사방지 물질층(113)은, 태양전지에 적용 가능한 저유전 물질 및 고유전 물질을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 저유전 물질로 Al_2O_3 , SiO_x 및 SiNx ; 및 고유전물질로 TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , Ta_2O_5 및 ZnO 을 포함할 수 있다. 상기 저유전 물질 및 고유전물질이 서로 혼합되어 1층 이상을 형성하거나 또는 각각의 층으로 형성될 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 예로, 투명 폴리머 필름(120)은, 투명 폴리머 수지를 포함하고, 상기 투명 폴리머 수지는 광경화성, 열경화성 등의 수지일 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 폴리머 수지는, 폴리디메틸실록산(PDMS), 염화비닐(PVC) 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리스티렌, 폴리카보네이트(PC), 폴리알파메틸스티렌, 아크릴로니트릴 부타디엔스티렌, 셀룰로오스아세테이트, 폴리비닐카바졸, 폴리아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리벤질 메타크릴레이트, 폴리페닐메타크릴레이트, 폴리-1-메틸시클로헥실메타크릴레이트, 폴리시클로헥실메타크릴레이트, 폴리클로로벤질메타크릴레이트, 폴리-1-페닐에틸메타크릴레이트, 폴리-1,2-디페닐에틸메타크릴레이트, 폴리디페닐메타크릴레이트, 폴리퍼퓨릴메타크릴레이트, 폴리-1-페닐시클로헥실메타크릴레이트, 폴리펜타클로로페닐메타크릴레이트, 폴리펜타브로모페닐메타크릴레이트, 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴스티렌(AS), 폴리에테르술폰(PES), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르이미드(PEI) 및 폴리메틸펜텐(PMP)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 실리콘 마이크로 와이어 복합체는, 광소자, 투명전극 등에 적용될 수 있으며, 예를 들어, 태양전지 등의 광전지, 광발전, LED, 반도체 레이저, 광검출기, 광센서 등에 적용될 수 있다.
- [0052] 본 발명은, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 복합체를 적용한 태양전지에 관한 것이다. 본 발명의 일 예로, 상기 태양전지는, 무색 투과성이고, 플렉서블한 투명태양전지의 구현이 가능하고, 태양광의 투과도 및 효율을 적절하게 조절할 수 있다.
- [0053] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 투명태양전지의 단면을 예시적으로 나타낸 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 투명태양전지(300)는, 투명 전극층(310); 전도성고분자층(330); 및 투명 전극층(310) 및 상기 전도성고분자층(330) 사이에 배치된 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체(320);를 포함할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일 예로, 투명 전극층(310)은, 투명태양전지에 적용가능한 전극이라면 제한 없이 적용될 수 있으며, 예를 들어, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 산화물은, ITO, ZITO, ZIO, GIO, ZTO, FTO, AZO, GZO 등일 수 있다.
- [0055] 예를 들어, 투명 전극층(310)은, 100 nm 이상; 100 nm 내지 500 nm; 또는 100 nm 내지 300 nm;의 두께로 형성될 수 있다.
- [0056] 본 발명의 일 예로, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체(320)는, 상기 언급한 바와 같이, 투명 폴리머 필름 내에 내재되고, 상단에 1층 이상의 금속층(322)이 형성된 실리콘 마이크로 와이어(321)를 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어의 금속층(322)과 투명전극층(310)이 접하고, 이의 반대편 상에 전도성고분자층(330)이 형성될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일 예로, 전도성고분자층(330)은, 전기적 특성을 갖는 고분자 물질이며, 예를 들어, 폴리풀러렌(fullerene), 폴리페닐렌, 폴리피롤, 폴리나프탈렌, 폴리아닐린, 폴리아세틸렌, 폴리티오펜, 폴리페틸렌(perylen), 폴리카바졸, PPS(Polyphenylenesulfide), PPV(poly(p-phenylenvinylene), PEDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) doped with poly(styrenesulfonic acid)), 폴리(3-메틸싸이오펜), PEDOT(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene), PCBM((6,6)-phenyl-C61-butyric acid-methylester), PBI(polybenzimidazole), PCBCR((6,6)-phenyl-C61-butyric acid-cholesteryl ester) 및 PTCBI(3,4,9,10-perylene-tetracarboxylic bis-benzimidazole)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 또한, 상기 전도성고분자층은, 몰리브덴 산화물(MoOx), 바나듐 산화물(V₂O₅), 니켈 산화물(NiO), 및 텅스텐 산화물(WOx)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 더 포함될 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 전도성고분자층(330)은, 30 nm 이상; 30 nm 내지 500 nm; 또는 30 nm 내지 200 nm;두께로 형성될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 일 예로, 본 발명의 목적을 벗어나지 않는다면, 본 발명의 기술 분야에서 상기 투명태양전지의 구동을 위한 구성, 예를 들어, 전극 등을 더 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명은, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법에 관한 것이다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법의 흐름도를 나타낸 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 제조방법은, 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계(410); 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420); 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계(430); 및 투명 폴리머 필름을 실리콘 기판에서 분리하는 단계(440);를 포함할 수 있다.
- [0062] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명의 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법의 공정 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다. 도 5를 참조하여 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 제조방법을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0063] 본 발명의 일 예로, 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계(410)는, 실리콘 기판 상에 마스크 패턴을 이용하여 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계이다.
- [0064] 예를 들어, 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계(410)는, 리프트 오프(lift -off) 공정으로 금속 도트 어레이층을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 기판 상에 포토리소그래피에 의한 노광 공정으로 마스크 패턴을 형성한 이후, 스퍼터링, CVD, PECVD, PVD, HDPCVD, ALD 등의 증착, E-빔, 열증착 등으로 금속막을 증착한 이후, 상기

마스크 패턴을 제거하여 금속 도트를 형성할 수 있다.

- [0065] 예를 들어, 상기 금속 도트 어레이층은, 원형, 다각형 등의 형태의 금속 도트를 포함할 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 상기 금속 도트 어레이층은, 1층 이상의 금속 도트층 및 금속 도트 마스크층을 포함할 수 있다. 상기 1층 이상의 금속 도트층은, 도 2 및 상기 금속층에서 언급한 바와 같다.
- [0067] 예를 들어, 상기 1층 이상의 금속 도트층 대 상기 금속 도트 마스크층의 두께비는, 1:10 내지 1:100일 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 상기 금속 도트 마스크층은, 실리콘 와이어의 형성 공정에서 마스크로 적용될 수 있으며, 예를 들어 상기 1층 이상의 금속층은, Mo, Fe, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금; 및 이들의 산화물;로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 Cr, W, Mo 및 Fe일 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일 예로, 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420)는, 상기 금속 도트 어레이층이 형성된 실리콘 기판을 식각하여, 금속 도트 어레이층을 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계이다.
- [0070] 예를 들어, 상기 실리콘 마이크로 와이어 어레이는, 상기 금속 도트의 형태 및 패턴에 따라 금속 도트가 형성되는 얇은 부분이 식각되며, 상기 금속 도트의 형태 및 패턴에 따라 형태 및 배열을 갖는 3차원 구조체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 원기둥, 다각기둥 등의 구조체일 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420)는, 이온집속빔 FIB(Forced Ion Beam), Deep RIE 식각, 전기화학식각, 습식식각, 또는 건식식각으로 수행될 수 있다.
- [0072] 본 발명의 일 예로, 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420) 이후에, 상기 실리콘 마이크로 와이어의 적어도 일부분에 n-형 반도체층을 형성하는 단계(도면에 도시하지 않음); 를 더 포함할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, n-형 반도체층을 형성하는 단계는, 스퍼터링, CVD, PECVD, PVD, HDPCVD, ALD 등의 증착, E-빔, 열 증착 등을 이용하여 실리콘 마이크로 와이어 상에 n-형 반도체층을 형성할 수 있다.
- [0074] 본 발명의 일 예로, 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420) 이후에, 금속 도트 마스크층을 제거하는 단계(도면에 도시하지 않음); 를 더 포함할 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 금속 도트 마스크층을 제거하는 단계 이후에 n-형 반도체층을 형성하는 단계가 실시될 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 금속 도트 마스크층을 제거하는 단계는, 식각, 산 등을 이용한 화학적 또는 절단 등과 같은 물리적 방법으로 금속 도트 마스크층을 제거할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 일 예로, 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계(430)는, 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 투명 폴리머로 코팅하여 투명 폴리머 필름으로 둘러 싸여지고, 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계이다.
- [0078] 예를 들어, 상기 투명 폴리머 필름을 코팅한 이후에 열, 광 또는 이 둘을 이용하여 경화될 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 상기 투명 폴리머 필름은, 플렉서블하고 탄성을 가질 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일 예로, 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계(440)는, 실리콘 마이크로 와이어 어레이가 내재된 투명 폴리머 필름을 기판에서 떼어 내어 분리하는 단계이다.
- [0081] 본 발명의 일 예로, 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기판에서 분리하는 단계(440)에서 분리된 투명 폴리머 필름의 일부분을 가공하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이는, 복합체의 적용 분야에 따라 전극, 전도성고분자 등과의 접촉 등을 고려해서 적절한 형태를 형성하기 위한 것이다.
- [0082] 예를 들어, 상기 투명 폴리머 필름에서 실리콘 마이크로 와이어 어레이의 금속층이 형성된 면 및/또는 반대면을 절단하거나 또는 식각, 산 등으로 투명 폴리머 및/또는 마이크로 와이어의 일부를 제거하고 실리콘 마이크로 와이어를 노출시킬 수 있다.
- [0083] 본 발명은, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 이용한 투명 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.
- [0084] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명의 투명태양전지의 제조방법의 공정 흐름도를 예시적으로 나타낸

것이다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계(410); 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420); 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계(430); 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기관에서 분리하는 단계(440); 및 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계(450);을 포함할 수 있다.

[0085] 본 발명의 일 예로, 금속 도트 어레이층을 형성하는 단계(410); 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 형성하는 단계(420); 투명 폴리머 필름을 형성하는 단계(430); 및 투명 폴리머 필름을 상기 실리콘 기관에서 분리하는 단계(440)는, 상기 언급한 바와 같다.

[0086] 본 발명의 일 예로, 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계(450)는, 투명 폴리머 필름의 상단 또는 하단 중 하나에 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계이다.

[0087] 예를 들어, 투명 폴리머 필름에서 금속층이 형성된 면에 투명전극층을 형성하고, 반대편에 전도성고분자층을 형성할 수 있다.

[0088] 예를 들어, 투명전극층 또는 전도성고분자층을 형성하는 단계(450)는, 증착, 코팅, 또는 이 둘을 이용할 수 있으며, 예를 들어, 스퍼터링, CVD, PECVD, PVD, HDPCVD, ALD 등의 증착, E-빔, 열증착, 스핀코팅, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅, 닥터 블레이드 또는 그라비아 프린팅법 등을 이용하여 투명전극층 및 전도성고분자층을 형성할 수 있다.

[0089] 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고, 하기의 특허 청구의 범위, 발명의 상세한 설명 및 첨부된 도면에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있다.

[0090] 실시예 1

[0091] n-형 실리콘 기관 상에 노광공정을 이용하여 도 7과 같은 패턴을 형성한 이후에, 리프트 오프 공정으로 실리콘에 후면전극이 될 수 있는 Ti, Au 및 에칭 시 마스크로 쓸 수 있는 Cr 금속층을 순서대로 이빔에 의해 증착하였다. 각 금속층은, Ti (10nm)/ Au (300nm)/Cr (100 nm)의 두께를 갖는 도트 어레이가 형성되었다. Deep RIE으로 에칭하여 1.5 μm ~ 3 μm 의 직경 및 40 μm 의 높이를 갖는 실리콘 마이크로 와이어를 포함하는 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 제조하였다. 실리콘 마이크로 와이어 어레이는, 2.5 μm (pitch) 간격으로 실리콘 마이크로 와이어가 배열된다. 다음으로, 상기 실리콘 마이크로 와이어 표면에 SiNx층을 증착하였다. 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 PDMS로 코팅하여 폴리머 필름을 형성한 이후, 이를 기관에서 뜯어 내어 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 기관에서 분리하였다. 폴리머 필름의 상단은 실리콘 마이크로 와이어가 노출되도록 식각한 이후, 식각면에 PEDOT/PSS로 코팅하고, 반대편에 스퍼터링으로 IZO 전극을 증착하였다. 제조된 투명태양전지는 도 8에 나타내었다.

[0092] 실시예 2

[0093] 3 μm (pitch) 간격으로 실리콘 마이크로 와이어 배열된 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 제조한 것 외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양전지를 제조하였다.

[0094] 실시예 3

[0095] 4 μm (pitch) 간격으로 실리콘 마이크로 와이어 배열된 실리콘 마이크로 와이어 어레이를 제조한 것 외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양전지를 제조하였다.

[0096] 실시예 4

[0097] 실리콘 마이크로 와이어 표면에 SiNx층을 형성하지 않은 것 외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양전지를 제조하였다(2.5 μm (pitch) 간격으로 실리콘 마이크로 와이어 배열됨)

[0098] (1) 무색 투과성

[0099] 실시예 1에 제조된 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체 및 이를 포함하는 태양전지의 가시영역(visible range) 내의 흡수 스펙트럼 및 투과 스펙트럼 측정하고, 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체의 흡수 영역에 대해 색좌표에 기재하였다. 도 9에서 나타난 바와 같이, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체는 백색광 영역에 해당되며 무색 투과성을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 10에서 나타난 바와 같이, 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체 및 태양전지는, 파장의 일부는 마이크로 와이어 사 이로 투과되고, 일부는 마이크로 와이어에 흡수되어 구동되므로, 파장이 고르게, 일부분만 흡수되어 무색 투과

성을 갖는 투명 태양전지가 형성된 것을 확인할 수 있다.

(2) 투과도

실시예 1 내지 3의 투명 태양전지의 광 투과도를 측정하여 도 11에 나타내었다. 도 11을 살펴보면, 실리콘 마이크로 와이어의 배열 간격에 따라 광 투과도가 변화되는 것을 확인할 수 있다. 이는 본 발명에 의한 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 이용하여 태양전지의 투과도의 조절이 가능한 것을 보여준다.

(3) 효율

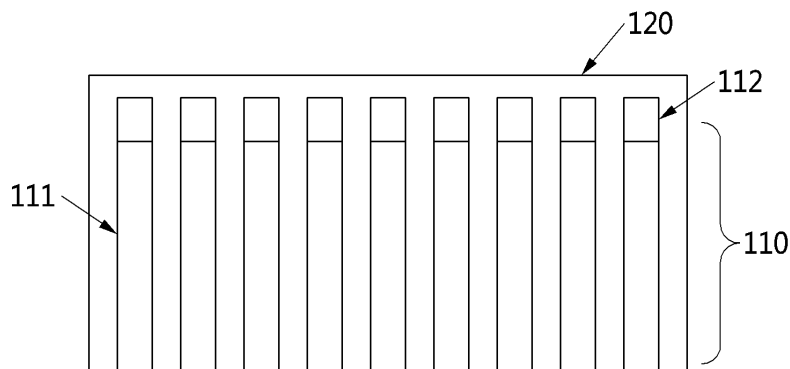
실시예 1 및 실시예 4의 태양전지의 효율을 측정하여 도 12에 나타내었다. 도 12를 살펴보면, (a)에서 SiNx이 형성되지 않은 실시예 4에 비하여, (b)에서 표면에 SiNx이 형성된 실시예 1의 태양전지의 효율이 월등하게 증가된 것을 확인할 수 있다.

본 발명은, 무색 투과성을 갖는 실리콘 마이크로 와이어 폴리머 복합체를 제공하고, 이를 이용하여 무색 투과성을 갖고 효율이 향상된 투명 태양전지를 제공할 수 있다.

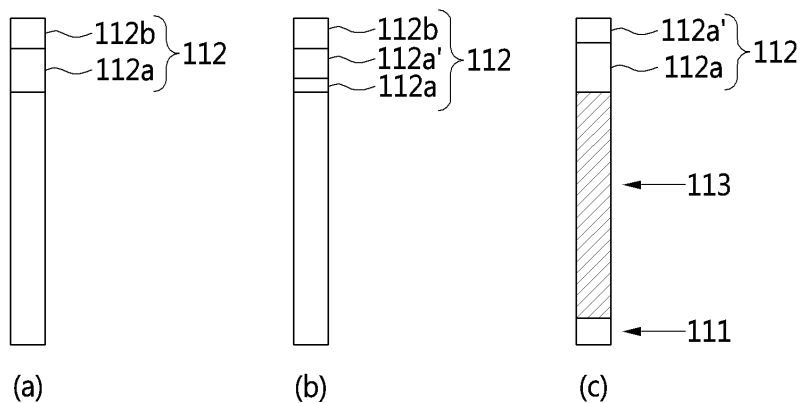
도면

도면1

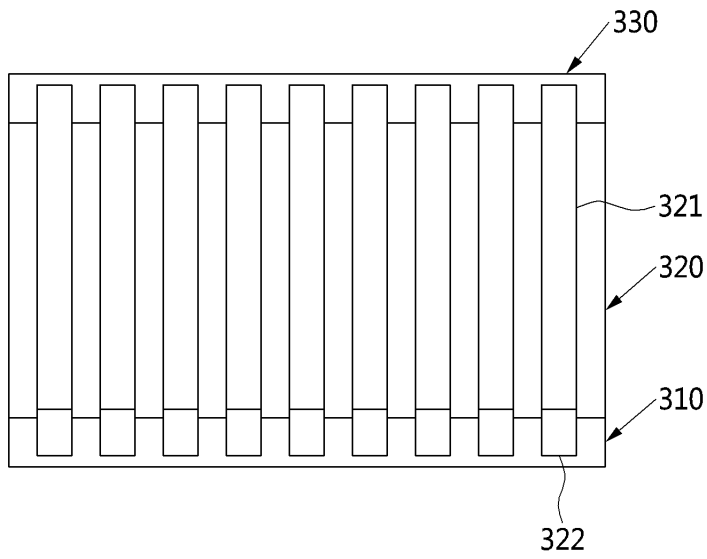
100



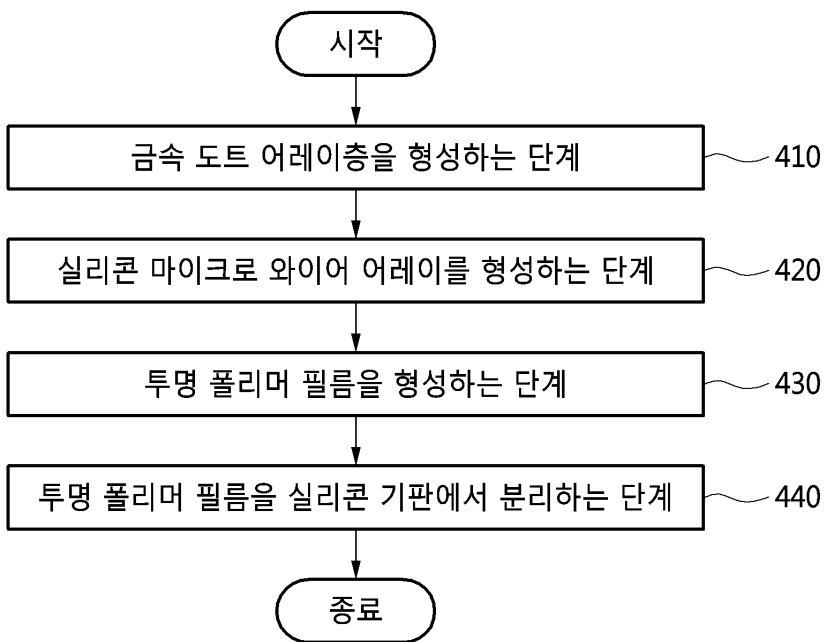
도면2



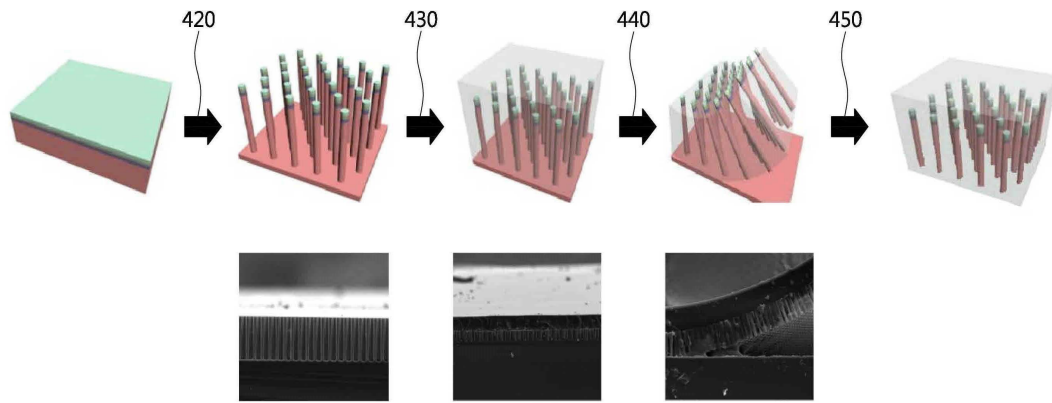
도면3



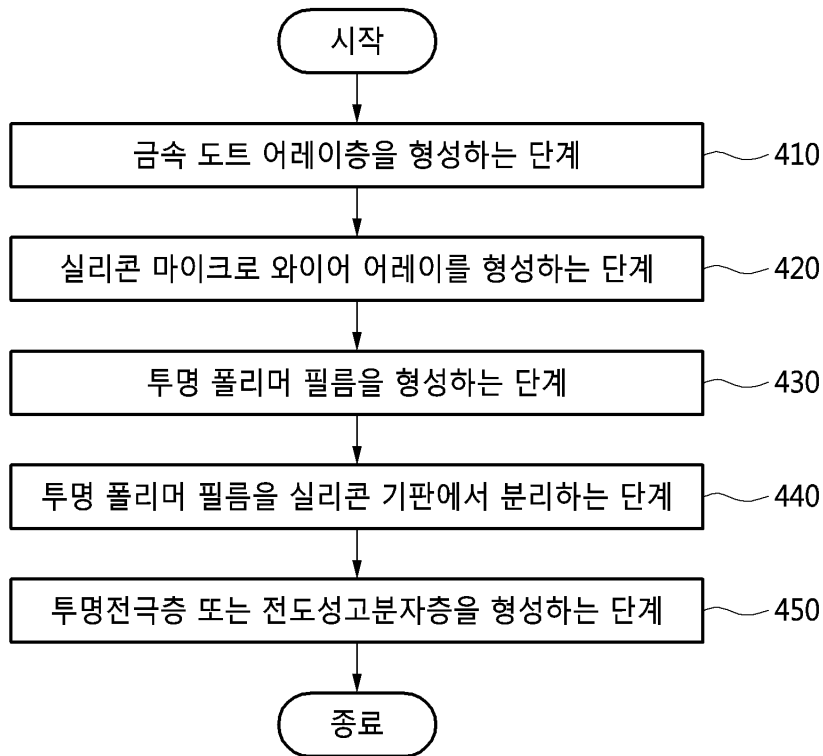
도면4



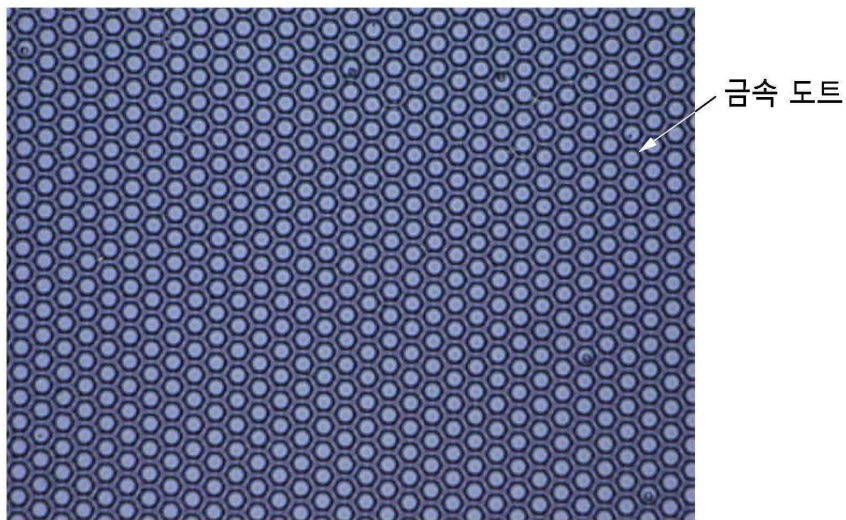
도면5



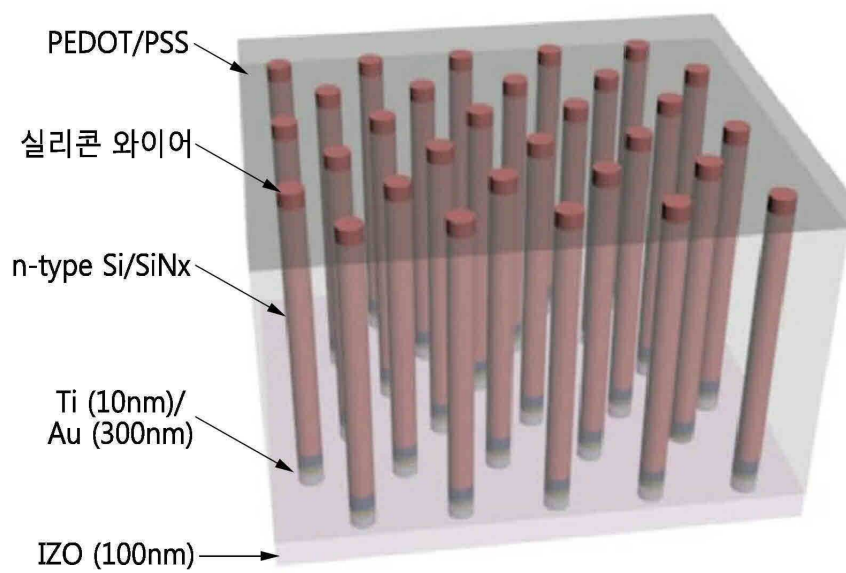
도면6



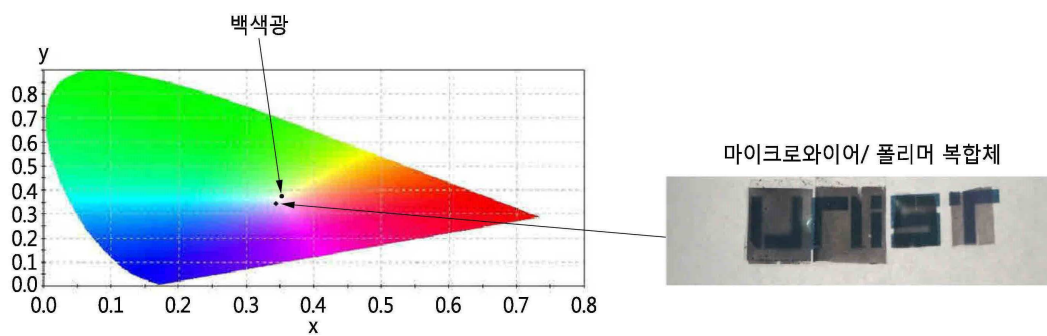
도면7



도면8

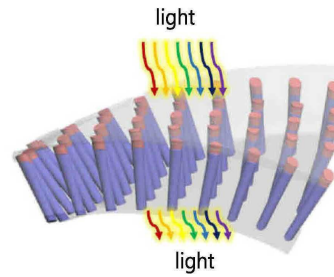
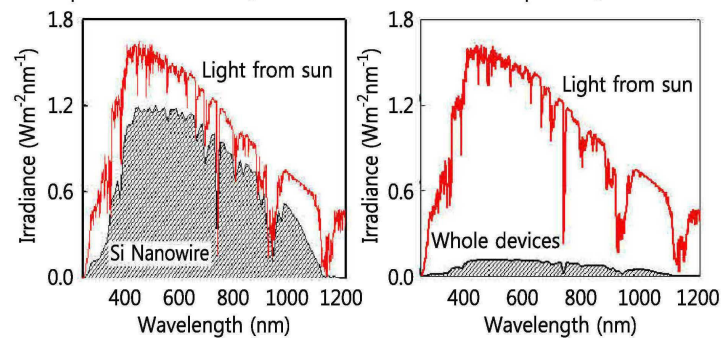


도면9

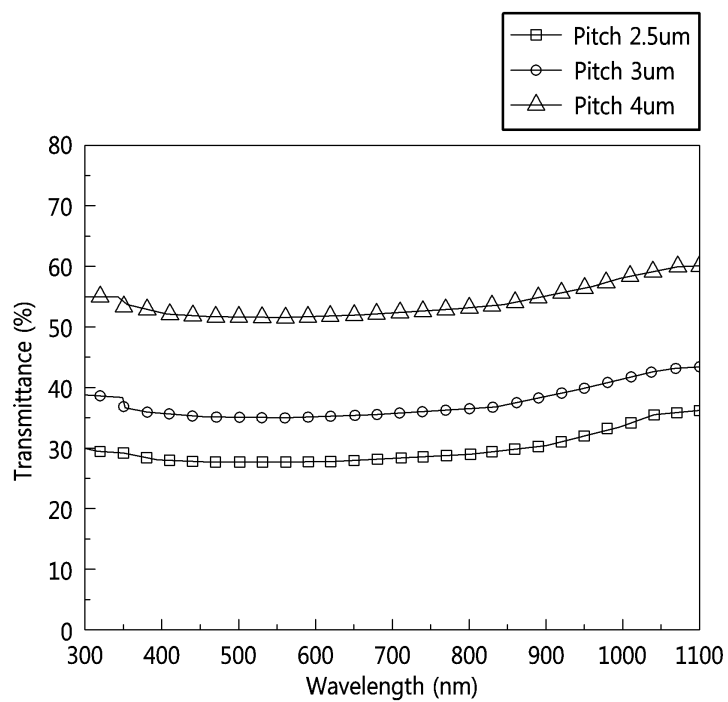


도면10

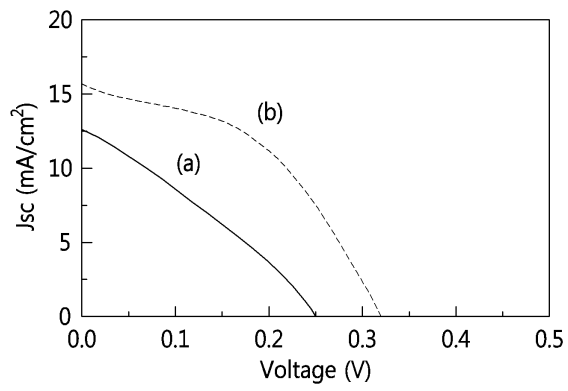
Absorption → Solar cell @ microwire Transmit → Transparent @ Whole device



도면11



도면12



Transmittance (=~40%)	J_{sc} (mA/cm ²)	Voc (V)	FF	Efficiency (%)
(a) W/O SiNx	13.57	0.25	26.72	0.906
(b) With SiNx	15.89	0.32	48.65	2.473