



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월20일

(11) 등록번호 10-2242659

(24) 등록일자 2021년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/0264

(2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 31/0236 (2013.01)

H01L 31/0264 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0112235

(22) 출원일자 2020년09월03일

심사청구일자 2020년09월03일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100131045 A*

KR1020140016210 A*

KR1020190123523 A

KR1020190106074 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이현

서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)

(74) 대리인

권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

전체 청구항 수 : 총 7 항

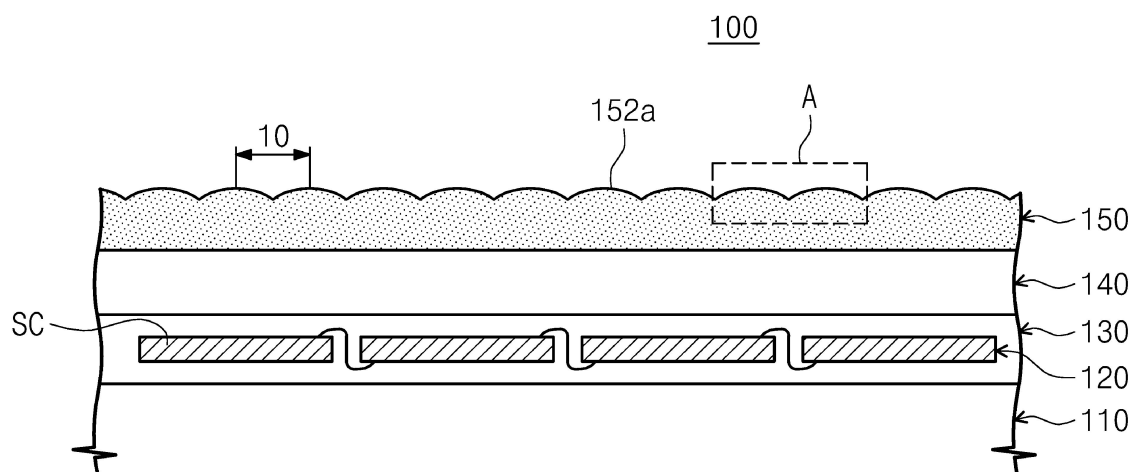
심사관 : 이규재

(54) 발명의 명칭 장파장 적외선 방사층을 구비한 태양전지 모듈

(57) 요약

장파장 적외선 방사층을 구비한 태양전지 모듈 및 그 제조 방법이 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈은: 기판; 상기 기판 상에 형성되고, 태양광을 전기로 변환하는 다수의 태양전지 셀을 포함하는 태양전지; 상기 기판 상에 형성되어 상기 태양전지를 보호하고, 태양광을 투과하는 소재로 이루어지는 보호층; 및 상기 보호층 상에 형성되고, 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고, 8 ~ 13 마이크로 파장대의 장파장 적외선을 방사하여 복사냉각을 일으키는 장파장 적외선 방사층을 포함한다. 상기 장파장 적외선 방사층은: 5 ~ 50 마이크로 주기의 마이크로 패턴으로 배열되는 다수의 마이크로 구조물을 포함하는 마이크로 패턴 구조물; 및 상기 다수의 마이크로 구조물의 표면에 돌출되고, 10 ~ 300 나노미터 주기의 나노 패턴으로 형성되는 다수의 나노 구조물을 포함하는 나노 패턴 구조물을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/18 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105853
과제번호	2018M3D1A1058997
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리지원(R&D)
연구과제명	ZERC 통합 플랫폼 구축 및 smart ZERC 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.01.16 ~ 2021.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 태양광을 전기로 변환하는 다수의 태양전지 셀을 포함하는 태양전지를 형성하는 단계;

상기 기관 상에 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고 상기 태양전지를 보호하는 보호층을 형성하는 단계; 및

상기 보호층 상에 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고 8 ~ 13 마이크론 파장대의 장파장 적외선을 방사하여 복사냉각을 일으키는 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는:

5 ~ 50 마이크론 주기의 마이크로 패턴으로 배열되도록 다수의 마이크로 구조물을 포함하는 마이크로 패턴 구조물을 형성하는 단계; 및

상기 다수의 마이크로 구조물의 표면에 10 ~ 300 나노미터 주기의 나노 패턴으로 돌출 형성되도록, 다수의 나노 구조물을 포함하는 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는:

기재 상에 Al_2O_3 또는 Si_3N_4 , 모노머 및 광개시제를 포함하는 레진을 도포하여 폴리머층을 형성하는 단계;

상기 기재에 도포된 상기 폴리머층 상에 상기 마이크로 패턴의 역상으로 형성된 마이크로-콘 형상의 패턴들을 구비하는 중합성 몰드를 부착하는 단계;

상기 기재에 부착된 상기 중합성 몰드에 압력을 가하여 상기 마이크로-콘 형상의 패턴들에 상기 레진이 채워지게 하는 단계;

상기 마이크로-콘 형상의 패턴들에 상기 레진이 채워진 상태에서 자외선 노출을 통해 상기 레진을 경화하여 상기 폴리머층의 표면을 마이크로 패턴화하는 단계;

상기 중합성 몰드를 탈착하고, 산소 플라즈마 처리에 의해 상기 폴리머층의 표면을 개질하는 단계;

Ti 또는 Zn을 포함하는 나노구조체 전구체를 포함하는 용액을 제조하고, 표면 개질된 마이크로콘 구조체를 상기 용액에 침지하는 단계; 및

수열합성법에 의해 70 ~ 90℃온도로 상기 마이크로콘 구조체의 표면에 TiO_2 또는 ZnO 나노 구조체를 성장시켜 상기 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함하는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계는:

태양광의 입사 방향과 나란한 상하 방향으로 중심축을 가지는 원뿔 돌기 형상으로 상기 다수의 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 마이크로 패턴 구조물을 형성하는 단계는:

볼록부와 오목부를 포함하는 돔 형상의 표면을 가지도록 상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계는:

상기 마이크로 구조물의 상기 돔 형상이 상기 볼록부의 최상부 높이로부터 상기 오목부의 최하부 높이까지 상기 상하 방향으로의 높이 변화에 따라 상기 장파장 적외선에 대한 상기 장파장 적외선 방사층의 굴절률이 선형적으로 증가되는 표면 굴곡을 가지도록, 상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함하는, 태양전지 모듈

제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는:

폴리머에 무기물 소재의 나노 또는 마이크로 입자가 분산되어 형성되고 물방울에 대해 제1 접촉각을 가지는 폴리머 물질로 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계; 및

상기 장파장 적외선 방사층의 표면에 상기 마이크로 패턴 구조물 및 상기 나노 패턴 구조물을 형성하여, 상기 마이크로 패턴 구조물 및 상기 나노 패턴 구조물에 의한 비표면적 증가에 따라 상기 물방울에 대해 상기 제1 접촉각 보다 큰 제2 접촉각을 가지는 초소수성 표면을 형성하는 단계를 포함하는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 폴리머는 PDMS, PVDF, PE, PUA, PET, PVC 및 DPHA 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 무기물 소재는 Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiO_2 및 $CaCO_3$ 중 적어도 하나를 포함하는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계는:

상기 장파장 적외선 방사층의 표면 자정작용 및 상기 장파장 적외선의 반사 억제를 위해, 상기 원뿔 돌기 형상의 하단부 지름에 대한 높이의 비율이 2 이상이 되도록 상기 다수의 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함하는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 태양전지를 형성하는 단계는:

서로 인접하게 배치되는 제1 태양전지 셀 및 제2 태양전지 셀을 포함하도록 상기 태양전지를 제조하는 단계를 포함하고,

상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는:

상기 제1 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제1 마이크로 구조물과, 상기 제1 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제1 나노 구조물을 포함하는 제1 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계; 및

상기 제2 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제2 마이크로 구조물과, 상기 제2 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제2 나노 구조물을 포함하는 제2 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제1 장파장 적외선 방사 영역과 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역 간의 경계 영역은 상기 제1 태양전지 셀과 상기 제2 태양전지 셀 간의 경계 위치와 대응되는 위치에 형성되는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계는:

상기 제1 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기 다수의 제1 마이크로 구조물의 볼록부 높이가 점진적으로 감소되도록 상기 다수의 제1 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제2 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계는:

상기 제2 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기 다수의 제2 마이크로 구조물의 볼록부

높이가 점진적으로 감소되도록 상기 다수의 제2 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함하는, 태양전지 모듈 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 모듈에 관한 것으로, 보다 상세하게는 장파장 적외선 방사층을 구비한 고효율 태양전지 모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 태양광 모듈은 옥외, 건물 외벽, 지붕, 수상 등에 설치되어 태양광을 전기로 변환하는 장치로, 최근 친환경적인 에너지원으로 각광받고 있다. 태양광 모듈은 주로 실외에 설치되어 외부의 충격이나 오염에 노출되는 경우가 많다. 따라서, 외부의 충격으로부터 태양전지(solarcell)를 보호하고, 태양광 모듈의 표면 오염을 방지하기 위해, 태양전지를 덮는 보호 유리 혹은 보호 필름을 필요로 한다.

[0003] 태양광 모듈은 일반적으로 20년 이상의 수명을 보장하기 위하여 기판과 보호 유리 사이에 폴리머를 충전 밀봉시켜 제작된다. 보호 유리는 태양광을 잘 투과시켜야 하며 가급적 표면에서의 태양광 반사가 적을수록 전력 효율을 높이는데 유리하다. 또한, 태양광 모듈의 표면에 먼지 등의 오염물이 쌓이게 되면 전력 효율이 저하될 수 있으므로, 태양광 모듈의 표면에 오염물이 잘 쌓이지 않도록 할 필요가 있다.

[0004] 태양전지 모듈 안의 태양전지 셀은 태양광을 전기로 바꾸는 장치로, 일반적으로 많이 사용되는 Si 태양전지의 효율은 25% 정도이다. 전기로 변환되지 못한 나머지 태양광은 대부분 열로 바뀌게 된다. 태양전지 셀은 다이오드(diode) 구조를 가지므로, 온도가 올라가게 되면 누설 전류가 증가하고 광전 변환 효율이 감소한다.

[0005] 특히, 사막에 설치되는 태양전지 모듈의 경우, 낮 시간 동안의 높은 온도로 태양 전지의 효율이 저하되는 문제가 발생한다. 또한, 밤낮 기온차에 의한 이슬과 사막 먼지가 결합하여 태양전지 모듈의 보호 유리 위에 오염물이 잘 쌓이며, 이로 인해 태양광 입사 및 방사가 효율적으로 이루어지지 않아 태양전지 출력 효율이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 8 ~ 13 마이크로 파장대의 장파장 적외선을 효율적으로 방사하는 장파장 적외선 방사층(long-wavelength infrared ray radiating layer)을 구비한 태양전지 모듈 및 그 제조 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 외부로부터 입사되는 장파장 적외선의 흡수율 및 외부로 방사되는 장파장 적외선의 방사율이 높고, 복사 냉각 및 자정 작용이 우수한 초소수성 표면을 가지는 태양전지 모듈 및 그 제조 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈은: 기관; 상기 기관 상에 형성되고, 태양광을 전기로 변환하는 다수의 태양전지 셀을 포함하는 태양전지; 상기 기관 상에 형성되어 상기 태양전지를 보호하고, 태양광을 투과하는 소재로 이루어지는 보호층; 및 상기 보호층 상에 형성되고, 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고, 8 ~ 13 마이크로 파장대의 장파장 적외선을 방사하여 복사냉각을 일으키는 장파장 적외선 방사층을 포함한다.

[0009] 상기 장파장 적외선 방사층은: 5 ~ 50 마이크로 주기의 마이크로 패턴으로 배열되는 다수의 마이크로 구조물을 포함하는 마이크로 패턴 구조물; 및 상기 다수의 마이크로 구조물의 표면에 돌출되고, 10 ~ 300 나노미터 주기의 나노 패턴으로 형성되는 다수의 나노 구조물을 포함하는 나노 패턴 구조물을 포함한다.

[0010] 상기 다수의 마이크로 구조물은 블록부와 오목부를 포함하는 돔 형상의 표면을 가질 수 있다. 상기 다수의 나노 구조물은 태양광의 입사 방향과 나란한 상하 방향으로 중심축을 가지는 원뿔 돌기 형상으로 형성될 수 있다.

[0011] 상기 돔 형상은, 상기 블록부의 최상부 높이로부터 상기 오목부의 최하부 높이까지 상기 상하 방향으로의 높이 변화에 따라 상기 장파장 적외선에 대한 상기 장파장 적외선 방사층의 굴절률이 선형적으로 증가되는 표면 굴곡을 가지도록 형성될 수 있다.

[0012] 상기 장파장 적외선 방사층은: 폴리머에 무기물 소재의 나노 또는 마이크로 입자가 분산되어 형성되고, 물방울에 대해 제1 접촉각을 가지는 폴리머 물질로 이루어지고; 그리고 상기 마이크로 패턴 구조물 및 상기 나노 패턴 구조물에 의한 비표면적 증가에 따라 상기 물방울에 대해 상기 제1 접촉각 보다 큰 제2 접촉각을 가지는 초소수성 표면을 가질 수 있다.

[0013] 상기 나노 구조물은: 상기 장파장 적외선 방사층의 표면 자정작용 및 상기 장파장 적외선의 반사 억제를 위해, 상기 원뿔 돌기 형상의 하단부 지름에 대한 높이의 비율이 2 이상이 되도록 형성될 수 있다.

[0014] 상기 폴리머는 PDMS, PVDF, PE, PUA, PET, PVC 및 DPHA 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 무기물 소재는 Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiO_2 및 $CaCO_3$ 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 태양전지는 서로 인접하게 배치되는 제1 태양전지 셀 및 제2 태양전지 셀을 포함할 수 있다. 상기 장파장 적외선 방사층은: 상기 제1 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제1 마이크로 구조물과, 상기 제1 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제1 나노 구조물을 포함하는 제1 장파장 적외선 방사 영역; 및 상기 제2 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제2 마이크로 구조물과, 상기 제2 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제2 나노 구조물을 포함하는 제2 장파장 적외선 방사 영역을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제1 장파장 적외선 방사 영역과 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역 간의 경계 영역은 상기 제1 태양전지 셀과 상기 제2 태양전지 셀 간의 경계 위치와 대응되는 위치에 형성될 수 있다.

[0017] 상기 다수의 제1 마이크로 구조물은 상기 제1 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기 다수의 제1 마이크로 구조물의 블록부 높이가 점진적으로 감소되도록 형성될 수 있다.

[0018] 상기 다수의 제2 마이크로 구조물은 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기

다수의 제2 마이크로 구조물의 볼록부 높이가 점진적으로 감소되도록 형성될 수 있다.

- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈 제조 방법은: 기관 상에 태양광을 전기로 변환하는 다수의 태양전지 셀을 포함하는 태양전지를 형성하는 단계; 상기 기관 상에 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고 상기 태양전지를 보호하는 보호층을 형성하는 단계; 및 상기 보호층 상에 태양광을 투과하는 소재로 이루어지고 8 ~ 13 마이크로미터의 장파장 적외선을 방사하여 복사냉각을 일으키는 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0020] 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는: 5 ~ 50 마이크로미터 주기의 마이크로 패턴으로 배열되도록 다수의 마이크로 구조물을 포함하는 마이크로 패턴 구조물을 형성하는 단계; 및 상기 다수의 마이크로 구조물의 표면에 10 ~ 300 나노미터 주기의 나노 패턴으로 돌출 형성되도록, 다수의 나노 구조물을 포함하는 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0021] 상기 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계는: 태양광의 입사 방향과 나란한 상하 방향으로 중심축을 가지는 원뿔 돌기 형상으로 상기 다수의 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 마이크로 패턴 구조물을 형성하는 단계는: 볼록부와 오목부를 포함하는 돔 형상의 표면을 가지도록 상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계는: 상기 마이크로 구조물의 상기 돔 형상이 상기 볼록부의 최상부 높이로부터 상기 오목부의 최하부 높이까지 상기 상하 방향으로의 높이 변화에 따라 상기 장파장 적외선에 대한 상기 장파장 적외선 방사층의 굴절률이 선형적으로 증가되는 표면 굴곡을 가지도록, 상기 다수의 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는: 폴리머에 무기물 소재의 나노 또는 마이크로 입자가 분산되어 형성되고 물방울에 대해 제1 접촉각을 가지는 폴리머 물질로 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계; 및 상기 장파장 적외선 방사층의 표면에 상기 마이크로 패턴 구조물 및 상기 나노 패턴 구조물을 형성하여, 상기 마이크로 패턴 구조물 및 상기 나노 패턴 구조물에 의한 비표면적 증가에 따라 상기 물방울에 대해 상기 제1 접촉각 보다 큰 제2 접촉각을 가지는 초소수성 표면을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 나노 패턴 구조물을 형성하는 단계는: 상기 장파장 적외선 방사층의 표면 자정작용 및 상기 장파장 적외선의 반사 억제에 위해, 상기 원뿔 돌기 형상의 하단부 지름에 대한 높이의 비율이 2 이상이 되도록 상기 다수의 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 태양전지를 형성하는 단계는: 서로 인접하게 배치되는 제1 태양전지 셀 및 제2 태양전지 셀을 포함하도록 상기 태양전지를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는: 상기 제1 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제1 마이크로 구조물과, 상기 제1 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제1 나노 구조물을 포함하는 제1 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계; 및 상기 제2 태양전지 셀의 상부에 배치되는 다수의 제2 마이크로 구조물과, 상기 제2 마이크로 구조물의 표면에 형성되는 다수의 제2 나노 구조물을 포함하는 제2 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 제1 장파장 적외선 방사 영역과 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역 간의 경계 영역은 상기 제1 태양전지 셀과 상기 제2 태양전지 셀 간의 경계 위치와 대응되는 위치에 형성될 수 있다.
- [0029] 상기 제1 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계는: 상기 제1 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기 다수의 제1 마이크로 구조물의 볼록부 높이가 점진적으로 감소되도록 상기 다수의 제1 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역을 형성하는 단계는: 상기 제2 장파장 적외선 방사 영역의 중심부로부터 주변부로 갈수록 상기 다수의 제2 마이크로 구조물의 볼록부 높이가 점진적으로 감소되도록 상기 다수의 제2 마이크로 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는: 상기 마이크로 패턴 구조물에 대응되는 마이크로 패턴부와 상기 나노 패턴 구조물에 대응되는 나노 패턴부가 형성된 몰드를 이용하여 임프린팅 공정에 의해 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 장파장 적외선 방사층을 형성하는 단계는: 기재 상에 Al_2O_3 또는 Si_3N_4 , 모노머 및 광개시제를 포함하는 레진을 도포하여 폴리머층을 형성하는 단계; 상기 기재에 도포된 상기 폴리머층 상에 상기 마이크로 패턴의 역상

으로 형성된 마이크로-콘 형상의 패턴들을 구비하는 중합성 몰드를 부착하는 단계; 상기 기체에 부착된 상기 중합성 몰드에 압력을 가하여 상기 마이크로-콘 형상의 패턴들에 상기 레진이 채워지게 하는 단계; 상기 마이크로-콘 형상의 패턴들에 상기 레진이 채워진 상태에서 자외선(UV) 노출을 통해 상기 레진을 경화하여 상기 폴리머층의 표면을 마이크로 패턴화하는 단계; 상기 중합성 몰드를 탈착하고, 산소 플라즈마 처리에 의해 상기 폴리머층의 표면을 개질하는 단계; Ti 또는 Zn을 포함하는 나노구조체 전구체를 포함하는 용액을 제조하고, 표면 개질된 마이크로콘 구조체를 상기 용액에 침지하는 단계; 및 수열합성법에 의해 70 ~ 90℃ 온도로 상기 마이크로콘 구조체의 표면에 TiO_2 또는 ZnO 나노 구조체를 성장시켜 상기 나노 구조물을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시예에 의하면, 8 ~ 13 마이크론 파장대의 장파장 적외선을 효율적으로 방사하는 장파장 적외선 방사층(long-wavelength infrared ray radiating layer)을 구비한 태양전지 모듈 및 그 제조 방법이 제공된다.

[0034] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 외부로부터 입사되는 장파장 적외선의 흡수율 및 외부로 방사되는 장파장 적외선의 방사율이 높고, 복사 냉각 및 자정 작용이 우수한 초소수성 표면을 가지는 태양전지 모듈 및 그 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 2는 도 1의 'A'부 확대도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 높이에 따른 굴절을 변화를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 나노 구조물의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 작용을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 단면도이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양전지 모듈의 단면도이다.

도 9는 도 8의 'B'부를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈 제조 방법의 순서도이다.

도 11 내지 도 14는 본 발명의 실시예에 따라 태양전지 모듈을 제조하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 전자현미경 사진이다.

도 16은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 초소수성 표면 특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 자정작용을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0037] 본 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 본 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해서 구체적으로 설명하기로 한다.

- [0038] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 2는 도 1의 'A'부 확대도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈(100)은 기관(110), 태양전지(120), 밀봉층(130), 보호층(140) 및 장파장 적외선 방사층(150)을 포함한다.
- [0039] 태양전지(120)는 기관(110) 상에 형성될 수 있다. 태양전지(120)는 태양광을 전기로 변환하는 다수의 태양전지 셀(solarcell)(SC)을 포함할 수 있다. 태양전지 셀(SC)은 예를 들어, 실리콘(Si) 태양전지 셀로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 밀봉층(130)은 기관(110)과 보호층(140) 사이에 형성될 수 있다. 밀봉층(130)은 EVA(ethylene-vinyl acetate copolymer)와 같은 폴리머 물질로 이루어질 수 있다. 이러한 폴리머 물질을 충전시킨 밀봉층(130)에 의해 태양전지(120)를 밀봉할 수 있다.
- [0041] 보호층(140)은 기관(110)과 태양전지(120) 및 밀봉층(130) 상에 형성되어 태양전지(120)를 보호할 수 있다. 보호층(140)은 태양광을 투과하는 소재로 이루어질 수 있다. 보호층(140)은 예를 들어 보호 유리 또는 보호 필름 등으로 형성될 수 있다.
- [0042] 장파장 적외선 방사층(150)은 보호층(140) 상에 형성될 수 있다. 장파장 적외선 방사층(150)은 8 ~ 13 마이크로파장대의 장파장 적외선(long-wavelength infrared ray)을 방사하여 복사냉각을 일으킬 수 있다. 장파장 적외선 방사층(150)은 태양광을 투과하는 소재로 이루어질 수 있다.
- [0043] 장파장 적외선 방사층(150)은 외부로부터 입사되는 장파장 적외선의 흡수를 및 외부로 방사되는 장파장 적외선의 방사(반사 방지) 효율을 높이고, 초소수성 표면에 의해 자정 작용을 얻을 수 있도록, 마이크로 패턴 구조물(152)의 표면에 나노 패턴 구조물(154)을 포함하는 구조로 제공될 수 있다.
- [0044] 마이크로 패턴 구조물(152)은 5 ~ 50 마이크로 주기(10)의 마이크로 패턴으로 배열되는 다수의 마이크로 구조물(152a)을 포함할 수 있다. 다수의 마이크로 구조물(152a)은 볼록부(152b)와 오목부(152c)를 포함하는 돔(dome) 또는 볼록 렌즈(lens) 형태의 표면을 가질 수 있다.
- [0045] 나노 패턴 구조물(154)은 다수의 마이크로 구조물(152a)의 표면에 돌출 형성될 수 있다. 나노 패턴 구조물(154)은 10 ~ 300 나노미터 주기(20)의 나노 패턴으로 형성되는 다수의 나노 구조물(154a)을 포함할 수 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 높이에 따른 굴절율 변화를 나타낸 도면이다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 나노 구조물의 사시도이다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 작용을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0047] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 다수의 나노 구조물(154a)은 태양광의 입사 방향과 나란한 상하 방향으로 중심축을 가지는 원뿔 돌기 형상으로 형성될 수 있다. 장파장 적외선 방사층(150)은 나노 구조물(154a)에 의해 증가된 비표면적에 의해 표면 자정 작용을 일으킬 수 있다.
- [0048] 장파장 적외선 방사층(150)의 표면 자정작용 및 장파장 적외선의 반사 억제를 위해, 나노 구조물(154a)은 원뿔 돌기 형상의 하단부 지름(D)에 대한 높이(H)의 비율이 2 이상이 되도록 형성될 수 있다.
- [0049] 마이크로 구조물(152a)의 돔 형상과, 나노 구조물(154a)의 형상은 공기층(A1)과 장파장 적외선 방사층(150)의 폴리머 물질 영역(A3) 사이의 굴절율 변화 영역(A2)에서, 장파장 적외선에 대한 장파장 적외선 방사층(150)의 굴절률이 공기의 굴절율(n_1)로부터 장파장 적외선 방사층(150)을 구성하는 폴리머 물질의 굴절율(n_2)까지 선형적으로 증가되는 표면 굴곡을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0050] 즉, 마이크로 구조물(152a)의 돔 형상의 표면 굴곡과, 나노 구조물(154a)의 형상에 의해, 볼록부(152b)의 최상부 높이(H1)로부터 오목부(152c)의 최하부 높이(H2)까지 상하 방향으로의 높이 변화에 따라 장파장 적외선에 대한 장파장 적외선 방사층(150)의 굴절률이 공기의 굴절율(n_1)로부터 장파장 적외선 방사층(150)을 구성하는 물질의 굴절율(n_2)까지 선형적으로 증가될 수 있다. 특정 높이에서의 굴절율은 해당 높이에 해당하는 얇은 층 영역의 평균 굴절율일 수 있다.
- [0051] 이와 같이, 장파장 적외선 방사층(150)은 표면에서 굴절율이 연속적으로 변화하는 구조로 이루어져, 도 5에 도시된 바와 같이, 장파장 적외선 방사층(150)의 표면으로부터 반사되는 장파장 적외선의 반사광(L2)의 발생을 억제하고, 외부로 방사되는 장파장 적외선(L1)을 높은 투과율로 투과시키는 기능을 할 수 있다.
- [0052] 또한, 장파장 적외선 방사층(150)은 외부로부터 입사되는 태양광 및 장파장 적외선이 장파장 적외선 방사층

(150)의 표면에서 반사되는 것을 억제하여, 태양광 및 장파장 적외선의 입사량을 높일 수 있다. 이에 따라 태양 전지 출력 효율을 높일 수 있다.

- [0053] 장파장 적외선 방사층(150)은 폴리머에 무기물 소재의 나노 또는 마이크로 입자가 분산되어 형성될 수 있다. 도 6 및 도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 태양전지 모듈을 구성하는 장파장 적외선 방사층의 단면도이다.
- [0054] 도 6을 참조하면, 장파장 적외선 방사층(150)은 무기물 소재의 필름 상에 폴리머층이 적층된 구조로 제공될 수 있다. 장파장 적외선 방사층(150)은 물방울에 대해 제1 접촉각을 가지는 폴리머 물질로 이루어질 수 있다.
- [0055] 장파장 적외선 방사층(150)은 마이크로 패턴 구조물(152) 및 나노 패턴 구조물(154)에 의한 비표면적 증가에 따라 물방울에 대해 제1 접촉각 보다 큰 제2 접촉각을 가지는 초소수성 표면을 가질 수 있다. 제2 접촉각은 150° 이상의 접촉각일 수 있다.
- [0056] 도 6에 도시된 실시예에서, 장파장 적외선 방사층(150)은 보호층(140) 상에 형성되는 세라믹층(150a), 세라믹층(150a) 상에 형성되는 폴리머층(150b), 폴리머층(150b)의 상부 표면에 형성되는 마이크로 패턴 구조물(152) 및 마이크로 패턴 구조물(152)의 표면에 형성되는 나노 패턴 구조물(154)을 포함할 수 있다.
- [0057] 도 7에 도시된 실시예에서, 장파장 적외선 방사층(150)은 보호층(140) 상에 형성되고 폴리머 물질에 무기물 소재의 나노-마이크로 세라믹 입자(150d)가 분산된 폴리머층(150c), 폴리머층(150c)의 상부 표면에 형성되는 마이크로 패턴 구조물(152) 및 마이크로 패턴 구조물(152)의 표면에 형성되는 나노 패턴 구조물(154)을 포함할 수 있다.
- [0058] 장파장 적외선 방사층(150)을 구성하는 폴리머 물질은 PDMS, PVDF, PE, PUA, PET, PVC 및 DPHA 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 장파장 적외선 방사층(150)을 구성하는 무기물 소재는 Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiO_2 및 $CaCO_3$ 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0059] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈은 8 ~ 13 마이크론 파장대의 장파장 적외선을 효율적으로 방사하여 높은 복사 냉각 효율을 가질 수 있다. 또한, 자정 작용이 우수한 초소수성 표면을 가짐으로써, 표면 오염을 줄일 수 있으며, 표면 오염에 의한 태양전지 출력 효율 저하 현상을 방지할 수 있다.
- [0060] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양전지 모듈의 단면도이다. 도 9는 도 8의 'B'부를 나타낸 도면이다. 도 8 및 도 9에 도시된 실시예를 설명함에 있어서, 앞서 설명한 실시예와 동일하거나 상응하는 구성요소에 대하여는 중복되는 설명을 생략할 수 있다.
- [0061] 도 8 및 도 9를 참조하면, 태양전지(120)는 서로 인접하게 배치되는 제1 태양전지 셀(122) 및 제2 태양전지 셀(124)을 포함할 수 있다. 장파장 적외선 방사층(150)은 제1 장파장 적외선 방사 영역(160)과, 제2 장파장 적외선 방사 영역(170)을 포함할 수 있다.
- [0062] 제1 장파장 적외선 방사 영역(160)은 제1 태양전지 셀(122)의 상부에 배치되는 다수의 제1 마이크로 구조물(162a)과, 제1 마이크로 구조물(162a)의 표면에 형성되는 다수의 제1 나노 구조물(164a)을 포함할 수 있다.
- [0063] 제2 장파장 적외선 방사 영역(170)은 제2 태양전지 셀(124)의 상부에 배치되는 다수의 제2 마이크로 구조물(172a)과, 제2 마이크로 구조물(172a)의 표면에 형성되는 다수의 제2 나노 구조물(174a)을 포함할 수 있다.
- [0064] 제1 장파장 적외선 방사 영역(160)과 제2 장파장 적외선 방사 영역(170) 간의 경계 영역(180)은 제1 태양전지 셀(122)과 제2 태양전지 셀(124) 간의 경계 영역(126)의 위치와 대응되는 위치에 형성될 수 있다.
- [0065] 다수의 제1 마이크로 구조물(162a)은 제1 장파장 적외선 방사 영역(160)의 중심부(C1)로부터 주변부(P1, P2)로 갈수록 다수의 제1 마이크로 구조물(162a)의 볼록부 높이가 높이차(ΔH) 만큼 점진적으로 감소되도록 형성될 수 있다.
- [0066] 다수의 제2 마이크로 구조물(172a)은 제2 장파장 적외선 방사 영역(170)의 중심부(C2)로부터 주변부(P2, P3)로 갈수록 다수의 제2 마이크로 구조물(172a)의 볼록부 높이가 높이차(ΔH) 만큼 점진적으로 감소되도록 형성될 수 있다.
- [0067] 도 8 및 도 9의 실시예에 의하면, 다수의 제1 마이크로 구조물(162a) 간의 높이차(ΔH)와, 다수의 제2 마이크로 구조물(172a) 간의 높이차(ΔH)에 의해, 각 장파장 적외선 방사 영역(160)에서 중심부(C1, C2)로부터 주변부(P1, P2, P3)로 물방울과 같은 오염물의 원활한 배출을 유도할 수 있다.
- [0068] 이에 따라, 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에 맺히는 물방울이나 먼지 등의 오염물이 다수의 제1 마이크로

구조물(162a) 사이의 오목부, 또는 다수의 제2 마이크로 구조물(172a) 사이의 오목부에 머무르는 것을 방지할 수 있다.

- [0069] 따라서, 물방울이나 먼지 등의 오염물이 장파장 적외선 방사층(150)의 표면 상의 영역 중 태양전지 셀(122, 124)의 상부 영역에 머무르지 않도록 하여, 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에 생기는 오염물에 의해 태양전지 셀(122, 124)의 출력 효율이 저하되는 현상을 최소화할 수 있다.
- [0070] 물방울이나 먼지 등의 오염물이 제1 마이크로 구조물(162a)과 제2 마이크로 구조물(172a) 사이로 이동하게 되더라도, 제1 마이크로 구조물(162a)과 제2 마이크로 구조물(172a) 사이의 경계 위치는 태양전지 셀(122, 124)의 경계 위치 상에 설정되므로, 오염물이 태양전지 셀(122, 124)에 미치는 영향을 줄일 수 있게 된다.
- [0071] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈 제조 방법의 순서도이다. 도 1 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 모듈 제조 방법은 기판(110) 상에 다수의 태양전지 셀을 포함하는 태양전지(120)를 형성하는 단계(S110), 기판(110) 상에 태양전지(120)를 보호하는 보호층(140)을 형성하는 단계(S120), 및 보호층(140) 상에 8 ~ 13 마이크로미터의 장파장 적외선을 방사하여 복사냉각을 일으키도록 마이크로 패턴 구조물(152)의 표면에 나노 패턴 구조물(154)을 가지는 장파장 적외선 방사층(150)을 형성하는 단계(S130)를 포함한다.
- [0072] 도 11 내지 도 14는 본 발명의 실시예에 따라 태양전지 모듈을 제조하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 1, 도 10 내지 도 14를 참조하면, 장파장 적외선 방사층(150)을 형성하는 단계(S130)에서는 마이크로 패턴부(232)와 나노 패턴부(234)가 형성된 몰드(mold)(230)를 이용하여 임프린팅(imprinting) 공정에 의해 장파장 적외선 방사층(150)을 형성할 수 있다.
- [0073] 마이크로 패턴부(232)는 장파장 적외선 방사층(150)의 마이크로 패턴 구조물(152)에 대응되는 형상을 가질 수 있다. 나노 패턴부(234)는 장파장 적외선 방사층(150)의 나노 구조물(154)에 대응되는 형상을 가질 수 있다.
- [0074] 몰드(230)는 예를 들어, PDMS, 실리콘, 유리 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 임프린팅 공정에 의해 소재 표면에 패턴을 형성하는 방법은 잘 알려져 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0075] 실시예에서, 기재(210) 상에 장파장 적외선의 흡수 및 방사율이 높은 물질로 이루어지는 폴리머층(220)을 형성한 후, 폴리머층(220)의 표면을 몰드(230)로 덮어 임프린팅 공정을 수행함으로써, 표면에 마이크로 패턴 구조물(240) 및 나노 패턴 구조물(260)을 가지는 장파장 적외선 방사층을 형성할 수 있다.
- [0076] 도 14를 참조하면, 마이크로 패턴 구조물(240) 상의 나노 패턴 구조물은 나노 패턴 형성을 위한 용액(250)에 의해 형성될 수도 있다. 장파장 적외선 방사층(150)을 형성하기 위하여, 먼저 도 11에 도시된 바와 같이 기재(210) 상에 Al_2O_3 , Si_3N_4 등의 마이크로 구조물을 포함하는 레진(resin)을 도포하여 폴리머층(220)을 형성할 수 있다.
- [0077] 이때 레진은 장파장 적외선 방사에 용이한 재료(예를 들어, Al_2O_3 , Si_3N_4 등), 모노머(예를 들어, Dipentaerythritol hexaacrylate (DPHA) 등), 광개시제(예를 들어, 1-Hydroxy-cyclohexyl-phenyl-ketone 등)로 구성될 수 있다. 폴리머층(220)은 레진을 스핀 코팅(예를 들어, 1000rpm, 60초)하여 기재(210) 상에 코팅할 수 있다.
- [0078] 이어서, 기재(210)에 도포된 폴리머층(220) 상에 마이크로 패턴의 역상으로 형성된 마이크로-콘(micro-cone) 형상의 마이크로 패턴들로 이루어지는 마이크로 패턴부(232)를 구비하는 몰드(230)를 부착할 수 있다. 이때 몰드(230)는 폴리머(예를 들어, PDMS, PVDF, PE, PUA, PET 등)로 이루어지는 중합성 몰드(polymeric mold)가 사용될 수 있으며, 나노 패턴을 구비하지 않는 몰드일 수 있다.
- [0079] 기재와 폴리머층이 부착된 채로 진공 챔버에 넣고, 챔버를 진공 상태로 만든 다음, UV-임프린팅 과정을 진행할 수 있다. 이때, 몰드(230)에 압력을 가하여 몰드(230)의 마이크로 패턴부(232)에 레진이 채워지게 하고, 자외선(UV) 노출을 통해 경화하여 장파장 적외선 방사층(150)의 표면을 마이크로 패턴화할 수 있다. 일 예로, 5 bar 압력을 1분 동안 가하여 레진을 마이크로 패턴화한 뒤, 자외선에 약 25분간 노출시켜 레진을 경화시킬 수 있다.
- [0080] 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에 마이크로콘 형상의 마이크로 패턴들이 형성되면, 경화된 기재-폴리머층 구조체를 진공 챔버에서 꺼낸 후 폴리머로 이루어진 몰드(230)를 탈착하고, 플라즈마 처리에 의해 장파장 적외선 방사층(150)의 표면을 제어할 수 있다. 이때 플라즈마는 산소 플라즈마(Oxygen plasma)가 사용될 수 있다. 실시

예에서, 마이크로 패턴이 형성된 구조체를 약 20분간 UV/O₃ 플라즈마 처리하여 패턴부 표면을 개질할 수 있다.

- [0081] 다음으로, 표면 처리된 마이크로콘 패턴을 가지는 마이크로콘 구조체를 나노구조체 전구체(예를 들어, Ti, Zn 등의 전구체)를 포함하는 용액(250)에 넣어 수열합성법(hydrothermal method)에 의해 마이크로콘 구조체의 표면에 나노 구조체(예를 들어, TiO₂, ZnO 등)를 성장시켜 나노 패턴들을 포함하는 나노 패턴부를 형성할 수 있다.
- [0082] 용액(250)은 나노 재료의 전구체(precursor)와 pH 조절제를 포함하여 이루어질 수 있다. 용액(250)은 일 예로, 물(H₂O)과 수산화나트륨(NaOH) 및 질산아연(Zn(NO₃)₂)이 혼합된 용액일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 산화아연에 의해 나노 패턴을 형성하는 경우에 대해 설명하면, 1mM Zn(NO₃)₂ · 6H₂O 수용액에 NaOH를 90mM 섞어 용액(250)을 제조하고, 기재(210) 상에 마이크로 패턴 표면을 가지는 산화아연(ZnO) 나노입자 레진(resin)을 형성한 후, 제조한 용액(250)에 침지되도록 기재-폴리머층 구조체를 넣어준 뒤 약 70 ~ 90℃ 온도(예를 들어, 50℃)로 1시간 동안 열수 성장(Hydrothermal growth) 공정을 수행하면, 지름 수십 nm, 높이 100 ~ 200 nm 급의 ZnO 나노 구조물이 형성되며, 표면에 마이크로 패턴과 나노 패턴을 가지는 장파장 적외선 방사층을 제조할 수 있다.
- [0083] 도 15는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 전자현미경 사진이다. 장파장 적외선 방사층(150)은 빛의 파장보다 작은 크기의 수십 ~ 수백 나노크기 패턴과 수 ~ 수백 마이크로 패턴에 의해 굴절률이 점진적으로 변화되므로, 굴절률이 서로 다른 공기층과 장파장 적외선 방사층 간에 빛이 전파될 때 장파장 적외선의 표면 반사 현상을 억제할 수 있다.
- [0084] 따라서, 모스아이(moth eye) 구조 나노 패턴 및 마이크로 패턴에 의해, 입사태양광 및 장파장 적외선의 반사를 줄이고 투과도를 높일 수 있으며, 이로 인해 태양전지로 입사되는 태양광 및 장파장 적외선을 증가시켜 발전 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0085] 또한, 장파장 적외선 방사층(150)은 장파장 적외선이 장파장 적외선 방사층(150)으로부터 공기로 전파할 때, 장파장 적외선 방사층(150)과 공기층 간의 계면에서 반사되는 전반사 현상(total internal reflection)을 줄여 장파장 적외선의 방사를 촉진할 수 있다.
- [0086] 따라서, 본 발명의 실시예에 의하면, 장파장 적외선 반사 감소 및 방사 증가에 의해, 태양전지의 온도를 복사 냉각에 의하여 감소시킬 수 있으며, 복사 냉각 효율을 높여 태양전지 셀(예를 들어, pn 다이오드 태양전지 셀)의 효율을 증대시키고, 발전 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0087] 도 16은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 초소수성 표면 특성을 설명하기 위한 도면이다. 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에 형성된 패턴은 장파장 적외선 방사층(150)의 비표면적을 증가시켜, 장파장 적외선 방사층(150)을 구성하는 물질의 소수성 성질을 증폭시킬 수 있다.
- [0088] 장파장 적외선 방사층(150)은 표면 위의 패턴으로 초소수성 표면을 가지며, 이에 따라 물방울(DR)은 장파장 적외선 방사층(150)의 초소수성 표면 위에서 접촉각이 150° 이상으로 매우 커지게 되어 표면 상에 머무르지 못하고 표면 위를 계속 구르게 된다.
- [0089] 이때 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에 있는 먼지는 장파장 적외선 방사층(150)의 표면을 따라 흐르는 물방울에 의해 포집되어 장파장 적외선 방사층(150)의 표면에서 제거될 수 있다.
- [0090] 도 17은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장파장 적외선 방사층의 자정작용을 설명하기 위한 도면이다. 도 17에서 S1 내지 S9는 시간 순으로 장파장 적외선 방사층의 표면에서 자정 작용 효과에 의해 오염물이 감소되는 현상을 나타낸 것이다.
- [0091] 도 17에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의하면, 장파장 적외선 방사층(150)의 표면을 초소수성으로 만들어 자정 작용 효과(self-cleaning effect)를 부여할 수 있다.
- [0092] 이에 따라 장파장 적외선 방사층(150)의 표면 오염을 감소시킴으로써, 장파장 적외선 방사층(150)의 표면 상의 오염물에 의해 전력 출력 효율이 저하되는 것을 방지할 수 있다.
- [0093] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수

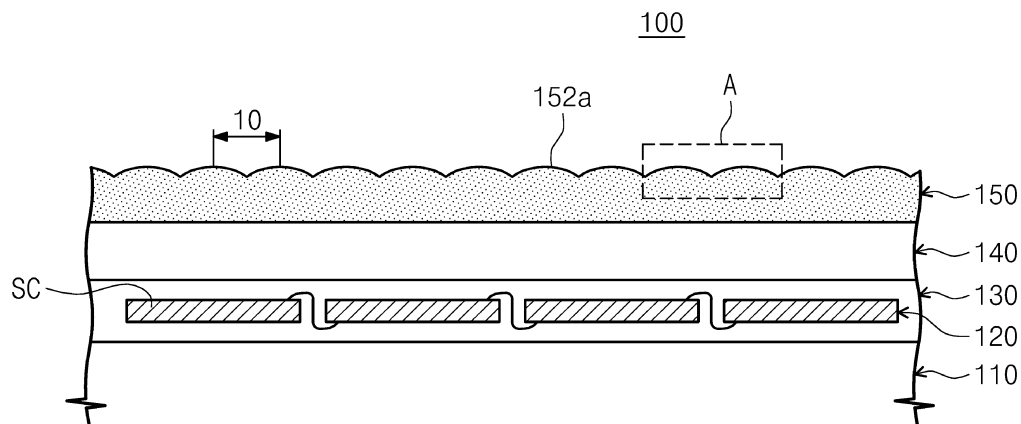
있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

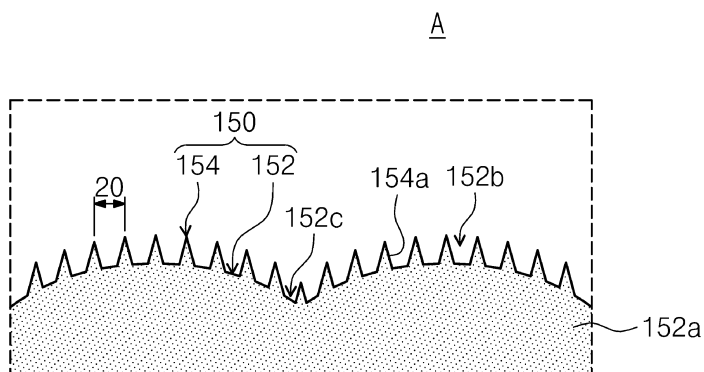
- [0094]
- 100: 태양전지 모듈
 - 110: 기판
 - 120: 태양전지
 - 130: 밀봉층
 - 140: 보호층
 - 150: 장파장 적외선 방사층
 - 152: 마이크로 패턴 구조물
 - 152a: 마이크로 구조물
 - 154: 나노 패턴 구조물
 - 154a: 나노 구조물

도면

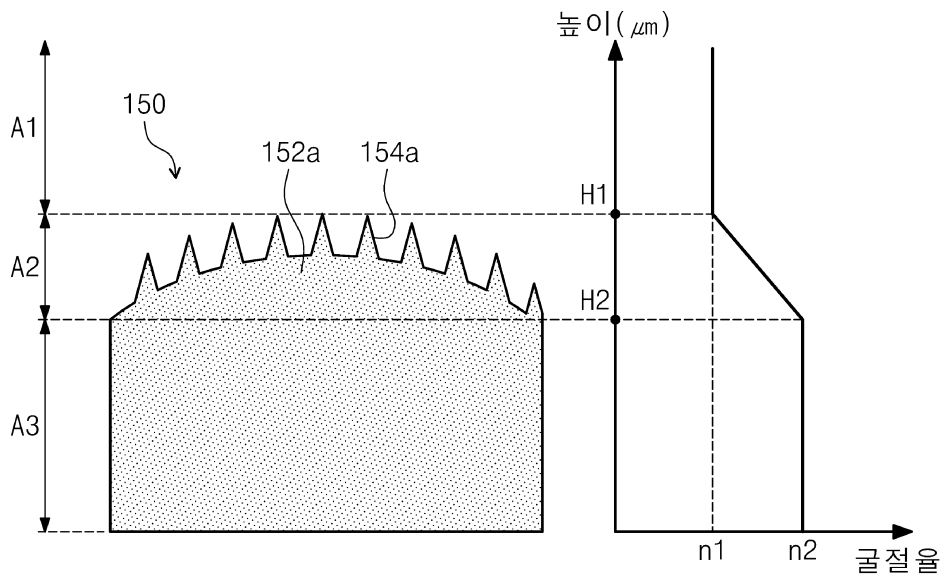
도면1



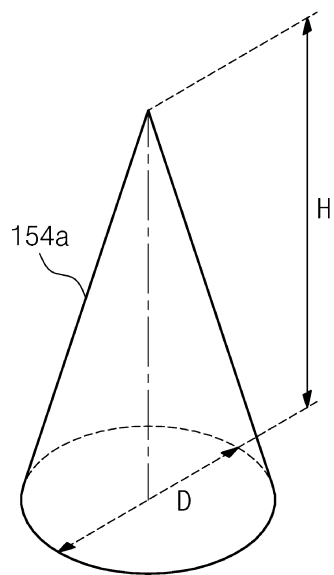
도면2



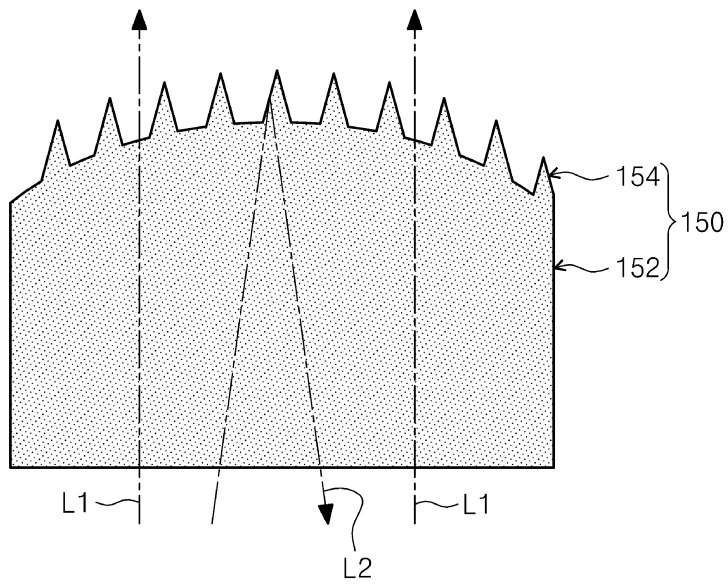
도면3



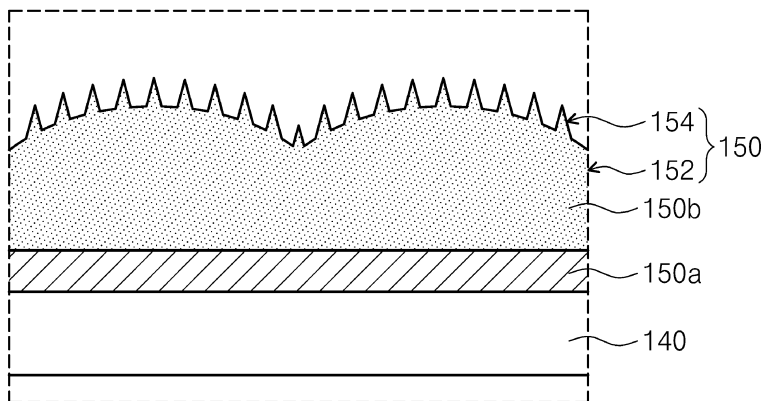
도면4



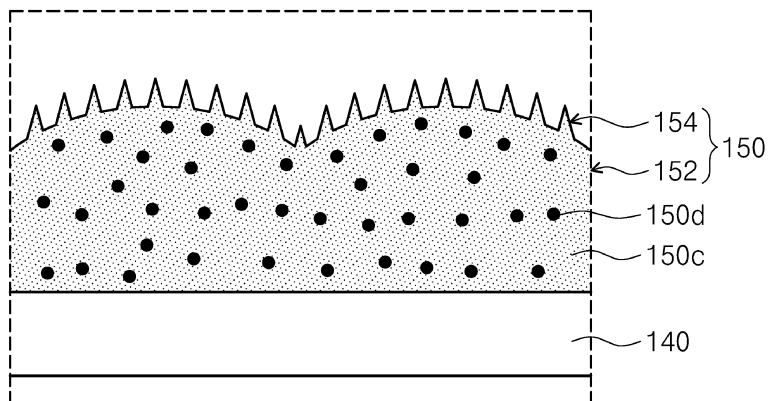
도면5



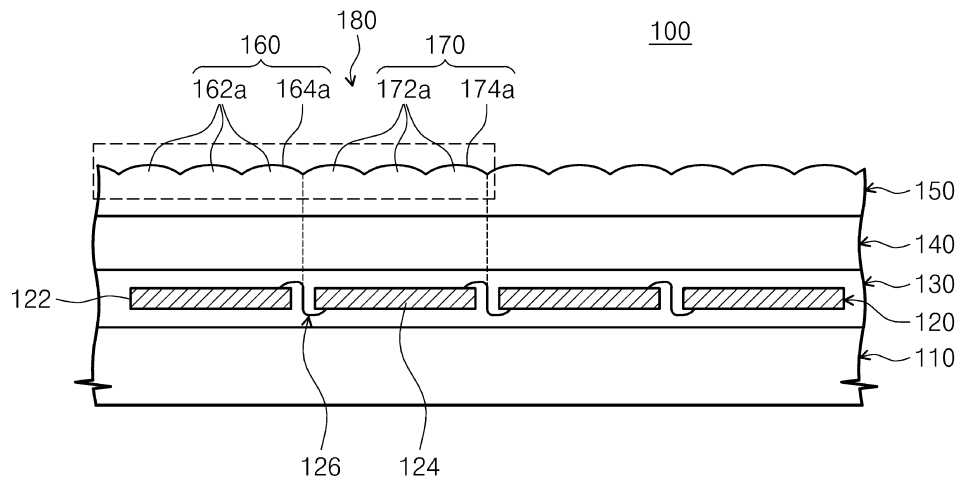
도면6



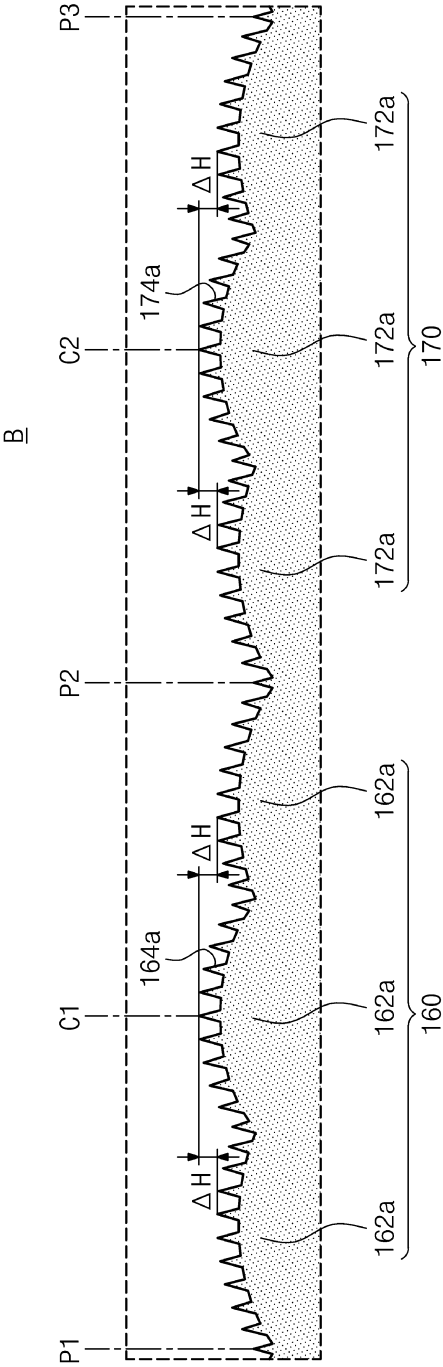
도면7



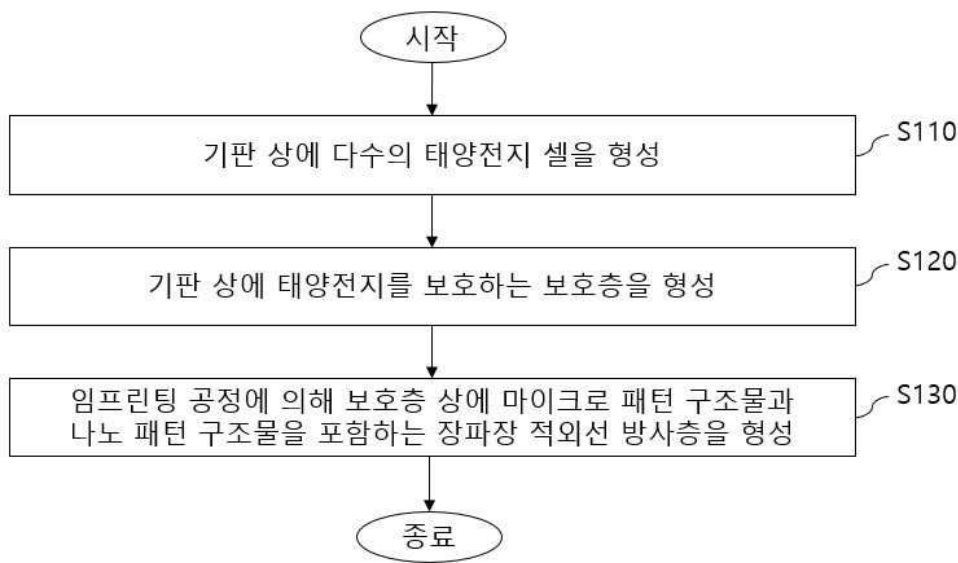
도면8



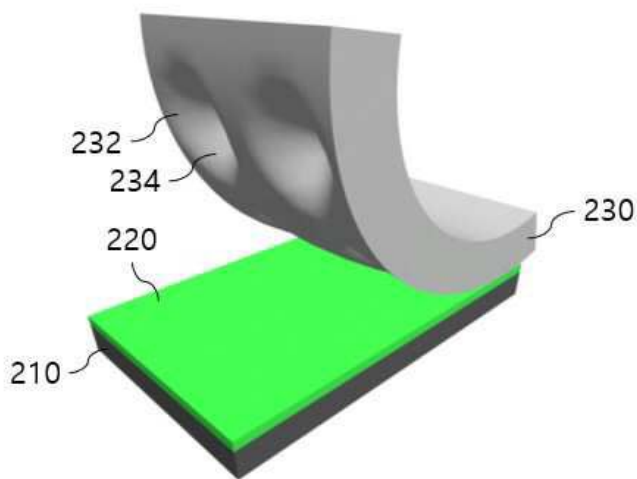
도면9



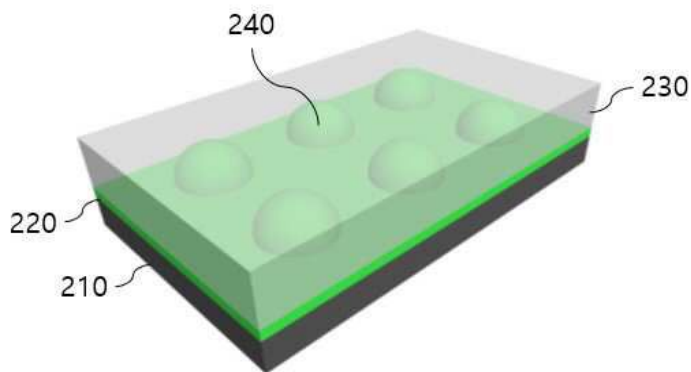
도면10



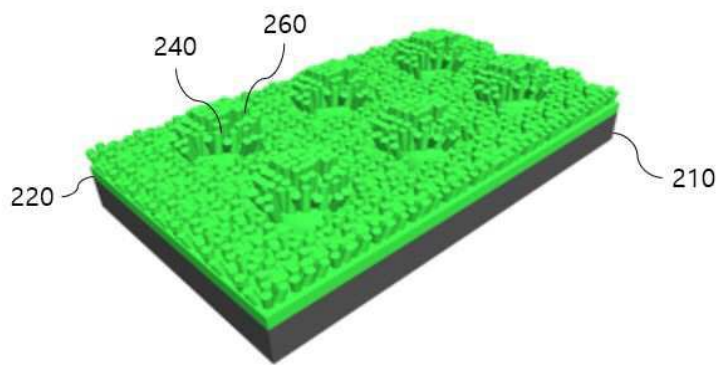
도면11



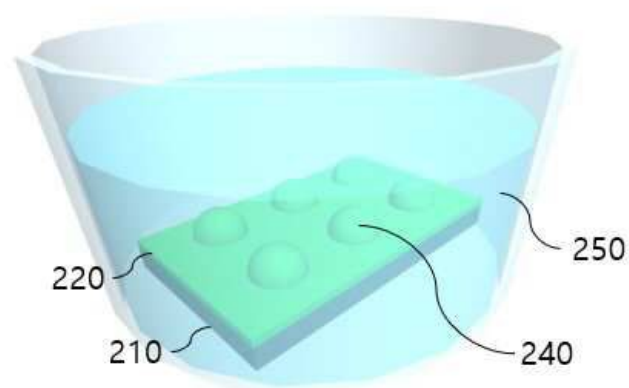
도면12



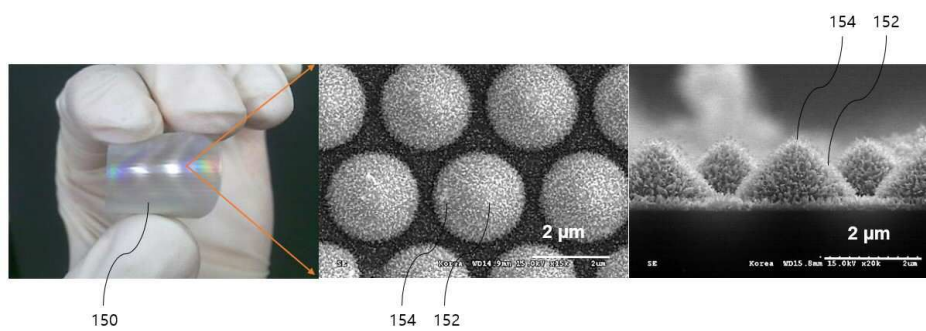
도면13



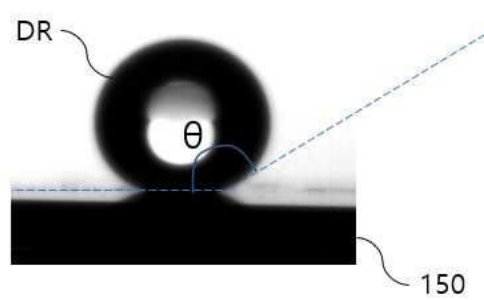
도면14



도면15



도면16



도면17

