



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0137327
(43) 공개일자 2018년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 35/32 (2006.01) H01L 35/16 (2006.01)

H01L 35/18 (2006.01) H01L 35/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 35/32 (2013.01)

H01L 35/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0076860

(22) 출원일자 2017년06월16일

심사청구일자 2017년06월16일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

최경진

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이기석

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

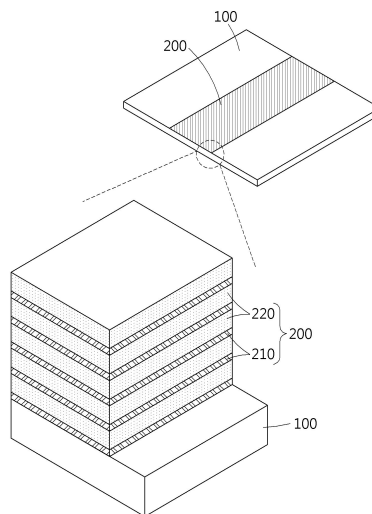
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 광 열전 소자용 구조체 및 그 제조방법과 그를 이용한 광 열전 소자

(57) 요약

본 발명은 광 흡수체 기반의 열전 소자용 구조체 및 그 제조방법과 그를 이용한 광 열전 소자에 관한 것으로, 본 발명의 광 열전 소자용 구조체는, 베이스 기판; 상기 베이스 기판 상에 형성되는 광 흡수체; 및 상기 베이스 기판의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체의 적어도 일영역에 걸쳐 형성되는 BiTe계 물질을 포함하는 열전부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 35/18 (2013.01)

H01L 35/34 (2013.01)

(72) 발명자

손재성

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

정연수

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

강성범

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711043195

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원

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 1711037792

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 STEAM연구

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

베이스 기판;

상기 베이스 기판 상에 형성되는 광 흡수체; 및

상기 베이스 기판의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체의 적어도 일 영역에 걸쳐 형성되는 BiTe계 물질을 포함하는 열전부;를 포함하는,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 흡수체는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 층이 교대로 형성된 적층형인 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광 흡수체는, 다층 박막 구조를 형성하는 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 유전체 층은, 불화마그네슘(MgF_2), 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 티타니아(TiO_2), 탄탈륨 옥사이드(Ta_2O_5), $BiTiO_3$, 하프늄옥사이드(HfO_2), 실리콘옥사이드(SiO_2) 실리콘나이트라이드(Si_3N_5), $CaZr$, Nd_2O_3 , $SrTiO_3$, CeO_2 및 $PbTiO_3$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것이고,

상기 금속 층은, 티타늄(Ti), 은(Ag), 금(Au), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 구리(Cu), 납(Pd), 니켈(Ni), 코발트(Co), 납(Pb), 철(Fe), 텅스텐(W), 탄탈륨(Ta) 및 크롬(Cr)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 하나 이상의 유전체 층의 두께는 80 nm 내지 120 nm 이고,

상기 하나 이상의 금속 층의 두께는 5 nm 내지 20 nm 인 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 베이스 기판은, 폴리아미드(PI), 폴리우레탄(PU), 폴리아미드(PA), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티렌(PS), 폴리염화비닐(PVC), 폴리아크릴로나이트릴(PAN), 나일론, 폴리에스테르(PET), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리아미드이미드(PAI), 폴리에테르술폰(PES), 폴리카보네이트(PC) 및 폴리에틸렌(PE) 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 이상인 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 열전부는 상기 베이스 기판의 복수 개의 영역과 상기 광 흡수체의 복수 개의 영역 사이를 서로 연결하는 지그재그 형태인 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 열전부는 열전 잉크가 건조되어 형성된 구조체인 것인,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 베이스 기판의 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 상에 형성된 광 차단부; 를 더 포함하는,

광 열전 소자용 구조체.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따르는 광 열전 소자용 구조체; 및

상기 광 열전 소자용 구조체에 연결 형성되는 하나 이상의 금속 전극 층;을 포함하는,

광 열전 소자.

청구항 12

베이스 기판을 준비하는 단계;

상기 베이스 기판의 일부에 광 흡수체를 형성하는 단계;

상기 광 흡수체의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 적어도 일 영역에 걸쳐 열전 잉크를 프린팅하여 열전부를 형성하는 단계;

상기 프린팅된 열전 잉크를 건조하는 단계; 및

상기 열전부를 소결하는 단계;를 포함하는,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 열전부를 소결하는 단계; 후에 코팅층을 형성하는 단계;를 더 포함하는,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 베이스 기판을 준비하는 단계 이후에,

상기 베이스 기판을 오존 처리하는 단계;를 더 포함하는,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이전에,

상기 베이스 기판의 일부 영역을 마스킹하는 단계;를 더 포함하는,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 광 흡수체를 형성하는 단계는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 박막 층을 교대로 전자 빔 증착하여 다층 박막 구조를 형성하는 것인,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 소결하는 단계는, 300 °C 내지 500 °C 에서 수행되는 것인,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이후에,

상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기관의 영역 상에,

광 차단부를 형성하는 단계;를 더 포함하는,

광 열전 소자용 구조체의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 흡수체 기반의 열전 소자용 구조체 및 그 제조방법과 그를 이용한 광 열전 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 빛을 이용하여 플렉시블 평면 기관 상에서 온도 차이를 발생시키고 그 온도 차이로부터 전기를 생산할 수 있는 광 흡수 기반의 열전 소자용 구조체 및 그 제조방법과 그를 이용한 광 열전 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 열전 변환 소자를 포함하는 열전 소자는 P형 열전 재료와 N형 열전 재료를 금속 전극들 사이에 접합시킴으로써, PN 접합 쌍을 형성하는 구조이다. 이러한 PN 접합 쌍 사이에 온도 차이를 부여하게 되면, 제벡(Seebeck) 효과에 의해 전력이 발생됨으로써 열전 소자는 발전 장치로서 기능 할 수 있다. 또한, PN 접합 쌍의 어느 한쪽은 냉각되고 다른 한쪽은 발열 되는 펠티어(Peltier) 효과에 의해, 열전 소자는 온도 제어 장치로서 이용될 수도 있다. 이러한 열전 소자는 냉각용 또는 온열용 장치나, 발전용 장비에 적용되어 다양한 열전환 효과를 구현할 수 있게 된다.

[0005] 이 때, 다양한 환경에 적용 가능한 웨어러블 형태의 열전 소자를 구현하기 위해 고려해야 할 사항으로는 기관의 유연성, 열전 성능 지수(ZT)의 향상 및 소자의 효과적 구동을 위한 온도 차이(T)를 효과적으로 형성하는 방법 등이 있다. 기관의 유연성 측면을 고려할 때, 열전 소자는 플렉서블한 기관을 사용해야 하고 이를 위해 이용할 수 있는 열전 소재에는 분명한 한계가 존재한다. 따라서 열전 소재를 개선하기 위한 방법에는 분명한 한계가 존재하였다.

[0006] 예를 들어, 기존의 웨어러블 열전 소자는 인체의 온도와 대기의 온도 간의 온도 차이를 이용하여 전기를 생산하였는데, 피부와의 열 저항이나 열 손실 문제로 인해 온도 차이는 불과 5도 안팎에 불과하여 열전 소자의 효율이 낮은 한계가 존재하였다. 또한, 그 외에도 피부에 직접적으로 열전 물질이 접촉하여야 하는 문제, 신체 부위 별로 온도의 차이가 존재하는 문제 등도 해결해야 하는 문제로 남아있었다.

[0008] 따라서, 열전 소자의 성능 향상을 위해 고려해야 할 것은 열전 성능 지수의 향상 및 온도 구배를 크게 형성할 수 있는 방법에 관한 것이다.

[0009] 여기서 열전 성능 지수 값은 많은 연구 기관 및 기업 등에서 연구 중이지만 열전 성능 지수 값 ZT의 향상은 제벡 계수와 전기 전도도 간의 트레이드 오프(Trade-off)관계로 인해 그 값을 개선하는데 많은 어려움이 존재하였다.

[0011] 따라서, 최근에는 열전 효율이 높은 새로운 열전 소재의 연구, 열전 성능 지수를 향상시키기 위한 연구에서 더 나아가, 동일한 조건에서 온도 차이(T)를 크게 형성할 수 있는 구조를 형성하는 기술에 대해서도 관심이 모아지고 있다. 특히, 온도를 높일 수 있는 태양광 등을 이용하여 온도 구배를 구조적으로 만들어 내고 고온 부분과 저온 부분 사이 온도 차이를 극대화 시켜 열전 소재의 효율을 높이는 기술에 대해 관심이 집중되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은 국부적으로 차등적인 빛을 수용하여 고온 부분과 저온 부분 간에 발생하는 온도 차이를 통해 열전 효율을 높일 수 있는 구조를 포함하는 광 열전 소자용 구조체 및 그 제조방법과 그를 이용한 광 열전 소자를 제공하기 위한 것이다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에서는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 층이 교차로 적층된 다층 박막을 적용하여 빛을 효과적으로 흡수하여 발열하는 광 흡수체를 포함하는 광 열전 소자용 구조체를 제공함으로써 열전 소재의 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 광 열전 소자용 구조체는, 베이스 기판; 상기 베이스 기판 상에 형성되는 광 흡수체; 및 상기 베이스 기판의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체의 적어도 일 영역에 걸쳐 형성되는 BiTe계 물질을 포함하는 열전부;를 포함한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 층이 교대로 형성된 적층형인 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체는, 다층 박막 구조를 형성하는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 유전체 층은, 불화마그네슘(MgF_2), 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 티타니아(TiO_2), 탄탈륨 옥사이드(Ta_2O_5), $BiTiO_3$, 하프늄옥사이드(HfO_2), 실리콘옥사이드(SiO_2) 실리콘나이트라이드(Si_3N_4), $CaZr$, Nd_2O_3 , $SrTiO_3$, CeO_2 및 $PbTiO_3$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것이고,

[0020] 상기 금속 층은, 티타늄(Ti), 은(Ag), 금(Au), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 구리(Cu), 납(Pb), 니켈(Ni), 코발트(Co), 납(Pb), 철(Fe), 텅스텐(W), 탄탈륨(Ta) 및 크롬(Cr)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 하나 이상의 유전체 층의 두께는 80 nm 내지 120 nm 이고, 상기 하나 이상의 금속 층의 두께는 5 nm 내지 20 nm 인 것일 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 베이스 기판은, 폴리이미드(PI), 폴리우레탄(PU), 폴리아미드(PA), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티렌(PS), 폴리염화비닐(PVC), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 나일론, 폴리에스테르(PET), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리아미드이미드(PAI), 폴리테트라설파이드(PES), 폴리카보네이트(PC) 및 폴리에틸렌(PE) 으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 이상인 것일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 열전부는 상기 베이스 기판의 복수 개의 영역과 상기 광 흡수체의 복수 개의 영역 사이를 서로 연결하는 지그재그 형태인 것일 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 열전부는 열전 잉크가 건조되어 형성된 구조체인 것일 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명의 광 열전 소자용 구조체는, 상기 베이스 기판의 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 상에 형성된, 광 차단부; 를 더 포함하는 것일 수 있다.

- [0029] 본 발명의 광 열전 소자는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체; 및 상기 광 열전 소자용 구조체에 연결 형성되는 하나 이상의 금속 전극 층;을 포함한다.
- [0031] 본 발명의 광 열전 소자용 구조체의 제조방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계; 상기 베이스 기판의 일부에 광 흡수체를 형성하는 단계; 상기 광 흡수체의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 적어도 일 영역에 걸쳐 열전 잉크를 프린팅하여 열전부를 형성하는 단계; 상기 프린팅된 열전 잉크를 건조하는 단계; 및 상기 열전부를 소결하는 단계;를 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 베이스 기판을 준비하는 단계 이후에, 상기 베이스 기판을 오존 처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이전에, 상기 베이스 기판의 일부 영역을 마스킹하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 박막 층을 교대로 전자 빔 증착하여 다층 박막 구조를 형성하는 것일 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 소결하는 단계는, 300 °C 내지 500°C 에서 수행되는 것일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이후에, 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 영역 상에, 광 차단부를 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명에서 제공하는 광 열전 소자용 구조체에 따르면, 광 흡수체를 이용하여 같은 구조체 내에서도 차등적으로 빛을 수용함으로써 구조체 내 부분 별로 온도 차이를 크게 형성할 수 있고, 이를 이용하면 열전 효율이 개선된 광 열전 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 구조를 나타내는 개략도이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 제조방법의 각 단계의 순서를 나타낸 순서도이다.
- 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따라 전자 빔 증착 방식에 의해 광 흡수체를 형성하는 과정을 도시하는 개략도이다.
- 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 광 흡수체를 제조하는 단계 및 열전부를 형성하는 단계 후에 출력 파워를 측정하는 과정을 도시하는 개략도이다.
- 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 FDTD 열해석 시뮬레이션을 적용한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 빛이 가해질 때 광 흡수체의 폭에 따라 형성되는 온도 구배를 나타내는 그래프(도 6(a)) 및 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 가해진 열의 흐름을 나타내는 광 열전 소자용 구조체의 단면도(도 6(b))이다.
- 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 제조방법에 있어서, 열전부를 소결하는 단계를 거쳐 열전부가 치밀해지는 것을 확인할 수 있는 소결 전(도 7(a)) 및 소결 후(도 7(b))의 SEM 분석 사진이다.
- 도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 제조방법에 있어서, 열전부를 소결하는 온도를 달리 함에 따라 열전부의

결정성이 향상되는 정도를 확인할 수 있는 그래프이다.

도 9는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자의 출력 파워를 AM 1.5G조건에서 측정한 그래프로서, 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기관의 영역 상에 광차단부 없이 빛을 가리지 않은 경우(도 9(a))와 광차단부를 도입하여 빛을 가린 경우(도 9(b))의 출력파워를 도시한 것이다.

도 10은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자의 온도 구배를 AM 1.5G 조건에서 열화상 카메라를 통해 분석한 사진으로서, 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기관의 영역 상에 광 차단부 없이 빛을 가리지 않은 경우(도 10(a))와 광차단부를 도입하여 빛을 가린 경우(도 10(b))의 온도 구배를 확인할 수 있는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0043] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0044] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0045] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 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.
- [0046] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0048] 본 발명의 일 측면에서는, 차등적으로 빛을 수용하여 고온 부분과 저온 부분 간에 발생하는 온도 차이를 통해 열전 효율을 높일 수 있는 구조를 포함하는 광 열전 소자용 구조체를 제공한다.
- [0049] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 구조를 나타내는 개략도이다.
- [0050] 아래에서는 도 1에 도시된 광 열전 소자용 구조체를 참조하여, 각 부분의 구조 및 기능을 상세히 설명한다.
- [0052] 본 발명의 광 열전 소자용 구조체는, 베이스 기관(100); 상기 베이스 기관 상에 형성되는 광 흡수체(200); 및 상기 베이스 기관의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체의 적어도 일 영역에 걸쳐 형성되는 BiTe계 물질을 포함하는 열전부;를 포함한다.
- [0053] 베이스 기관은 광 열전 소자용 구조체의 지지체 역할을 수행할 수 있다. 이 때, 상기 광 열전 소자가 웨어러블 소자로 구현하기 위해서는 베이스 기관으로 유연하면서 플렉시블한 물성을 가지는 소재가 적용될 수 있다.
- [0054] 베이스 기관 상에는 광 흡수체가 형성될 수 있다. 본 발명에 따르는 광 열전 소자용 구조체가 빛에 노출될 때 광 흡수체는 상대적으로 고온을 형성하게 되는 반면, 광 흡수체가 형성되지 않은 영역의 베이스 기관은 상대적으로 저온을 형성하게 된다. 이 때, 본 발명의 중요한 특징 중의 하나는 광 흡수체와 광 흡수체가 형성되지 않은 나머지 영역의 베이스 기관 사이에 온도 차이를 크게 형성함으로써, 열전 소자의 열전 효율을 향상시키는 것이다.
- [0055] 이렇게 형성된 광 흡수체와 나머지 영역의 베이스 기관 사이에는 BiTe계 열전 소재가 적용되는 열전부가 형성된다. 열전부는 앞서 형성된 광 흡수체와 베이스 기관 사이의 온도 차이를 이용하여 전기를 생산하는 기능을 수행

할 수 있다. 상기 BiTe계 열전 소재는 통상적인 열전 소자에 적용 가능한 비스무스-텔루륨계 열전 재료를 모두 포함한다. 또한, 상기 열전부는 BiTe계 열전 소재 외에도 온도 차이로부터 전기를 출력할 수 있는 소재를 추가적으로 더 포함 할 수 있다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체(200)는, 하나 이상의 유전체 층(220)과 하나 이상의 금속 층(210)이 교대로 형성된 적층형인 것일 수 있다.

[0058] 유전체 층과 금속 층은 각각 하나 이상의 층이 교대로 적층되도록 형성될 수 있다. 또한 상기 유전체 층과 금속 층은 각각의 소재 특성을 고려하고 빛의 보강 및 상쇄 간섭의 원리를 이용하여 효과적으로 빛을 흡수하는 구조로 형성될 수 있다. 상기 광 흡수체는 유전체 층과 금속 층의 적층형 구조를 이용하여 감쇠 작용으로 인한 최적의 빛 흡수 조건이 적용되도록 정밀하게 설계될 수 있다. 이 때, 금속 층은 굴절률 값을 고려하여 그 두께가 설계될 수 있다. 또한 상기 금속 층은, 얇은 박막 층으로 설계되어 빛을 투과시키기에 충분하도록 형성될 수 있다.

[0060] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체는, 다층 박막 구조를 형성하는 것일 수 있다.

[0061] 상기 광 흡수체는 FDTD 열해석 시뮬레이션을 이용하여 유전체 층과 금속 층 간의 최적의 흡수체 구조를 확보하고 광 흡수체가 다층 박막 구조를 형성하도록 설계할 수 있다. 특히, FDTD 열해석 시뮬레이션을 통해 유전체 층과 금속 층 각각의 빛 흡수에 적절한 두께를 확보할 수 있다. 또한, 최적의 유전체/금속 구조가 적용된 조건에서 흡수 가능한 열량을 사전에 계산할 수 있다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 유전체 층은, 불화마그네슘(MgF_2), 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 티타니아(TiO_2), 탄탈륨 옥사이드(Ta_2O_5), $BiTiO_3$, 하프늄옥사이드(HfO_2), 실리콘옥사이드(SiO_2) 실리콘나이트라이드(Si_3N_4), $CaZr$, Nd_2O_3 , $SrTiO_3$, CeO_2 및 $PbTiO_3$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것이고, 상기 금속 층은, 티타늄(Ti), 은(Ag), 금(Au), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 구리(Cu), 납(Pb), 니켈(Ni), 코발트(Co), 납(Pb), 철(Fe), 텅스텐(W), 탄탈륨(Ta) 및 크롬(Cr)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0064] 본 발명에서 상기 유전체 층은, 상술한 것 외에도 다층 박막 구조에 적용되어 광 흡수 물질로 사용되는 소재라면 특별히 한정하지 않는다. 또한, 상기 금속 층은 다양한 금속 성분을 포함하도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 유전체 층은 다양한 유전체 물질을 더 포함하도록 구성될 수 있다.

[0066] 상기 유전체 층과 상기 금속 층을 구성하는 물질은 빛을 잘 흡수할 수 있는 소재의 조합으로 구성되는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 측면에서는 다층으로 형성된 박막의 각 층의 계면에서 다중 반사를 기반으로 높은 광 흡수가 가능하도록 형성할 수 있다. 이 때 금속 층은 감쇠 작용을 하여 빛의 흡수량을 높이는 작용을 하며, 유전체 층은 각 층의 계면에서 빛 간의 보강 및 상쇄 간섭의 원리를 이용하여 높은 광 흡수 효율이 확보되는 구조를 형성할 수 있는 것이다. 본 발명의 일 예에서, 상기 유전체 층으로 불화마그네슘과 상기 금속 층으로 Ti 을 이용할 경우, 상술한 원리에 따라 높은 열전 효율을 확보할 수 있는 적절한 광 흡수체의 제조가 가능해지는 구조를 형성할 수 있고, 따라서 상기 유전체 층과 상기 금속 층 소재의 바람직한 조합일 수 있다. 이 때, 유전체 층과 금속 층은 최적의 적층형 흡수체 구조를 형성하기 위해 앞서 설명한 FDTD 열해석 시뮬레이션을 이용하여 선택된 소재에 따라 결정되는 적절한 각각의 층의 두께를 설계할 수 있다. 또는 유전체 층과 금속 층의 적절한 두께의 비를 결정할 수 있다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 하나 이상의 유전체 층의 두께는 80 nm 내지 120 nm 이고, 상기 하나 이상의 금속 층의 두께는 5 nm 내지 20 nm 인 것일 수 있다.

[0069] 상기 유전체 층과 금속 층의 두께는 앞서 설명한 FDTD 열해석 시뮬레이션의 결과를 분석하여 결정할 수 있다. 본 발명의 일 예로서, 광 흡수체가 복수 개의 유전체 층과 복수 개의 금속 층으로 구성되고 유전체 층이 MgF_2

이고 금속 층이 Ti 소재를 포함하도록 구성될 경우, 각각의 유전체 층의 두께는 90 nm 내지 100 nm, 각각의 금속 층의 두께는 7 nm 내지 12 nm 인 것일 수 있다.

- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 베이스 기판은, 폴리아미드(PI), 폴리우레탄(PU), 폴리아미드(PA), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티렌(PS), 폴리염화비닐(PVC), 폴리아크릴로나이트릴(PAN), 나일론, 폴리에스테르(PET), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리아미드이미드(PAI), 폴리에테르술포(PES), 폴리카보네이트(PC) 및 폴리에틸렌(PE)로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [0072] 베이스 기판의 소재는 열전 소자가 적용될 수 있는 위치를 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 이 때, 곡면에 적용 가능한 열전 소자를 구현하기 위해서는 플렉시블한 소재로 베이스 기판의 소재를 선택하는 것이 좋다. 고온에서 생산 공정이 수행되는 점, 열전 물질의 기판은 낮은 열전도도를 가질 필요가 있는 점, 광 흡수도가 낮아야 유리한 점 등을 고려하여 베이스 기판의 소재를 선택할 수 있다. 상기 베이스 기판은 폴리아미드(PI)인 것이 바람직할 수 있다.
- [0074] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 이상인 것일 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일 예로서 광 흡수체는 띠 형태로 형성될 수 있다. 띠의 폭이 두꺼울수록 더 많은 열량을 흡수할 수 있다. 이 때, 광 흡수체의 폭이 적절한 수준 이상으로 형성될 경우, 광 흡수체가 충분한 양의 열량을 흡수 하여 온도가 상승될 수 있고, 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판 부분과의 온도의 차이를 극대화시킬 수 있다. 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 이상인 것일 수 있다. 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 이상인 것이 바람직하다. 광 흡수체의 폭은 1.5 cm 이상인 것이 더욱 바람직하다.
- [0077] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 열전부는 상기 베이스 기판의 복수 개의 영역과 상기 광 흡수체의 복수 개의 영역 사이를 서로 연결하는 지그재그 형태인 것일 수 있다.
- [0078] 상기 열전부는 광 흡수체와 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 사이에 형성되어, 양자 간에 형성된 온도 차이를 이용하여 전기를 발생시킬 수 있다. 이 때, 열전부는 상기 베이스 기판의 복수 개의 영역과 상기 광 흡수체의 복수 개의 영역 사이를 서로 연결하도록 형성되는 것일 수 있다. 이는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 특징 중 하나로서 양자 간에 형성된 온도 차이를 최대한으로 활용하여 열전 효율을 높이기 위한 열전부의 구조이다. 이 때 상기 열전부는 지그재그 형태로 형성되는 것일 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 열전부는 열전 잉크가 건조되어 형성된 구조체인 것일 수 있다.
- [0081] 열전부는 다양한 형태의 BiTe계 물질을 포함하는 열전 소재로 구성되는 것이라면 다양한 상의 원재료 또는 형태로 설계되고 고형화될 수 있다. 본 발명의 일 예에서는 상기 열전부를 열전 잉크 또는 열전 페인트를 이용하여 칠하거나 분사하거나 페이스트 한 후 건조하여 형성하는 것일 수 있다.
- [0083] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명의 광 열전 소자용 구조체는, 상기 베이스 기판의 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 상에 형성된 광 차단부;를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0084] 본 발명의 일 예에서는, 베이스 기판의 광 흡수체가 형성된 부분과 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 간의 온도 차이를 극대화 하기 위하여 상기 베이스 기판의 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 상에 광 차단부를 구비하도록 형성할 수 있다.
- [0085] 본 발명의 광 차단부는 광 흡수체와 달리 빛을 효과적으로 차단하는 기능을 수행한다. 광 흡수체가 빛을 효과적으로 흡수하여 온도를 올리도록 설계되는 것에 반해, 상기 광 차단부는 빛을 차단함으로써 베이스 기판의 온도가 올라가지 않거나 온도가 더 낮아질 수 있도록 설계되는 것이다. 이로써 광 흡수체와의 온도 차이를 극대화시켜 광 열전 소자를 구성할 때 열전 효율이 증대되는 효과를 기대할 수 있다. 이 때, 상기 광 차단부는 열을 차단하거나 온도를 낮추는 기능을 수행할 수 있도록 형성되는 것일 수 있다.

- [0087] 본 발명의 광 열전 소자는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체; 및 상기 광 열전 소자용 구조체에 연결 형성되는 하나 이상의 금속 전극 층;을 포함한다.
- [0089] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 제조방법의 각 단계의 순서를 나타낸 순서도이다.
- [0090] 아래에서는 도 2의 각 단계의 순서를 참조하여 본 발명의 일 측면에서 제공하는 광 열전 소자용 구조체의 제조방법에 대해서 상세히 설명한다.
- [0092] 본 발명의 광 열전 소자용 구조체의 제조방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계(S10); 상기 베이스 기판의 일부에 광 흡수체를 형성하는 단계(S20); 상기 광 흡수체의 적어도 일 영역과 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 적어도 일 영역에 걸쳐 열전 잉크를 프린팅하여 열전부를 형성하는 단계(S30); 상기 프린팅된 열전 잉크를 건조하는 단계(S40); 및 상기 열전부를 소결하는 단계(S50);를 포함한다.
- [0094] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 선택적으로 상기 열전부를 소결하는 단계; 후에 코팅층을 형성하는 단계(S60);를 더 포함할 수 있다.
- [0095]
- [0096] 베이스 기판을 준비하는 단계에서는, 열전 소자가 적용될 환경을 고려하여 베이스 기판의 소재를 선택할 수 있다. 본 발명의 일 예에서는 베이스 기판의 유연성, 베이스 기판의 내구성 또는 베이스 기판 상에 형성될 광 흡수체와의 접합성 등 다양한 목적에 따라 고분자 박막 필름을 한 층 이상 적층하는 것을 포함할 수 있다.
- [0097] 그 다음 베이스 기판의 일부 영역에는 광 흡수체가 형성된다. 이 때, 본 발명의 일 예에서 광 흡수체는 길이 방향으로 길게 연장되고 폭 방향이 상대적으로 좁은 띠 모양의 필름 구조로 형성될 수 있다.
- [0098] 그리고 상기 광 흡수체의 일 영역과 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 적어도 일 영역에 걸쳐 열전부가 형성된다. 이 때, 상기 열전부는 열전 소재를 포함하여 온도 차이로부터 전기를 발생시킬 수 있는 구조를 형성하는 방법이라면 그 형성 방법을 본 발명에서 특별히 한정하지 아니하나, 상기 열전부는 본 발명의 일 예에서 열전 잉크를 프린팅하는 방법으로 제조될 수 있다.
- [0099] 그 다음으로 본 발명의 일 예에서는 프린팅 된 열전 잉크를 건조하고, 상기 열전부를 소결할 수 있다.
- [0100] 프린팅 된 열전 잉크를 건조하는 단계는 잉크를 완전히 고상화 시키는 단계이다. 열전 잉크는 솔벤트에 열전 소재 파우더와 소결 보조제 솔더가 분산된 형태일 수 있으며, 열전 잉크를 건조하는 단계를 통해 잔류 솔벤트를 증발시키고, 추후의 열처리 과정에서 발생할 수 있는 크랙을 방지하기 위함이다.
- [0101] 본 발명의 건조하는 단계에서는 충분한 시간 동안 잉크가 균일하게 고상화 될 때까지 건조시킬 필요가 있다.
- [0103] 열전부를 소결하는 단계는 건조된 열전 잉크를 고온에서 열처리하여 전기를 발생시키는 소자로 구현화하는 단계이다. 상기 열전부를 소결하는 단계를 포함함으로써, 본 발명의 광 열전 소자용 구조체의 열전부는 결정성이 향상되며, 온도 차이로부터 효과적으로 전기를 발생시킬 수 있는 구조체로 구현될 수 있다. 열전부를 소결하는 단계는 건조된 열전 잉크가 열처리되어 결정성이 향상되고 더 치밀화된 구조를 확보되어 열전 레그의 물성을 향상시킬 수 있는 단계이다.
- [0104] 마지막 단계에서는 열전부를 포함하는 구조체 상에 보호를 위한 코팅층을 형성하는 단계를 선택적으로 더 포함할 수 있다. 상기 코팅층은 광 열전 소자를 보호하기 위한 필름 역할을 수행하는 것이며, 두께는 0.5 미크론 정도로 형성될 수 있다. 상기 코팅층의 성분은 페릴린(Parylene C)를 포함할 수 있다. 이로써 광 열전 소자용 구조체는 기계적 변형에 대한 전기적 안정성이 확보되고 반복적인 굽힘시험에도 변형되지 않고 전기적 성질을 잘 유지하며, 웨어러블하게 적용될 수 있는 이점이 생긴다. 상기 코팅층은 0.1 내지 1 마이크로미터 정도의 두께인 것일 수 있다. 상기 코팅층은 0.3 내지 0.7 마이크로미터 두께인 것이 바람직할 수 있다.

- [0106] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 베이스 기판을 준비하는 단계 이후에, 상기 베이스 기판을 오존 처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0107] 상기 오존 처리하는 단계는 광 흡수체와의 접촉력을 향상시키기 위한 처리로서, 오존에 노출시키는 시간을 10분 이상으로 하여 수행되는 것일 수 있다. 오존 처리하는 단계는 바람직하게는 15분 이상, 더욱 바람직하게는 20분 이상으로 오존에 노출되는 것일 수 있다.
- [0109] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이전에, 상기 베이스 기판의 일부 영역을 마스크하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0110] 본 발명의 마스크하는 단계는 광 흡수체를 형성하는 단계에서, 광 흡수체가 형성되지 않도록 사전에 설계된 상기 베이스 기판의 일부 영역에 광 흡수체의 소재가 침입하지 않도록 미리 가리는 단계이다. 즉, 이 단계는 국부적으로 띠 모양을 가지는 자기발열부를 형성할 수 있도록 하기 위한 사전 작업 단계이다. 상기 마스크하는 단계에는 상기 베이스 기판을 광 흡수체를 형성하는 소재로부터 완전히 차단하기 위한 섀도우 마스크를 이용할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계는, 하나 이상의 유전체 층과 하나 이상의 금속 박막 층을 교대로 전자 빔 증착하여 다층 박막 구조를 형성하는 것일 수 있다.
- [0114] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따라 전자 빔 증착 방식에 의해 광 흡수체를 형성하는 과정을 도시하는 개략도이다.
- [0115] 전자 빔 증착 방식은 정밀한 나노 박막 구조체를 형성하는 기술로서, 가열을 통해 물질을 증발시켜 박막을 제조하는 방식 중 증발원을 전자 빔으로 하는 방식을 말한다. 본 발명의 일 예에서는 전자 빔 증착법을 이용하여 특정한 위치에 나노 입자의 결합을 안정적으로 유도할 수 있다.
- [0116] 도 3에서와 같이, 본 발명의 일 예에서는 진공의 챔버 내에서 전자 빔을 이용하여 전자 빔 소스(10)로부터 증발 가스의 흐름을 형성하고 기판이 장착된 돔(30) 상으로 유도하는 방식을 이용하여 유전체 층과 금속 층이 교대로 적층된 광 흡수체를 형성할 수 있다. 이 때, 본 발명의 일 예에서는 전자 빔의 세기, 증착 시간, 전자 빔 소스의 양 등 증착 공정에 있어서 여러 가지 변수들을 조절함으로써 유전체 층과 금속 층 각각의 두께를 사전에 결정된 두께로 정밀하게 형성할 수 있다. 이 때, 유전체 층과 금속 층은 각각 하나 이상으로 형성될 수 있으며, 상기 하나 이상의 유전체 층의 두께는 80 nm 내지 120 nm 이고, 상기 하나 이상의 금속 층의 두께는 5 nm 내지 20 nm 인 것일 수 있다.
- [0118] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 소결하는 단계는, 300 °C 내지 500°C 에서 수행되는 것일 수 있다. 상기 소결하는 단계의 온도가 300 °C 미만의 경우, 소결하는 단계에서 충분한 정도로 치밀화되지 않거나 및 결정성 향상이 이뤄지지 않는 문제가 생길 수 있고, 500 °C 초과인 경우 지나치게 고온을 형성하는 과정에서 공정 효율이 떨어지거나, 기판의 녹는점 이상의 온도가 형성되어 기판이 손상되는 문제가 생길 수 있다.
- [0120] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광 흡수체를 형성하는 단계 이후에, 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기판의 영역 상에, 광 차단부를 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0121] 상기 광 차단부는 베이스 기판의 상기 광 흡수체가 형성되지 않은 영역을 덮도록 형성되는 것일 수 있다. 본 단계에서는, 베이스 기판의 광 흡수체가 형성된 부분과 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 간의 온도 차이를 극대화하기 위하여 상기 베이스 기판의 광 흡수체가 형성되지 않은 영역 상에 광 차단부를 형성할 수 있다.
- [0122] 본 발명의 광 차단부는 광 흡수체와 달리 빛을 효과적으로 차단하는 기능을 수행한다. 상기 광 차단부는, BiTe 열전 레그 자체에서 빛을 흡수하여 온도가 상승되는 것을 막는 용도일 수 있다. 또한, 상대적으로 낮은 온도가

형성되는 기관 자체에서도 빛을 받아 온도가 조금 상승할 수 있는데 상기 광 차단부를 도입함으로써 이러한 기관의 온도 상승 또한 억제하는 효과가 있을 수 있다. 이로써 광 흡수체와의 온도 차이를 극대화시켜 광 열전 소자를 구성할 때 열전 효율이 증대되는 효과를 기대할 수 있다.

[0124] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체의 광 흡수체를 형성하는 단계 및 열전부를 형성하는 단계 후에 출력 파워를 측정하는 과정을 도시하는 개략도이다.

[0125] 본 발명의 일 실시예에서는 도 4와 같은 방식으로 앞서 설명했던 베이스 기관 상에 광 흡수체를 형성하고, 그 다음 지그재그 방식으로 열전 잉크를 프린팅하여 열전부를 형성할 수 있다. 열전 잉크를 프린팅하는 방법으로는 디스펜서 프린팅, 3D 프린팅, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 등을 이용할 수 있으며, 본 발명의 경우 디스펜서 프린팅 방법을 이용할 경우 좀 더 바람직하게 수행될 수 있다.

[0126] 그 다음 건조 및 소결 단계를 완료함으로써 광 열전 소자용 구조체를 확보하고 AM 1.5 G 조건 하에서 열전 소자의 출력 파워를 측정함으로써 본 발명의 일 실시예에 따른 광 열전 소자의 성능을 평가할 수 있다.

[0128] 아래의 실시예에서는 상기 도 4와 같은 방식으로 본 발명의 일 예에 따르는 광 열전 소자용 구조체를 포함하는 광 열전 소자를 제조하였으며, 그 성능을 평가하였다.

[0130] 실시예

[0131] 본 발명의 실시예 1로서, 폴리이미드 베이스 기관 상에 전자빔 증착법에 의해서, Ti 소재로 금속 층을, MgF_2 소재로 유전체 층을 각각 5개 층씩 교차되도록 증착하여 띠 형태의 광 흡수체 박막 필름을 형성하였다.

[0132] 이 때, 금속 층과 유전체 층은 FDTD 열해석 시뮬레이션을 이용하여 최적의 광 흡수체 구조를 위한 두께를 확인하고 그에 상응하는 두께를 형성하였다.

[0133] 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 FDTD 열해석 시뮬레이션을 적용한 결과를 나타내는 그래프이다. 보다 상세하게 도 5는, 상기 실시예에서 선택한 Ti 소재의 금속 층, MgF_2 소재의 유전체 층을 포함하도록 형성된 광 열전 소자용 구조체에 FDTD 열해석 시뮬레이션을 적용한 결과를 나타내는 그래프이다.

[0134] 도 5에서 나타내는 FDTD 열해석 시뮬레이션과 같이, Ti 소재의 금속 층, MgF_2 소재의 유전체 층을 조합하여 광 흡수에 적합한 광 흡수체를 형성할 경우, 최적의 금속 층의 두께는 7.3 nm 유전체 층의 두께는 96.5 nm 로 확인되었다. 그에 따라서 상기 실시예에서는 하나의 금속 층의 두께를 7.3 nm, 하나의 유전체 층의 두께를 96.5 nm 로 증착 형성하였다. 이 때, 광 흡수체의 폭은 1.5 cm로 형성하였다.

[0136] 광 흡수체의 폭에 따른 광 흡수 효율을 평가하기 위해서 광 흡수체의 폭을 1.0 cm 로 형성하는 것을 제외하면 다른 조건은 동일하게 하여 실시예 2를 제조하였다.

[0137] 또한, 광 흡수체의 폭을 0.5 cm 로 형성하는 것을 제외하면 다른 조건은 동일하게 하여 비교예를 제조하였다.

[0139] 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 빛이 가해질 때 광 흡수체의 폭에 따라 형성되는 온도 구배를 나타내는 그래프(도 6(a)) 및 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자용 구조체에 가해진 열의 흐름을 나타내는 광 열전 소자용 구조체의 단면도(도 6(b))이다.

[0140] 도 6을 통해 확인한 결과 광 흡수체의 폭이 0.5 cm 일 때는 온도 차이가 크지 않게 형성됨을 확인할 수 있었다(비교예). 광 흡수체의 폭이 적어도 1.0 cm 정도 이상이 될 때 비로소 광 흡수체가 높은 온도를 확보할 수 있어 본 발명의 광 열전 소자용 구조체가 높은 열전 효율을 발휘할 수 있게 됨을 확인하였다. 구체적으로 본 발명의 실시예로서 제조한 광 흡수체의 폭은 1.0 cm 일 때, 1.5 cm 일 때 및 2.0 cm 일 때 모두 효과적으로 광 열전 소자용 구조체에 온도 차이를 형성할 수 있음을 확인하였다.

[0141] 상기 과정은 도 6(b)를 참조하여 설명될 수 있다. 상기 도 6(a)와 같은 온도 구배는 광 흡수체에서 받은 열이

기관으로 흐르면서 그 경계면에서는 온도가 급격히 증가하게 되면서 형성될 수 있다. 이 때, 온도 구배에 영향을 미치는 단위 면적당 heat flux는 광 흡수체에서 기관으로 흐를때 경계면에서 집중되고, $dT=qR$ (q =heat flux, R =thermal resistance)에서 q 의 증가로 인해 dT 값이 급격하게 증가하게 된다. 이 때 기관의 낮은 열 전도도(thermal conductivity)로 인한 열 저항(thermal resistance)값의 증가 또한 T 의 증가에 기여하게 될 수 있다. 이 때 기관에서 흐르는 열은 대기에 노출된 기관의 면적에 비례하여 대류(convection)를 통해 빠져나가게 되어 도 6과 같은 온도 구배를 형성하게 될 수 있다.

[0143] 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 제조방법에 있어서, 열전부를 소결하는 단계를 거쳐 열전부가 치밀해지는 것을 확인할 수 있는 소결 전(도 7(a)) 및 소결 후(도 7(b))의 SEM 분석 사진이다. 도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 제조방법에 있어서, 열전부를 소결하는 온도를 달리 함에 따라 열전부의 결정성이 향상되는 정도를 확인할 수 있는 그래프이다. 상기 도 7 및 도 8의 사진 및 그래프를 본 발명의 실시예에 따라 300 °C 내지 500 °C 온도에서 열전부를 소결할 경우 열전부가 치밀해지고 결정성이 높아지는 것을 확인할 수 있다.

[0145] 도 9는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자의 출력 파워를 AM 1.5G 조건에서 측정한 그래프로서, 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기관의 영역 상에 광 차단부 없이 빛을 가리지 않은 경우(도 9(a))와 광 차단부를 도입하여 빛을 가린 경우(도 9(b))의 출력파워를 도시한 것이다.

[0147] 도 10은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 광 열전 소자의 온도 구배를 AM 1.5G 조건에서 열화상 카메라를 통해 분석한 사진으로서, 광 흡수체가 형성되지 않은 베이스 기관의 영역 상에 광 차단부 없이 빛을 가리지 않은 경우(도 10(a))와 광 차단부를 도입하여 빛을 가린 경우(도 10(b))의 온도 구배를 확인할 수 있는 사진이다.

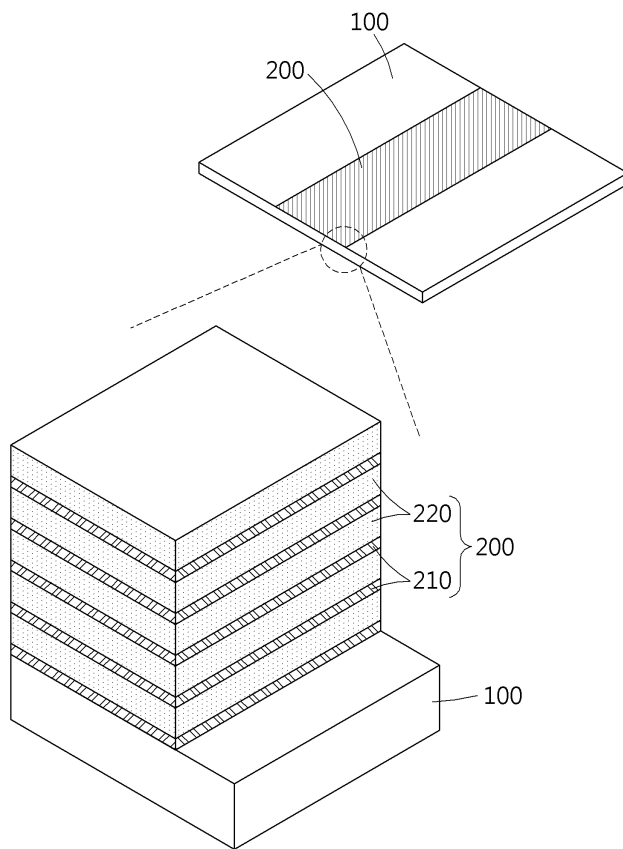
[0148] 도 9 및 도 10에서 수행된 분석 결과를 통해 본 발명에 따르는 광 차단부를 도입할 경우 광 차단부가 없는 경우에 비해 더 높은 온도 차이가 형성되어 더 높은 효율을 가지는 열전 소자용 구조체 및 광 열전 소자가 구현됨을 확인할 수 있다.

[0150] 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 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0151] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

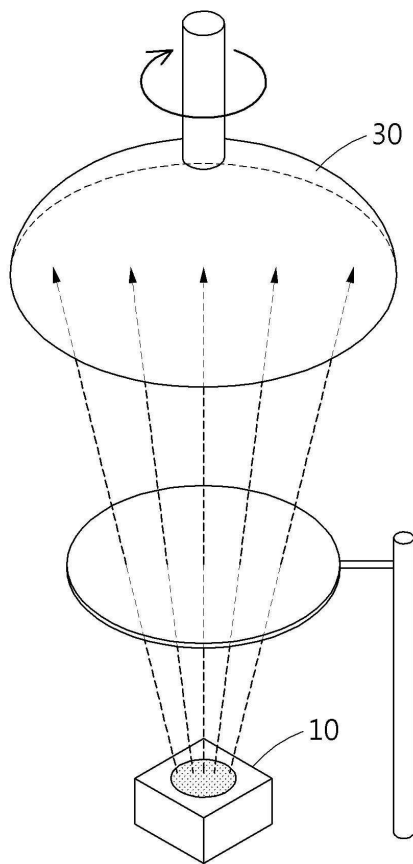
도면1



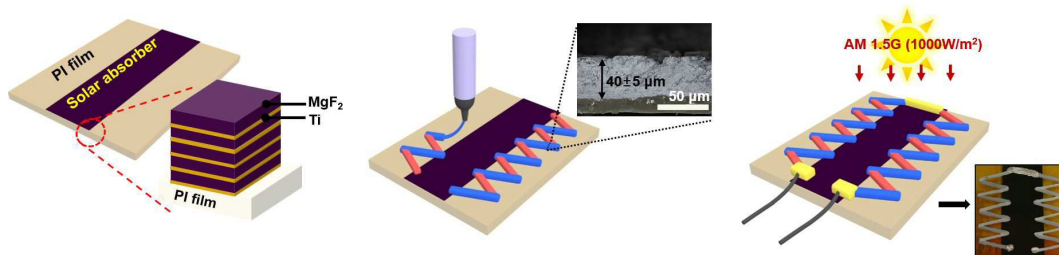
도면2



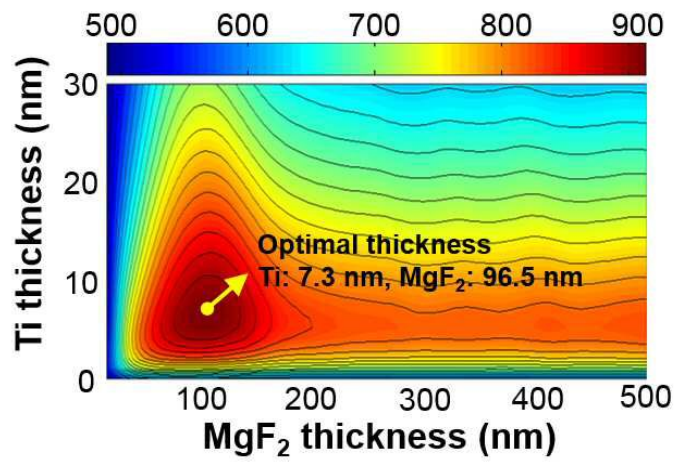
도면3



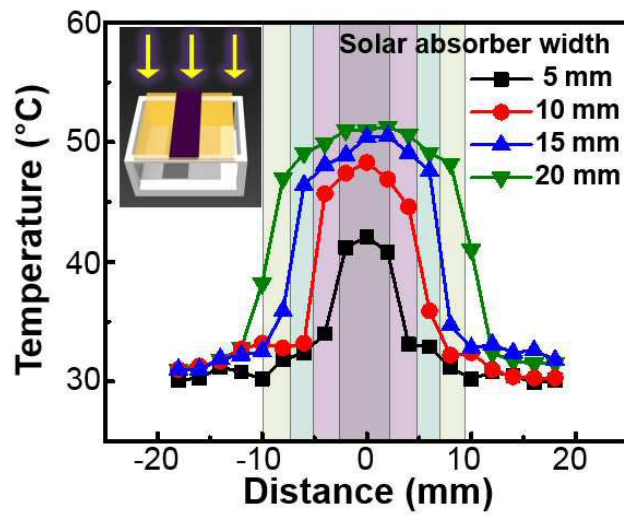
도면4



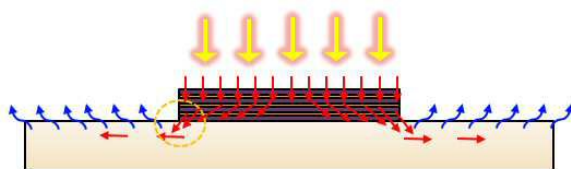
도면5



도면6

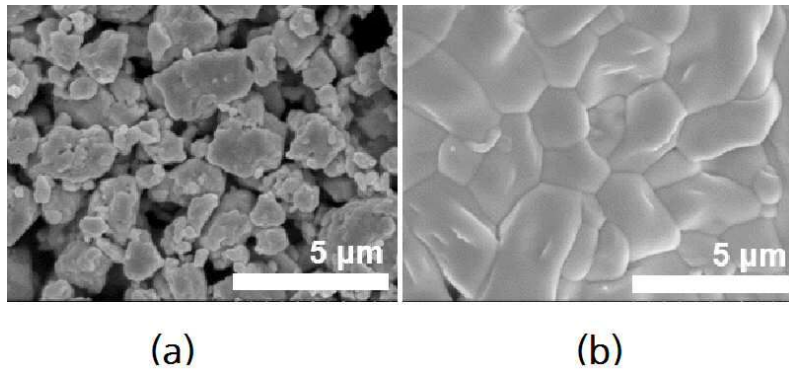


(a)

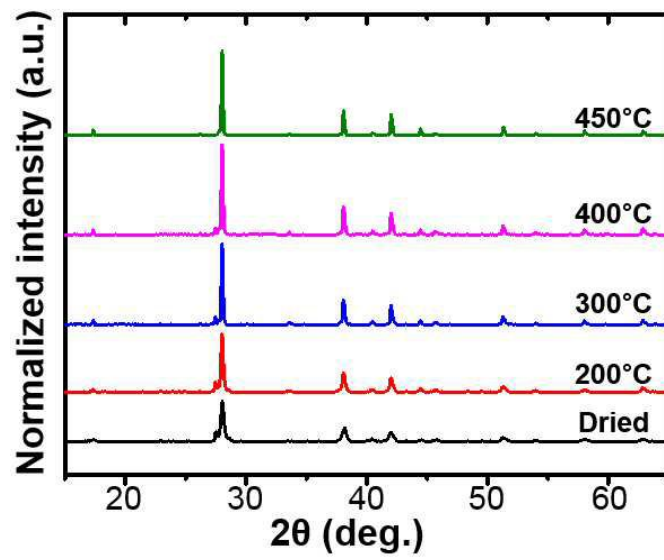


(b)

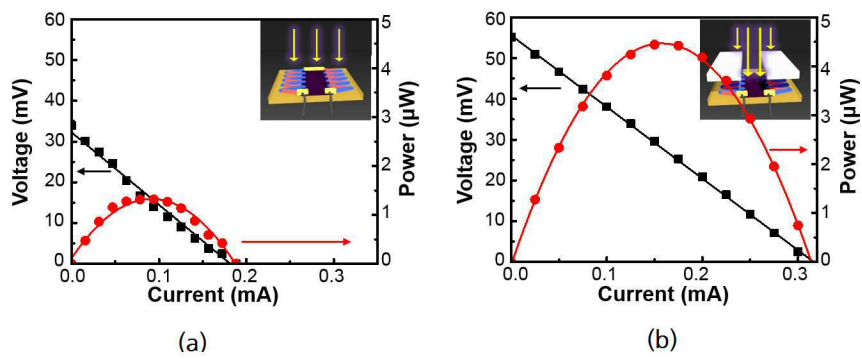
도면7



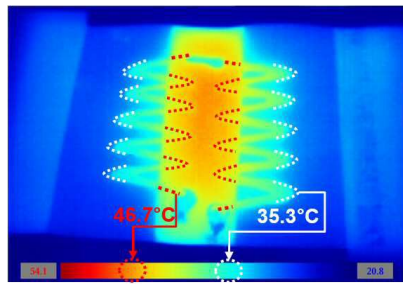
도면8



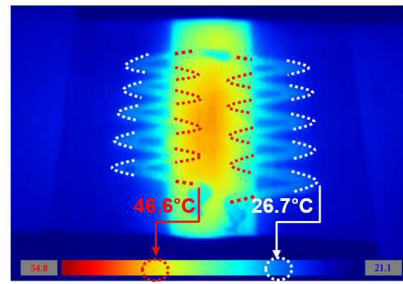
도면9



도면10



(a)



(b)