



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0062707
(43) 공개일자 2023년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/05 (2014.01) C08K 3/013 (2018.01)
C08L 1/02 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)
C08L 29/04 (2006.01) C08L 33/00 (2006.01)
C08L 39/06 (2006.01) C08L 5/04 (2006.01)
C08L 5/12 (2006.01) H01L 31/052 (2014.01)
H01L 31/054 (2014.01)

(52) CPC특허분류

H01L 31/05 (2013.01)
C08K 3/013 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2021-0146995

(22) 출원일자 2021년10월29일

심사청구일자 2021년10월29일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김상식

서울특별시 서초구 효령로 391, 103동 501호 (서초동, 서초그랑자이)

조경아

서울특별시 광진구 천호대로110길 72(능동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

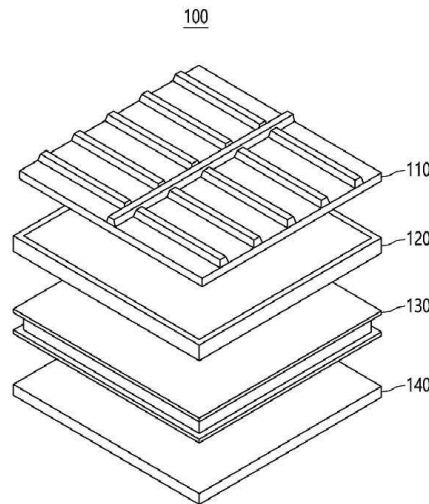
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템

(57) 요약

본 발명은 태양전지와 열전소자를 함께 이용하여 전기에너지를 생성하는 에너지 하베스팅 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템은 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템은 태양광에 기반하여 전기에너지를 생성하는 태양전지, 상기 태양전지 하부에 위치하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열을 전달하는 열전달층을 포함하는 인터페이스층, 상기 인터페이스층 하부에 위치하고, 제1 전극, 제2 전극 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 열전채널을 포함하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열이 상기 열전달층을 통해 상기 제1 전극에 전달되어 상기 제1전극 및 상기 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기에너지를 생성하는 열전소자 및 상기 열전소자의 하부에 위치하고, 상기 제2 전극을 냉각하여 상기 온도 차이를 증가시키는 냉각층을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 1/02 (2013.01)
C08L 101/00 (2013.01)
C08L 29/04 (2013.01)
C08L 33/00 (2013.01)
C08L 39/06 (2013.01)
C08L 5/04 (2013.01)
C08L 5/12 (2013.01)
H01L 31/052 (2013.01)
H01L 31/054 (2015.01)

(72) 발명자

박윤범

서울특별시 강남구 도곡로21길 15, 101동 403호(역삼동, 역삼동월드메르디앙아파트)

양승건

서울특별시 성북구 종암로25길 30, 104동 404호(종암동, 삼성 래미안아파트)

박태호

서울특별시 동대문구 무학로49길 25, 306호 (용두동)

이재환

서울특별시 동대문구 무학로44길 18, 205호 (용두동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711129632
과제번호	2017M1A2A2087323
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기후변화대응기술개발사업
연구과제명	태양전지·열전 융합소자의 효율 향상을 위한 interface 물질 개발 및 융합소자 구조 설계 최적화 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.20 ~ 2022.01.19

명세서

청구범위

청구항 1

태양광에 기반하여 전기에너지를 생성하는 태양전지;

상기 태양전지 하부에 위치하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열을 전달하는 열전달층을 포함하는 인터페이스층;

상기 인터페이스층 하부에 위치하고, 제1 전극, 제2 전극 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 열전체층을 포함하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열이 상기 열전달층을 통해 상기 제1 전극에 전달되어 상기 제1전극 및 상기 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기에너지를 생성하는 열전소자; 및

상기 열전소자의 하부에 위치하고, 상기 제2 전극을 냉각하여 상기 온도 차이를 증가시키는 냉각층을 포함하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 냉각층은 고흡습성 고분자로 이루어진 냉각패치층 및 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 반사율을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 나노 또는 마이크로 입자의 표면을 기계적으로 연결할 바인더가 용매 내 혼합된 페인트 용액이 상기 제2 전극 상에 코팅(coating) 또는 다잉(dyeing)되어 형성되는 복사냉각층 중 어느 하나의 냉각층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 냉각패치층은 3차원 망상구조 및 다공성 구조를 형성하여 수분을 저장할 수 있고, 낮 시간 동안에 상기 저장된 수분을 증발하면서 상기 제2 전극을 냉각하며, 밤 시간 동안에 공기 중에 과 냉각된 수증기가 주변보다 습도가 높은 표면에 액화됨에 따라 상기 수분을 추가 저장하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 냉각패치층은 폴리아크릴산계(polyacrylic acid) 고분자, 폴리비닐알콜계(polyvinyl alcohol) 고분자, 폴리비닐피롤리돈계(Polyvinylpyrrolidone) 고분자 및 천연 고분자 중 어느 하나의 고분자로 형성되고,

상기 천연 고분자는 카라기난, 한천, 글루코만난, 알긴산나트륨, 아라빅검 및 셀룰로오스 유도체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN, LiF, MgF_2 , HfO_2 및 BaSO_4 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질과 상기 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질

이 혼합된 혼합 물질을 포함하고,

상기 바인더는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 계 고분자 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스팅 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 복사냉각층은 상기 적외선 방사율에 기반하여 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에 대응하는 $8\mu\text{m}$ 내지 $13\mu\text{m}$ 의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 상기 방사율에 기반하여 상기 입사 태양광에 대응하는 $0.3\mu\text{m}$ 내지 $2.5\mu\text{m}$ 의 자외선 및 근적외선 반사함에 따라 상기 제2 전극을 냉각하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 인터페이스층은 상기 태양전지를 투과하는 적외선을 흡수하는 적외선 흡수층을 포함하고,

상기 열전달층은 상기 적외선 흡수층에 기반한 열을 상기 제1 전극으로 전달하며,

상기 열전소자는 상기 태양전지에서 발생하는 열과 상기 적외선 흡수층에 기반한 열을 모두 이용하여 전기에너지를 생성하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 인터페이스층은 이중 구조 및 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 형성되고,

상기 이중 구조는 상기 열전달층 상에 상기 적외선 흡수층이 위치하고, 상기 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 상기 흡수된 적외선에 기반한 열과 상기 태양전지가 상기 태양광에 노출됨에 따라 상기 태양전지에서 발생하는 열을 상기 열전소자로 전달하며,

상기 아일랜드 구조는 상기 적외선 흡수층상에 상기 열전달층이 국부적으로 위치하여 상기 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 상기 흡수된 적외선에 기반한 열과 상기 태양전지가 상기 태양광에 노출됨에 따라 상기 태양전지에서 발생하는 열을 상기 열전소자로 전달하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 적외선 흡수층은 탄소(Carbon) 계 물질로 형성되고,

상기 열전달층은 BN(boron nitride), rGO(reduced graphene oxide), AlN(aluminum nitride), SiC(silicon carbide) 및 BeO(beryllium oxide) 중 적어도 하나의 열전도 물질을 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 Au, Al, Pt, Ag, Ti 및 W 중 어느 하나의 금속 물질로 형성되고,

상기 열전채널은 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$,

MoS₂ 및 WS₂ 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 태양전지는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 태양전지, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 중 적어도 하나를 포함하고,

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 열전소자는 상기 열전채널을 제1 열전채널 및 제2 열전채널로 포함하고, 상기 제1 열전채널 및 상기 제2 열전채널 중 어느 하나의 열전채널이 상전이 물질로 형성되며, 나머지 하나의 열전채널이 열전물질로 형성되고, 상기 열전달층으로부터 상기 열이 전달되는 경우에 상기 상전이 물질이 열전채널로 동작하며, 상기 열이 전달되지 않을 경우에 상기 상전이 물질이 저항채널로 동작하여 상기 생성된 전기에너지가 충전된 커패시터에서 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 열전채널은 상기 상전이 물질인 VO₂, Cd₂Os₂O₇, NdNiO₃, SmNiO₃ 및 GdNiO₃ 중 어느 하나로 형성되고, 상기 전달되는 열에 기반한 열원이 위치할 경우에 p 타입의 열전채널로 동작하고, 상기 열원이 위치하지 않을 경우에는 저항채널로 동작하며,

상기 제2 열전채널은 상기 열전물질인 Ag₂Te, Ag₂Se, Cu₂Se, Cu₂Te, HgTe, HgSe, Bi₂Te₃, BiSeTe, BiSbTe, Ti₃C₂, Mo₂C, Mo₂Ti₂C₃, MoS₂ 및 WS₂ 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성되고, 상기 열원과 관계 없이 n 타입의 열전채널로 동작하는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 어느 하나의 열전채널은 온도가 상전이 온도 대역 보다 높은 경우에 상기 상전이 물질이 상기 열전채널로 동작하는 제1 상태이고, 상기 온도가 상기 상전이 온도 대역 보다 낮은 경우에 상기 상전이 물질이 상기 저항채널로 동작하는 제2 상태이며, 상기 온도가 상기 상전이 온도 대역인 경우에 상기 상전이 물질이 상기 열전채널과 상기 저항채널 간의 전이 상태를 가지는 것을 특징으로 하는

에너지 하베스팅 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 태양전지와 열전소자를 함께 이용하여 전기에너지를 생성하는 에너지 하베스팅 시스템에 관한 것으로, 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하여 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 투과하는 광에 기반한 열을 효과적으로 열전소자 상부로 전달하고, 열전소자 하부에 냉각층을 포함하여 추가적인 전력 소모 없이 열전소자 하부를 냉각함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 에너지 발전 효율을 향상시키는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다.
- [0003] 그 중에서도 태양전지는 에너지 자원이 풍부하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 특히 주목받고 있다.
- [0004] 태양전지에는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는데 필요한 전기를 발생시키는 태양열 전지와, 반도체의 성질을 이용하여 태양광을 전기에너지로 변환시키는 태양광 전지가 존재한다.
- [0005] 태양전지는 다이오드와 같이 p형 반도체와 n형 반도체의 접합 구조를 가지고, 태양전지에 빛이 입사되면 빛과 태양전지의 반도체를 구성하는 물질과의 상호작용으로 음(-)전하를 띤 전자와 전자가 빠져나가 양(+)전하를 띤 정공이 발생하여 이들이 이동하면서 전류가 흐르는 것을 특징으로 한다.
- [0006] 한편, 태양전지는 에너지 하베스팅 소자로서 주변에 존재하는 열이나 태양광과 같은 에너지를 즉각적으로 전기에너지로 변환할 수 있지만 에너지원의 세기가 주변 환경에 따라 변하기 때문에 생성되는 전기에너지 양이 제한적이다.
- [0007] 에너지 하베스팅 소자는 태양광, 열, 마찰 및 압력 등을 활용하여 전기에너지를 생성하는 소자로서 태양전지, 열전소자, 마찰전기 소자 및 압전소자 등을 포함할 수 있다.
- [0008] 주변 온도로부터 생성되는 전기에너지의 양을 증대시키기 위해서 에너지 하베스팅 소자를 함께 활용하는 에너지 시스템이 개발되고 있다.
- [0009] 다만, 종래 기술에 따른 에너지 하베스팅 기술은 에너지 하베스팅 소자에서 생성되는 전기에너지 양이 제한적으로, 전기에너지 생산 측면에서 개선점이 존재한다.
- [0010] 또한, 태양광, 열, 마찰 및 압력 등을 활용하여 전기에너지를 생성하는 에너지 하베스팅 기술 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0011] 실생활에서 사용되는 에너지 소모량의 증가로 인하여 태양광 및 미소 열에너지를 활용한 에너지 발전, 사용이 가능한 전력원에 대한 개발이 요구된다.
- [0012] 또한, 에너지 하베스팅 소자의 실적용을 위해서 집적도가 높은 시스템의 개발과 면적당 생산 전력의 향상이 필수적으로 요구된다.
- [0013] 에너지 발전소자와 에너지 저장소자는 면적당 발전 효율 및 저장 효율을 향상하기 위해서 반도체 공정기술인 리소그래피 등을 활용하여 제작되고 있다.
- [0014] 열전소자를 통해서 전압이 저장된 커패시터는 열원이 제거되어 열전소자가 발전을 멈춘 다음에는 열전소자 방향으로 저장했던 전압을 방전 시킬 수 있는데 이를 역전류라고 지칭한다.
- [0015] 이러한 역전류를 방지 및 차단하기 위해서는 다양한 방법을 회로적으로 구성할 수 있으며 가장 일반적인 방법은 다이오드를 통해서 역전류를 차단하는 방법 또는 구조가 존재한다.
- [0016] 다만, 다이오드는 턴 온 전압(turn-on voltage)이라는 다이오드가 동작하기 위한 최소 전압이 있는데 이는 열전소자의 생성 전압을 소모할 수 있는 단점이 존재한다.
- [0017] 열전소자가 큰 전압을 생성하는 경우에는 문제가 덜 하지만 열전소자가 미소(micro) 에너지를 활용하여 발전하는 경우에는 다이오드의 턴 온 전압은 열전소자에 의해 생성되는 전압을 크게 소모할 수 있다.
- [0018] 종래에 쿨링 시스템으로 사용되는 히트 싱크(heat sink)는 효과적인 열교환을 위해서 일정 이상의 표면적이 확보되어야 하고, 이는 태양전지와 열전소자의 융합소자인 에너지 하베스팅 시스템의 크기 및 구조적인 문제를 야기할 수 있다.
- [0019] 또한, 공냉 시스템이나 수냉 시스템은 냉각 효율이 뛰어나지만 추가적인 전원을 요구하는 문제점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0020] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1771148호, "태양열 집열형 열전발전 모듈 및 이를 포함하는 시스템"
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2019-0073895호, "태양전지 열전 융합소자"
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2280224호, "열전 게이트 태양전지"
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-1956682호, "태양전지 열전 융합소자"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하여 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 투과하는 광에 기반한 열을 효과적으로 열전소자 상부로 전달하고, 열전소자 하부에 냉각층을 포함하여 추가적인 전력소모 없이 열전소자 하부를 냉각함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 에너지 발전 효율을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0022] 본 발명은 고효율성 고분자로 만들어진 냉각패치층 또는 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 복사냉각층 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 복사 냉각층을 이용하여 추가적인 전원 없이 태양전지의 발열을 해소하여 태양전지의 성능 저하를 개선하고 열전소자의 발전성능을 향상함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 적용하여 공간 활용도를 극대화하면서 태양전지를 통한 전기에너지 생성 및 태양전지의 열을 이용하여 열전소자의 전기에너지를 생성할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 본 발명은 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 통과하는 적외선을 흡수함에 따른 열을 열전소자로 전달하여 태양전지의 발열 문제를 해결하면서 열전소자의 발전 성능을 향상시킬 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 이중 구조와 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 선택적으로 적용함에 따라 태양전지와 열전소자 사이 공간의 활용도가 증가된 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0026] 본 발명은 열전소자에 열이 전달되는 경우에는 열전소자의 열전채널을 형성하는 상전이 물질이 열전채널로 작동하여 발전하고, 열전소자에 열이 전달되지 않을 경우에는 상전이 물질이 저항채널로 작동함에 따라 열(thermal) 스위치로서 작동하여 다이오드와 같은 추가 부품을 사용하지 않고, 커패시터와 같은 충전부에 저장된 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0027] 본 발명은 웨어러블 디바이스, 무전원 센서, 일상생활 기기 및 산업용 기기 등에 적용되어 제품 수명과 동작 시간을 연장하면서 자연계의 에너지를 활용하여 일상생활 기기 및 산업용 기기까지 다양한 분야에서 핵심 전원 공급 역할을 수행할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0028] 본 발명은 4차 산업 및 웨어러블 디바이스에 적용되어 다양한 사회 및 문화적 혁신 창출이 가능함에 따라 에너지 위기 극복에 일조하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0029] 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템은 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템은 태양광에 기반하여 전기에너지를 생성하는 태양전지, 상기 태양전지 하부에 위치하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열을 전달하는 열전달층을 포함하는 인터페이스층, 상기 인터페이스층 하부에 위치하고, 제1 전극, 제2 전극 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 열전채널을 포함하고, 상기 태양전지에서 발생하는 열이 상기 열전달층을 통해 상기 제1 전극에 전달되어 상기 제1전극 및 상기 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기 에너지를 생성하는 열전소자 및 상기 열전소자의 하부에 위치하고, 상기 제2 전극을 냉각하여 상기 온도 차이를 증가시키는 냉각층을 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 냉각층은 고효율성 고분자로 이루어진 냉각패치층 및 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적

외선 방사율과 입사 태양광에 대한 반사율을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자 및 상기 나노 또는 마이크로 입자의 표면을 기계적으로 연결할 바인더가 용매 내 혼합된 페인트 용액이 상기 제2 전극 상에 코팅(coating) 또는 다잉(dyeing)되어 형성되는 복사냉각층 중 어느 하나의 냉각층으로 이루어질 수 있다.

[0031] 상기 냉각패치층은 3차원 망상구조 및 다공성 구조를 형성하여 수분을 저장할 수 있고, 낮 시간 동안에 상기 저장된 수분을 증발하면서 상기 제2 전극을 냉각하며, 밤 시간 동안에 공기 중에 과 냉각된 수증기가 주변보다 습도가 높은 표면에 액화됨에 따라 상기 수분을 추가 저장할 수 있다.

[0032] 상기 냉각패치층은 폴리아크릴산계(polyacrylic acid) 고분자, 폴리비닐알콜계(polyvinyl alcohol) 고분자, 폴리비닐피롤리돈계(Polyvinylpyrrolidone) 고분자 및 천연 고분자 중 어느 하나의 고분자로 형성되고, 상기 천연 고분자는 카라기난, 한천, 글루코만난, 알긴산나트륨, 아라빅검 및 셀룰로오스 유도체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0033] 상기 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN, LiF, MgF_2 , HfO_2 및 BaSO_4 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질과 상기 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질이 혼합된 혼합 물질을 포함하고, 상기 바인더는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 계 고분자 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함할 수 있다.

[0034] 상기 복사냉각층은 상기 적외선 방사율에 기반하여 상기 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에 대응하는 $8\mu\text{m}$ 내지 $13\mu\text{m}$ 의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 상기 반사율에 기반하여 상기 입사 태양광에 대응하는 $0.3\mu\text{m}$ 내지 $2.5\mu\text{m}$ 의 자외선 및 근적외선 반사함에 따라 상기 제2 전극을 냉각할 수 있다.

[0035] 상기 인터페이스층은 상기 태양전지를 투과하는 적외선을 흡수하는 적외선 흡수층을 포함하고, 상기 열전달층은 상기 적외선 흡수층에 기반한 열을 상기 제1 전극으로 전달하며, 상기 열전소자는 상기 태양전지에서 발생하는 열과 상기 적외선 흡수층에 기반한 열을 모두 이용하여 전기에너지를 생성할 수 있다.

[0036] 상기 인터페이스층은 이중 구조 및 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 형성될 수 있고, 상기 이중 구조는 상기 열전달층 상에 상기 적외선 흡수층이 위치하고, 상기 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 상기 흡수된 적외선에 기반한 열과 상기 태양전지가 상기 태양광에 노출됨에 따라 상기 태양전지에서 발생하는 열을 상기 열전소자로 전달하며, 상기 아일랜드 구조는 상기 적외선 흡수층 상에 상기 열전달층이 국부적으로 위치하여 상기 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 상기 흡수된 적외선에 기반한 열과 상기 태양전지가 상기 태양광에 노출됨에 따라 상기 태양전지에서 발생하는 열을 상기 열전소자로 전달할 수 있다.

[0037] 상기 적외선 흡수층은 탄소(Carbon) 계 물질로 형성되며, 상기 열전달층은 BN(boron nitride), rGO(reduced graphene oxide), AlN(aluminum nitride), SiC(silicon carbide) 및 BeO(beryllium oxide) 중 적어도 하나의 열전도 물질을 이용하여 형성될 수 있다.

[0038] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 Au, Al, Pt, Ag, Ti 및 W 중 어느 하나의 금속 물질로 형성되고, 상기 열전 채널은 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, MoS_2 및 WS_2 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성될 수 있다.

[0039] 상기 태양전지는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 태양전지, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 상기 열전소자는 상기 열전채널을 제1 열전채널 및 제2 열전채널로 포함하고, 상기 제1 열전채널 및 제2 열전채널 중 어느 하나의 열전채널이 상전이 물질로 형성되며, 나머지 하나의 열전채널이 열전물질로 형성되고, 상기 열전달층으로부터 상기 열이 전달되는 경우에 상기 상전이 물질이 열전채널로 동작하며, 상기 열이 전달되지 않을 경우에 상기 상전이 물질이 저항채널로 동작하여 상기 생성된 전기에너지가 충전된 커패시터에서 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단할 수 있다.

[0041] 상기 제1 열전채널은 상기 상전이 물질인 VO_2 , $\text{Cd}_0\text{S}_{0.7}\text{O}_7$, NdNiO_3 , SmNiO_3 및 GdNiO_3 중 어느 하나로 형성되고, 상기 전달되는 열에 기반한 열원이 위치할 경우에 p 타입의 열전채널로 동작하고, 상기 열원이 위치하지 않을 경우에는 저항채널로 동작하며, 상기 제2 열전채널은 상기 열전물질인 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, MoS_2 및 WS_2 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성되고,

상기 열원과 관계 없이 n타입의 열전채널로 동작할 수 있다.

[0042] 상기 어느 하나의 열전채널은 온도가 상전이 온도 대역 보다 높은 경우에 상기 상전이 물질이 상기 열전채널로 동작하는 제1 상태이고, 상기 온도가 상기 상전이 온도 대역 보다 낮은 경우에 상기 상전이 물질이 상기 저항채널로 동작하는 제2 상태이며, 상기 온도가 상기 상전이 온도 대역인 경우에 상기 상전이 물질이 상기 열전채널과 상기 저항채널 간의 전이 상태를 가질 수 있다.

발명의 효과

[0043] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하여 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 투과하는 광에 기반한 열을 효과적으로 열전소자 상부로 전달하고, 열전소자 하부에 냉각층을 포함하여 추가적인 전력소모 없이 열전소자 하부를 냉각함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 에너지 발전 효율을 향상시킬 수 있다.

[0044] 본 발명은 고효율성 고분자로 만들어진 냉각패치층 또는 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 복사냉각층 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 복사 냉각층을 이용하여 추가적인 전원 없이 태양전지의 발열을 해소하여 태양전지의 성능 저하를 개선하고 열전소자의 발전성능을 향상함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0045] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 적용하여 공간 활용도를 극대화하면서 태양전지를 통한 전기에너지 생성 및 태양전지의 열을 이용하여 열전소자의 전기에너지를 생성할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0046] 본 발명은 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 통과하는 적외선을 흡수함에 따른 열을 열전소자로 전달하여 태양전지의 발열 문제를 해결하면서 열전소자의 발전 성능을 향상시킬 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0047] 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 이중 구조와 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 선택적으로 적용함에 따라 태양전지와 열전소자 사이 공간의 활용도가 증가된 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0048] 본 발명은 열전소자에 열이 전달되는 경우에는 열전소자의 열전채널을 형성하는 상전이 물질이 열전채널로 작동하여 발전하고, 열전소자에 열이 전달되지 않을 경우에는 상전이 물질이 저항채널로 작동함에 따라 열(thermal) 스위치로서 작동하여 다이오드와 같은 추가 부품을 사용하지 않고, 커패시터와 같은 충전부에 저장된 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0049] 본 발명은 웨어러블 디바이스, 무전원 센서, 일상생활 기기 및 산업용 기기 등에 적용되어 제품 수명과 동작 시간을 연장하면서 자연계의 에너지를 활용하여 일상생활 기기 및 산업용 기기까지 다양한 분야에서 핵심 전원 공급 역할을 수행할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0050] 본 발명은 4차 산업 및 웨어러블 디바이스에 적용되어 다양한 사회 및 문화적 혁신 창출이 가능함에 따라 에너지 위기 극복에 일조하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 단면도를 설명하는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 냉각 패치 형태의 냉각층을 설명하는 도면이다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 복사 냉각 방식의 냉각층을 설명하는 도면이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 냉각 패치 형태의 냉각층에 기반한 온도 변화를 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는

도면이다.

도 7는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 단면도를 설명하는 도면이다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에서 태양전지와 열전소자 사이 공간에 적용되는 인터페이스층의 다양한 구조를 설명하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층을 이루는 적외선 흡수층의 흡광 특성을 설명하는 도면이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층을 이루는 적외선 흡수층의 발열 특성을 설명하는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 주변에 열원이 존재하는 경우에 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 주변에 열원이 존재하지 않는 경우에 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 동작 상태를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0053] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0054] 하기에 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0055] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0056] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0057] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0058] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0059] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [0060] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.
- [0061] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.
- [0062] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0063] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

- [0064] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포괄적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다.
- [0065] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포괄적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0066] 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0068] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0069] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하고, 인터페이스층을 통해 태양전지의 열을 열전소자로 효과적으로 전달하면서 열전소자의 하부를 냉각하여 열전소자의 양면의 온도 차이를 향상시켜 전기에너지를 생성하는 에너지 하베스팅 시스템을 예시한다.
- [0070] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(100)은 태양전지(110), 인터페이스층(120), 열전소자(130) 및 냉각층(140)을 포함한다.
- [0071] 예를 들어, 에너지 하베스팅 시스템(100)은 태양전지(110)와 열전소자(130)를 융합한 융합소자일 수 있다.
- [0072] 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(100)은 태양광 에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양전지(110)와 열에너지를 전기에너지로 변환시키는 열전소자(130)를 통합한 시스템으로, 태양광 또는 주변환경에서 발생하는 불규칙한 에너지로부터 전력을 생산 및 사용하도록 지원하는 에너지 하베스팅 시스템일 수 있다.
- [0073] 일례로, 에너지 하베스팅 시스템(100)은 태양전지(110)와 열전소자(130) 사이 공간의 활용도 및 열전도도를 극대화하기 위해 인터페이스층(120)을 포함하고, 열전소자(130)의 제1 전극과 제2 전극의 온도 차이를 증가시키면서 태양전지(110)의 발열을 해소하기 위한 냉각층(140)을 포함할 수 있다.
- [0074] 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층(120)은 태양전지(110)가 태양광에 노출됨에 따라 발생하는 열과 태양전지(110)를 투과하는 적외선(infrared ray, IR)을 흡수하여 생성되는 열을 열전소자(130)로 전달함에 따라 열전소자(130)의 양 전극 간의 온도 차이가 증가하여 열전소자(130)의 발전 성능을 향상시킨다.
- [0075] 예를 들어, 인터페이스층(120)은 적외선을 흡수하는 적외선 흡수층과 태양전지의 열과 흡수된 적외선에 기반한 열을 전달하는 열전달층을 포함할 수 있고, 적외선 흡수층은 선택적으로 제외할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 태양전지(110)에서 발생하는 열은 태양광에 노출되면서 발생하는 열과 태양전지(110)가 태양광 에너지를 전기에너지로 변환하면서 발생하는 열 등 태양전지(110)의 온도를 높이는 모든 열을 포함할 수 있다.
- [0077] 열전소자(130)는 p 타입의 열전물질과 n 타입의 열전물질로 형성된 열전채널들이 수직으로 형성되고, 열전채널의 상측과 하측에 전극이 배치되면서 태양전지로부터 열을 전달받는 제1 전극과 반대쪽에 위치하는 제2 전극을 포함한다.
- [0078] 여기서, 제1 전극은 뜨거운 면(hot side)에 해당하고, 제2 전극은 차가운 면(cold side)에 해당하며, 제1 전극은 핫 전극으로 지칭되고, 제2 전극은 콜드 전극으로 지칭될 수 있다.
- [0079] 일례로, 태양전지(110)는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 태양전지, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0080] 즉, 태양전지(110)는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 등 다양한 종류의 태양전지가 이용될 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일실시예에 따르면 냉각층(140)은 열전소자(130)의 하부에 위치하고, 열전소자(130)의 하부를 냉각하여 열전소자(130)의 양 전극 간의 온도 차이를 증가시키면서 태양전지(110)의 발열 문제를 해소할 수 있다.
- [0082] 따라서, 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하여 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 투과하는 광에 기반한 열을 효과적으로 열전소자 상부로 전달하고, 열전소자 하부에 냉각층을 포함하여 추가적인 전력소모 없이 열전소자 하부를 냉각함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 에너지 발전 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0084] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 단면도를 설명하는 도면이다.
- [0085] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(200)은 태양전지(210), 인터페이스층(220), 열전소자(230) 및 냉각층(240)을 포함한다.
- [0086] 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(200)은 인터페이스층(220)을 추가하여 태양전지(210)와 열전소자(230) 사이 공간의 활용도를 향상하면서 태양전지(210)와 열전소자(230) 간의 열 전도도를 증가시키면서 태양전지(210)를 투과하는 적외선의 열도 열전소자(230)의 발전에 활용할 수 있다.
- [0087] 또한, 에너지 하베스팅 시스템(200)은 냉각층(240)을 열전소자(230) 하부에 포함함에 따라 태양전지(210)의 열을 효과적으로 해결하면서도 열전소자(230)의 제1 전극과 제2 전극 간의 온도 차이를 증가시켜 열전소자(230)의 발전 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0088] 본 발명의 일실시예에 따르면 태양전지(210)는 태양광에 기반하여 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0089] 일례로, 인터페이스층(220)은 태양전지(210) 하부에 위치하고, 태양전지(210)를 투과하는 적외선을 흡수하는 적외선 흡수층(221) 및 태양전지(210)에서 발생하는 열과 적외선 흡수층(221)에 기반한 열을 전달하는 열전달층(222)을 포함한다.
- [0090] 예를 들어, 적외선 흡수층(221)은 탄소(Carbon) 계 물질로 형성되고, 열전달층(222)은 BN(boron nitride), rGO(reduced graphene oxide), AlN(aluminum nitride), SiC(silicon carbide) 및 BeO(beryllium oxide) 중 적어도 하나의 열전도 물질을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(230)는 인터페이스층(220) 하부에 위치하고, 제1 전극, 제2 전극 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 열전채널을 포함한다.
- [0092] 열전소자(230)는 태양전지(210)에서 발생하는 열과 적외선 흡수층(221)에 기반한 열이 열전달층(222)을 통해 제1 전극에 전달되어 제1전극 및 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기에너지를 생성한다.
- [0093] 본 발명의 일실시예에 따른 냉각층(240)은 열전소자(230) 하부에 위치하고, 열전소자(230)의 제2 전극과 접촉되어 제2 전극을 냉각하여 열전소자(230)의 제1 전극과 제2 전극 간의 온도 차이를 증가시킨다.
- [0094] 일례로, 열전소자(230)는 핫 전극에 해당하는 제1 전극과 콜드 전극에 해당하는 제2 전극을 포함하고, 제1 전극과 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기 에너지를 생성하는데 제1 전극과 제2 전극 간의 온도 차이가 클수록 생성하는 전기 에너지의 크기도 증가할 수 있다.
- [0095] 따라서, 열전소자(230)는 열전달층(222)을 통해 전달되는 열에 의해 제1 전극의 온도가 증가하고, 냉각층(240)에 의해 제2 전극이 냉각됨에 따라 온도가 감소하며, 제1 전극의 온도 상승과 제2 전극의 온도 감소에 기반하여 양 전극 간의 온도 차이가 증가되고, 증가된 온도 차이에 기반하여 생성하는 전기 에너지의 크기가 증가될 수 있다.
- [0096] 본 발명의 일실시예에 따르면 냉각층(240)은 고흡습성 고분자로 이루어진 냉각패치층 및 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 반사율을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자 및 나노 또는 마이크로 입자의 표면을 기계적으로 연결할 바인더가 용매 내 혼합된 페인트 용액이 제2 전극 상에 코팅(coating) 또는 다잉(dyeing)되어 형성되는 복사냉각층 중 어느 하나의 냉각층으로 이루어질 수 있다.
- [0097] 여기서, 복사냉각층은 태양광이 입사하는 방향을 기준으로 복사냉각층의 하부에 해당하는 제2 전극을 복사냉각을 통해 냉각할 수 있다.
- [0098] 따라서, 본 발명은 고흡습성 고분자로 만들어진 냉각패치층 또는 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 복사냉각층 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 냉각하는 복사 냉각층을 이용하여 추가적인 전원 없이 태양전지의 발열을 해소하여 태양전지의 성능 저하를 개선하고 열전소자의 발전 성능을 향상함에 따라 에너지 하베스팅 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0099] 또한, 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 적용하여 공간 활용도를 극대화하면서 태양전지를 통한 전기에너지 생성 및 태양전지의 열을 이용하여 열전소자의 전기에너지를 생성할 수 있는 에너지 하베스팅

시스템을 제공할 수 있다.

- [0100] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(230)는 열전채널을 제1 열전채널 및 제2 열전채널로 포함하고, 제1 열전채널 및 제2 열전채널 중 어느 하나의 열전채널이 상전이 물질로 형성될 수 있으며, 나머지 하나의 열전채널이 열전물질로 형성될 수 있다.
- [0101] 열전소자(230)는 열전달층(222)으로부터 열이 전달되는 경우에 상전이 물질이 열전채널로 동작하며, 열이 전달되지 않을 경우에 상전이 물질이 저항채널로 동작하여 생성된 전기에너지가 충전된 커패시터에서 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단할 수 있다.
- [0102] 예를 들어, 열이 전달되지 않는 경우는 에너지 하베스팅 시스템(200)이 태양광에 노출되지 않는 시점인 밤 시간에 해당될 수 있다.
- [0103] 예를 들어, 제1 열전채널은 상전이 물질인 VO_2 로 형성되고, 열전달층(222)을 통해 전달되는 열에 기반한 열원이 위치할 경우에 p 타입의 열전채널로 동작하고, 열원이 위치하지 않을 경우에는 저항채널로 동작할 수 있다.
- [0104] 제2 열전채널은 열전물질인 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, MoS_2 및 WS_2 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성되고, 열원과 관계 없이 n타입의 열전채널로 동작할 수 있다.
- [0105] 따라서, 본 발명은 열전소자에 열이 전달되는 경우에는 열전소자의 열전채널을 형성하는 상전이 물질이 열전채널로 작동하여 발전하고, 열전소자에 열이 전달되지 않을 경우에는 상전이 물질이 저항채널로 작동함에 따라 열(thermal) 스위치로서 작동하여 다이오드와 같은 추가 부품을 사용하지 않고, 커패시터와 같은 충전부에 저장된 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0107] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 냉각 패치 형태의 냉각층을 설명하는 도면이다.
- [0108] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에서 냉각패치층의 낮시간 동안의 동작을 설명한다.
- [0109] 도 3a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(300)은 태양전지(301), 인터페이스층(302), 열전소자(303) 및 냉각패치층(304)을 포함한다.
- [0110] 일례로, 냉각패치층(304)은 3차원 망상구조 및 다공성 구조를 형성하여 수분을 저장할 수 있고, 낮 시간 동안에 냉각패치층(304) 내 기 저장된 수분을 증발하면서 열전소자(303)의 하부측에 위치하는 제2 전극을 냉각할 수 있다.
- [0111] 본 발명의 일실시예에 따르면 냉각패치층(304)은 저장된 수분에 기반하여 열이 증발하는 기화열을 통해 제2 전극을 냉각할 수 있다.
- [0112] 일례로, 냉각패치층(304)은 다량의 친수기를 갖는 고분자로 용액에 녹지 않고 자체 무게의 수십 내지 수백 배에 이르는 용액을 흡수하여 저장할 수 있어서 저장된 수분이 주변의 열을 흡수하여 기화되는 현상을 이용하여 태양전지(301)의 발열을 해소할 수 있다.
- [0113] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에서 냉각패치층의 밤시간 동안의 동작을 설명한다.
- [0114] 도 3b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(310)은 태양전지(311), 인터페이스층(312), 열전소자(313) 및 냉각패치층(314)을 포함한다.
- [0115] 일례로, 냉각패치층(314)은 3차원 망상구조 및 다공성 구조를 형성하여 수분을 저장할 수 있는데, 밤 시간에 공기 중에 과 냉각된 수증기가 주변보다 습도가 높은 표면에 액화됨에 따라 수분을 추가 저장할 수 있다.
- [0116] 즉, 냉각패치층(313)은 밤 시간 동안의 기온에 따라 과 냉각된 수증기가 주변보다 습도가 높은 표면에 액화됨에 따라 기화된 수분이 보충되어 수분을 추가 저장할 수 있다.
- [0117] 본 발명의 일실시예에 따르면 냉각패치층은 밤 시간에 수분을 저장하고, 낮 시간에 저장된 수분을 기화하여 발열을 해소함에 따라 열전소자 하부를 무전원으로 냉각할 수 있다.
- [0118] 냉각패치층은 폴리아크릴산계(polyacrylic acid) 고분자, 폴리비닐알콜계(polyvinyl alcohol) 고분자, 폴리비닐

피롤리돈계(Polyvinylpyrrolidone) 고분자 및 천연 고분자 중 어느 하나의 고분자로 형성될 수 있다.

- [0119] 예를 들어, 천연 고분자는 카라기난, 한천, 글루코만난, 알긴산나트륨, 아라빅검 및 셀룰로오스 유도체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0121] 도 4a 내지 도4c는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 복사 냉각 방식의 냉각층을 설명하는 도면이다.
- [0122] 도 4a는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 나노 또는 마이크로 입자로 구현되는 페인트 도막층이 복사냉각층으로서 열전소자의 제2 전극을 냉각하는 구조를 예시한다.
- [0123] 도 4a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자의 제2 전극(400)에 복사냉각층(401)이 형성되어 있다.
- [0124] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사 냉각층(401)은 태양 빛이 비치는 낮(day time)이나 태양빛이 비치지 않는 밤(night time)에도 에너지 소모없이 주변 온도 이하로 냉각시키는 복사냉각층(401)이 구현되면 전극, 건축, 자동차 등의 냉각이 필요한 물질의 외부 표면에 적용되어 에너지 소모 없이 냉각 기능을 수행할 수 있다.
- [0125] 복사냉각층(401)은 대기의 창(sky window) 내에서 각각 부분적으로 높은 방사율을 가지는 구간이 존재하기 때문에, 대기의 창 내 방사율 또한 더 높을 수 있다.
- [0126] 또한, 복사냉각층(401)은 페인트 도막층으로서, 복사냉각층(401)을 형성하는 물질들은 기본적으로 값싸고 재료가 풍부하고 용액공정이 가능하여, 고분자 기반의 복사냉각층과 같이 저비용 및 대면적 공정이 가능하다.
- [0127] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)은 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율과 입사 태양광에 대한 반사율을 고려하여 입도와 조성이 결정된 나노 또는 마이크로 입자 및 나노 또는 마이크로 입자의 표면을 기계적으로 연결할 바인더가 용매 내 혼합된 페인트 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating) 또는 다잉(dyeing)되어 형성될 수 있다.
- [0128] 일례로, 나노 또는 마이크로 입자는 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN, LiF, MgF_2 , HfO_2 및 BaSO_4 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질과 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN, LiF, MgF_2 , HfO_2 및 BaSO_4 중 적어도 하나의 나노 또는 마이크로 입자 물질이 혼합된 혼합 물질을 포함할 수 있다.
- [0129] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)은 나노 또는 마이크로 입자 각각의 적외선 방사율 및 반사율이 중첩되어 적외선 방사율 및 반사율이 향상되도록 결정될 수 있다.
- [0130] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)을 형성하는 바인더는 DPHA(DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE(Polytetrafluoroethylene), PUA(Poly urethane acrylate), ETFE(Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF(Polyvinylidene fluoride), Acrylic 계 고분자, Polyester 계 고분자, Polyurethane 계 고분자 중 적어도 하나의 바인더 물질을 포함할 수 있다.
- [0131] 일례로, 복사냉각층(401)은 적어도 하나의 바인더 물질의 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에서 적외선 방사율에 기반하여 적외선 방사율이 증가될 수 있다.
- [0132] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)은 나노 또는 마이크로 입자와 바인더가 x:1의 부피비로 혼합된 페인트 용액이 다양한 표면 상에 코팅(coating) 또는 다잉(dyeing)되어 형성될 수 있다. 여기서, x는 0.2 내지 2.5의 범위를 가질 수 있다.
- [0133] 일례로, 복사냉각층(401)은 적외선 방사율에 기반하여 대기의 창(sky window)에 해당되는 파장 범위에 대응하는 $8\mu\text{m}$ 내지 $13\mu\text{m}$ 의 장파장 적외선을 흡수 및 방사하고, 반사율에 기반하여 입사 태양광에 대응하는 $0.3\mu\text{m}$ 내지 $2.5\mu\text{m}$ 의 자외선 및 근적외선 반사함에 따라 제2 전극을 냉각할 수 있다.
- [0134] 예를 들어, 다양한 표면은 나무 표면, 유리 표면, 금속기판 표면, 우산 표면, 집 모형 표면 및 옷감 표면 중 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다.
- [0135] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)은 페인트 용액이 스핀코팅, 바코팅, 스프레이코팅, 닥터블레이딩, 블레이드 코팅 중 적어도 하나의 용액 공정을 통하여 다양한 표면 상에 코팅(coating) 또는 다잉

(dyeing)되어 형성될 수 있다.

- [0136] 예를 들어, 본 발명의 일실시예에 따른 페인트 용액은 밴드갭 에너지가 높고 대기의 창외선 영역인 8 내지 13 μm 영역대의 장파장 적외선에 대하여 부분적으로 높은 방사율을 갖는 다양한 종류의 나노 또는 마이크로 입자의 크기(입도)와 조성이 임의로 조절되어 대기의 창외선 영역의 전 영역에서 높은 흡수율(방사율)을 갖도록 하고, 다양한 종류의 나노 또는 마이크로 입자들의 표면을 기계적으로 연결할 바인더 물질을 섞고 용매에 분산하여 제조될 수 있다.
- [0137] 혼합 나노 또는 마이크로 입자에 바인더 물질을 첨가할 시 나노 또는 마이크로 입자들 사이 사이를 연결해주어 접착력이 증가함에 따라 내구성이 증가될 수 있다.
- [0138] 광특성적으로는, 높은 굴절률을 갖는 나노 또는 마이크로 입자와 낮은 굴절률을 갖는 고분자 바인더 물질 계면의 산란으로 인하여 태양빛 반사가 증진될 수 있다.
- [0139] 또한, 고분자 바인더 물질도 대기의 창 내에서 소멸계수를 가져 페인트 층이 높은 방사율을 가질 수 있도록 기여할 수 있다.
- [0140] 본 발명의 일실시예에 따르면 복사냉각층(401)은 기존 페인트보다 태양 빛을 덜 흡수하고, 대기의 창외선 범위 내에서 방사율이 상대적으로 높아서 복사 냉각 성능이 우수하다.
- [0141] 또한, 복사냉각층(401)은 추가 첨가제의 첨가에 따라 접착력, 표면 특성, 외부 저항성이 변화될 수 있다.
- [0142] 본 발명은 다양한 표면에 복사 냉각 성능이 우수한 페인트 도막층을 형성하여 태양광 스펙트럼의 빛을 흡수를 최소화하면서 동시에 복사냉각층 아래의 열을 외부로 방사하여 물질 표면 혹은 물질 아래의 온도를 낮추는 복사냉각층을 제공할 수 있다.
- [0143] 예를 들어 복사냉각층 아래는 태양광이 입사하는 각도를 기준으로 열전소자의 하부 영역인 제2 전극에 해당할 수 있다.
- [0144] 또한, 본 발명은 기존 페인트보다 태양빛을 덜 흡수하고, 대기의 창 내 방사율이 더 높아 복사 냉각 성능이 우수한 페인트 도막층이 형성된 복사냉각층을 제공할 수 있다.
- [0145] 또한, 본 발명은 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 기판 상에 페인트 도막층을 형성하여 단단(rigid)하거나 유연(flexible)한 복사냉각층을 제공할 수 있다.
- [0146] 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 복사냉각층이 고분자 매트릭스 내 입자 분산 구조로 형성된 경우를 예시한다.
- [0147] 도 4b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각층은 고분자 매트릭스(411)와 나노 또는 마이크로 입자(412)로 이루어지고, 열전소자의 제2 전극(410) 상에 고분자 물질에 기반한 고분자 매트릭스(411) 내 무기물의 나노 또는 마이크로 입자(412)가 분산되어 적어도 하나의 층으로 형성될 수 있다.
- [0148] 구체적으로, 복사 냉각층은 금속 물질로 형성되는 제2 전극 하부에 배치되고, 제2 전극(410) 하부에 대기의 창에서 높은 방사율을 가지는 고분자 매트릭스(411) 내에 무기물의 나노 또는 마이크로 입자(412)가 혼입 및 분산되어 선택적 방사층이 형성될 수 있다.
- [0149] 또한, 고분자 매트릭스(411)와 무기물의 나노 또는 마이크로 입자(412)는 상호 간의 굴절률 차이에 기반하여 태양광에서의 근적외선과 자외선을 반사할 수 있다.
- [0150] 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각층이 고분자 공극 구조로 형성된 경우를 예시한다.
- [0151] 도 4c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복사 냉각층은 금속 물질로 형성되는 열전소자의 제2 전극(420) 하부에 장파장 적외선을 흡수 및 방출하는 고분자 물질(421)과 공극(422)을 포함하도록 선택적 방사층이 형성될 수 있다.
- [0152] 즉, 복사 냉각층은 선택적 방사층에서 근적외선 반사 역할을 제공할 수 있다.
- [0153] 본 발명의 일실시예에 따른 선택적 방사층은 고분자 물질(421)과 공극(422) 간의 굴절률 차이에 기반하여 입사 태양광을 산란 및 반사하여 근적외선을 반사하는 적어도 하나의 층으로 형성될 수 있다.

- [0155] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 냉각 패치 형태의 냉각층에 기반한 온도 변화를 설명하는 도면이다.
- [0156] 도 5a는 종래 기술에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템으로 열전소자의 하부에 냉각층을 포함하지 않는 구조에서의 온도 분포를 예시한다.
- [0157] 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템으로 열전소자의 하부에 냉각층을 포함하는 구조에서의 온도 분포를 예시한다.
- [0158] 도 5a의 그래프(500)를 참고하면, 그래프(500)는 태양의 방사조도(irradiance)에 따른 제1 온도(T1), 제2 온도(T2), 제3 온도(T3) 및 제4 온도(T4)의 변화를 나타낸다.
- [0159] 제1 온도(T1)는 태양전지의 온도를 나타내고, 제2 온도(T2)는 열전달층의 온도를 나타내며, 제3 온도(T3)는 열전소자의 상부 온도를 나타내고, 제4 온도(T4)는 열전소자의 하부 온도를 나타낼 수 있다.
- [0160] 도 5b의 그래프(510)를 참고하면, 그래프(510)는 태양의 방사조도(irradiance)에 따른 제1 온도(T1), 제2 온도(T2), 제3 온도(T3) 및 제4 온도(T4)의 변화를 나타낸다.
- [0161] 제1 온도(T1)는 태양전지의 온도를 나타내고, 제2 온도(T2)는 열전달층의 온도를 나타내며, 제3 온도(T3)는 열전소자의 상부 온도를 나타내고, 제4 온도(T4)는 냉각층에 기반하여 냉각되는 열전소자의 하부 온도를 나타낼 수 있다.
- [0162] 그래프(500) 및 그래프(510)에 기반한 온도 변화는 하기 표 1과 같이 정리될 수 있고, 그래프(500)는 제1 실시예로 지칭하고, 그래프(510)는 제2 실시예로 지칭한다.

[표 1]

방사조도(W/m ²)	제1 실시예(°C)					제2 실시예(°C)				
	T1	T2	T3	T4	ΔT	T1	T2	T3	T4	ΔT
200	27.8	27.9	27.8	26.5	1.3	24.9	24.8	24.5	21.7	2.8
400	34.2	33.9	33.8	31.1	2.7	29.3	28.8	28.0	22.3	5.7
600	41.5	41.0	41.0	37.1	3.9	34.6	34.0	32.9	25.0	7.9
800	48.2	47.5	47.4	42.3	5.1	40.2	39.3	38.0	28.2	9.8
1000	54.1	52.8	52.8	46.7	6.1	45.0	43.9	42.5	30.7	11.8

- [0165]
- [0167] 표 1을 참고하면, 방사조도가 200 W/m² 내지 1000 W/m²인 경우에 제1 온도(T1)과 제4 온도(T4)의 차이(ΔT)는 제1 실시예는 1.3 °C 내지 6.1 °C이고, 제2 실시예는 2.8 °C 내지 11.8 °C임을 확인할 수 있다.
- [0168] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템에서 냉각층에 기반하여 열전소자의 양면의 온도차이가 더 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0170] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0171] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 포함하고, 인터페이스층을 통해 태양전지의 열을 열전소자로 효과적으로 전달하여 전기에너지를 생성하는 에너지 하베스팅 시스템을 예시한다.

- [0172] 도 6을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(600)은 태양전지(610), 인터페이스층(620) 및 열전소자(630)를 포함한다.
- [0173] 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(600)은 태양광 에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양전지(610)와 열에너지를 전기에너지로 변환시키는 열전소자(630)를 통합한 시스템으로, 태양광 또는 주변환경에서 발생하는 불규칙한 에너지로부터 전력을 생산 및 사용하도록 지원하는 에너지 하베스팅 시스템일 수 있다.
- [0174] 일례로, 에너지 하베스팅 시스템(600)은 태양전지(610)와 열전소자(630) 사이 공간의 활용도 및 열전도도를 극대화하기 위해 인터페이스층(620)을 포함한다.
- [0175] 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층(620)은 태양전지(610)가 태양광에 노출됨에 따라 발생하는 열과 태양전지(610)를 투과하는 적외선(infrared ray, IR)을 흡수하여 생성되는 열을 열전소자(630)로 전달함에 따라 열전소자(630)의 양 전극 간의 온도 차이가 증가하여 열전소자(630)의 발전 성능을 향상시킨다.
- [0176] 따라서, 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 이용하여 태양전지에서의 열을 효과적으로 열전소자 상부로 전달하여 에너지 하베스팅 시스템의 에너지 발전 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0177] 예를 들어, 태양전지(610)에서 발생하는 열은 태양광에 노출되면서 발생하는 열과 태양전지(610)가 태양광 에너지를 전기에너지로 변환하면서 발생하는 열 등 태양전지(610)의 온도를 높이는 모든 열을 포함할 수 있다.
- [0178] 열전소자(630)는 p 타입의 열전물질과 n 타입의 열전물질로 형성된 열전채널들이 수직으로 형성되고, 열전채널의 상측과 하측에 전극이 배치되면서 태양전지로부터 열을 전달받는 제1 전극과 반대쪽에 위치하는 제2 전극을 포함한다.
- [0179] 여기서, 제1 전극은 뜨거운 면(hot side)에 해당하고, 제2 전극은 차가운 면(cold side)에 해당하며, 제1 전극은 핫 전극으로 지칭되고, 제2 전극은 콜드 전극으로 지칭될 수 있다.
- [0180] 예를 들어, 열전채널들은 제1 열전채널 및 제2 열전채널을 포함하고, 제1 열전채널은 p타입의 열전채널로 지칭되고 제2 열전채널은 n타입의 열전채널로 지칭될 수 있다.
- [0181] 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(600)은 열전소자(630) 상부에 인터페이스층(620)을 코팅한 후 열전소자(630)를 태양전지(610)와 접합하여 형성될 수 있다.
- [0182] 일례로, 태양전지(610)는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 태양전지, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0183] 즉, 태양전지(610)는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 , 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 등 다양한 종류의 태양전지가 이용될 수 있다.
- [0184] 따라서, 본 발명은 웨어러블 디바이스, 무전원 센서, 일상생활 기기 및 산업용 기기 등에 적용되어 제품 수명과 동작 시간을 연장하면서 자연계의 에너지를 활용하여 일상생활 기기 및 산업용 기기까지 다양한 분야에서 핵심 전원 공급 역할을 수행할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0185] 또한, 본 발명은 4차 산업 및 웨어러블 디바이스에 적용되어 다양한 사회 및 문화적 혁신 창출이 가능함에 따라 에너지 위기 극복에 일조하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0187] 도 7는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 단면도를 설명하는 도면이다.
- [0188] 도 7는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지와 열전소자에 인터페이스층을 추가적으로 포함하는 에너지 하베스팅 시스템의 구조도를 예시한다.
- [0189] 도 7를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(700)은 태양전지(710), 인터페이스층(720) 및 열전소자(730)를 포함한다.
- [0190] 일례로, 인터페이스층(720)은 적외선 흡수층(721) 및 열전달층(722)을 포함한다.
- [0191] 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템(700)은 인터페이스층(720)을 추가하여 태양전지(710)와 열전소자(730) 사이 공간의 활용도를 향상하면서 태양전지(710)와 열전소자(730) 간의 열 전도도를 증가시키면서

태양전지(710)를 투과하는 적외선의 열도 열전소자(730)의 발전에 활용할 수 있다.

- [0192] 일례로, 에너지 하베스팅 시스템(700)은 태양전지(710) 하부에 인터페이스층(720)이 위치하고, 인터페이스층(720) 하부에 열전소자(730)가 위치한다.
- [0193] 본 발명의 일실시예에 따르면 태양전지(710)는 태양광에 기반하여 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0194] 예를 들어, 태양전지(710)는 실리콘(Si) 태양전지, 염료감응형 태양전지, 단결정 태양전지, 다결정 태양전지 및 박막 태양전지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0195] 일례로, 인터페이스층(720)은 태양전지(710)를 투과하는 적외선을 흡수하는 적외선 흡수층(721) 및 태양전지에서 발생하는 열과 적외선 흡수층(721)에 기반한 열을 전달하는 열전달층(722)을 포함한다.
- [0196] 예를 들어, 적외선 흡수층(721)은 탄소(Carbon) 계 물질로 형성되고, 열전달층(722)은 BN(boron nitride), rGO(reduced graphene oxide), AlN(aluminum nitride), SiC(silicon carbide) 및 BeO(beryllium oxide) 중 적어도 하나의 열전도 물질을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0197] 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층(720)은 이중 구조 및 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 형성될 수 있다.
- [0198] 여기서, 이중 구조는 적외선 흡수층(721)과 열전달층(722)의 이중 구조를 나타내고, 아일랜드 배열 구조는 적외선 흡수층(721)상에 열전달층(722)이 아일랜드 구조로 중간 중간에 배열되는 구조를 나타낼 수 있다.
- [0199] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(730)는 제1 전극, 제2 전극 및 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 열전채널을 포함한다.
- [0200] 제1 전극은 태양전지(710) 측에 위치하고, 제2 전극은 반대편에 위치함에 따라 제1 전극은 핫 전극이고, 제2 전극은 쿨드 전극일 수 있다.
- [0201] 일례로, 열전소자(730)는 태양전지에서 발생하는 열과 적외선 흡수층에 기반한 열이 열전달층을 통해 제1 전극에 전달되어 제1전극 및 제2 전극 간의 온도 차이에 기반하여 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0202] 예를 들어, 열전소자(730)는 제1 전극과 제2 전극 간의 온도를 다르게 하면 기전력이 생기는 제베크(Seebeck) 효과를 이용하여 발전하는 열전소자일 수 있다.
- [0203] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 전극 및 제2 전극은 Au, Al, Pt, Ag, Ti 및 W 중 어느 하나의 금속 물질로 형성될 수 있다.
- [0204] 일례로, 열전채널은 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, MoS_2 및 WS_2 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질로 형성될 수 있다.
- [0205] 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(700)은 태양전지(710)와 열전소자(730)의 사이 공간에 인터페이스층(720)을 적용하여 공간 활용도를 극대화하고 태양전지(710)를 통한 전기에너지 생성 및 태양전지의 열을 이용하여 열전소자(730)의 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0206] 또한, 에너지 하베스팅 시스템(700)은 얇은 두께의 인터페이스층(720) 적용을 통해 최소 공간만을 활용하고 태양전지(710)의 성능은 유지하면서 융합소자로서 형성됨에 따라 공간 활용의 효율성이 향상될 수 있다.
- [0207] 따라서, 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 적용하여 공간 활용도를 극대화하면서 태양전지를 통한 전기에너지 생성 및 태양전지의 열을 이용하여 열전소자의 전기에너지를 생성할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0208] 또한, 본 발명은 태양전지에서 발생하는 열과 태양전지를 통과하는 적외선을 흡수함에 따른 열을 열전소자로 전달하여 태양전지의 발열 문제를 해결하면서 열전소자의 발전 성능을 향상시킬 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0210] 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에서 태양전지와 열전소자 사이 공간에 적용되는 인터페이스층의 다양한 구조를 설명하는 도면이다.
- [0211] 도 8a는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 인터페이스층과 관련된 이중 구조를 예

시한다.

- [0212] 도 8a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층(800)은 적외선 흡수층(801) 및 열전달층(802)을 포함한다.
- [0213] 일례로, 인터페이스층(800)은 적외선 흡수층(801)과 열전달층(802)의 이중 구조로 형성된다.
- [0214] 본 발명의 일실시예에 따르면 이중 구조의 인터페이스층(800)은 열전달층(802) 상에 적외선 흡수층(801)이 위치하고, 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 발생하는 열과 태양전지가 태양광에 노출됨에 따라 태양전지에서 발생하는 열을 열전소자로 전달할 수 있다.
- [0215] 즉, 인터페이스층(800)은 태양전지와 열전소자의 접촉 가능한 모든 면적을 커버하는 적외선 흡수층(801) 및 열전달층(802)에 기반하여 열전소자의 발전 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0216] 또한, 인터페이스층(800)은 태양전지를 통해 발생 가능한 열을 효율적으로 활용하면서 열전소자를 통해 추가적인 에너지의 생산성을 높이도록 에너지 하베스팅 시스템에 추가될 수 있다.
- [0217] 도 8b는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템에 적용되는 인터페이스층과 관련된 아일랜드 배열 구조를 예시한다.
- [0218] 도 8b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층(810)은 열전달층(811) 및 적외선 흡수층(812)을 포함한다.
- [0219] 일례로, 인터페이스층(810)은 적외선 흡수층(812) 상에 열전달층(811)을 이루는 열전달 물질이 아일랜드 배열 구조로 형성된다.
- [0220] 즉, 인터페이스층(810)은 적외선 흡수층(812) 상에 열전달층(811)이 복수로 형성되면서 아일랜드 배열 구조로 형성될 수 있다.
- [0221] 본 발명의 일실시예에 따르면 아일랜드 구조의 인터페이스층(810)은 적외선 흡수층(812) 상에 열전달층(811)이 국부적으로 위치하여 태양전지를 투과한 적외선을 흡수하여 흡수된 적외선에 기반한 열과 태양전지가 상기 태양광에 노출됨에 따라 태양전지에서 발생하는 열을 열전소자로 전달할 수 있다.
- [0222] 즉, 인터페이스층(810)은 태양전지와 열전소자의 접촉하는 사이 공간에서 열전달 영역을 부분적으로 위치하여 태양전지를 투과하는 적외선을 흡수하면서도 공간 활용도를 높이면서 열전소자의 발전 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0223] 일례로, 인터페이스층(810)은 태양전지를 통해 발생 가능한 열을 효율적으로 활용하면서 열전소자를 통해 추가적인 에너지의 생산성을 높이도록 에너지 하베스팅 시스템에 추가될 수 있다.
- [0224] 따라서, 본 발명은 태양전지와 열전소자 사이에 인터페이스층을 이중 구조와 아일랜드 배열 구조 중 어느 하나의 구조로 선택적으로 적용함에 따라 태양전지와 열전소자 사이 공간의 활용도가 증가된 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0226] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층을 이루는 적외선 흡수층의 흡광 특성을 설명하는 도면이다.
- [0227] 도 9를 참고하면, 그래프(900)는 특정 파장 대역에서의 적외선 흡수층을 이루는 카본 계열의 물질의 흡광 특성을 예시한다.
- [0228] 그래프(900)에서 적외선 흡수층을 이루는 카본 계열의 물질은 약 1000 nm 내지 약 3000 nm의 파장 대역에서 약 80 % 이상의 흡광도를 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0229] 본 발명의 일실시예에 따르면 적외선 흡수층은 약 1000 nm 내지 약 3000 nm의 파장 대역의 근적외선을 흡수한다.
- [0230] 일례로, 적외선 흡수층은 태양전지를 투과하는 적외선에 해당하는 근적외선을 흡수하고, 적외선 흡수에 따라 열을 발생시키고 발생된 열에 따라 온도가 증가할 수 있다.
- [0232] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스층을 이루는 적외선 흡수층의 발열 특성을 설명하는

도면이다.

- [0233] 도 10a는 본 발명의 일실시예에 따른 적외선 흡수층의 발열 특성과 관련하여 시간 변화에 따른 온도 변화를 예시한다.
- [0234] 도 10a의 그래프(1000)를 참고하면, 그래프선(1001)은 태양전지에 적외선 흡수층을 추가한 후에 온도 변화 나타낼 수 있고, 그래프선(1002)은 태양전지의 시간에 따른 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0235] 그래프선(1001)과 그래프선(1002)을 비교하면 적외선 흡수층이 태양전지에 추가될 경우에 태양전지 측정 온도가 상승하는 것을 확인할 수 있다.
- [0236] 즉, 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층이 추가되는 경우에 적외선 흡수에 따른 온도 상승에 기반하여 태양전지로부터 열전소자 측으로 전달하는 열의 크기가 증가될 수 있다.
- [0237] 도 10a의 그래프(1000)를 참고하면, 그래프선(1001)은 태양전지에 적외선 흡수층을 추가한 후에 온도 변화 나타낼 수 있고, 그래프선(1002)은 태양전지의 시간에 따른 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0238] 그래프선(1001)과 그래프선(1002)을 비교하면 적외선 흡수층이 태양전지에 추가될 경우에 태양전지 측정 온도가 상승하는 것을 확인할 수 있다.
- [0239] 즉, 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층이 추가되는 경우, 태양전지로부터 열전소자 측으로 전달하는 열의 크기가 증가될 수 있다.
- [0240] 도 10b는 본 발명의 일실시예에 따른 적외선 흡수층의 발열 특성과 관련하여 열화상 이미지를 예시한다.
- [0241] 도 10b를 참고하면, 열 화상 이미지(1010)는 태양전지의 일부분에만 적외선 흡수층이 형성되어 서로 다른 온도를 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0242] 열 화상 이미지(1010)의 좌측이 열 화상 이미지(1010)의 우측에 대비하여 높은 온도가 측정되는 것을 확인할 수 있다.
- [0243] 즉, 본 발명의 일실시예에 따르면 인터페이스층이 추가되는 경우에 적외선 흡수에 따른 온도 상승에 기반하여 태양전지로부터 열전소자 측으로 전달하는 열의 크기가 증가될 수 있다.
- [0245] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자를 이용한 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0246] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자 및 이를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 구조를 예시한다.
- [0247] 도 11을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(1100)은 열전소자(1110) 및 커패시터(1120)를 포함한다.
- [0248] 일례로, 열전소자(1110)는 제1 전극(1113) 및 제2 전극(1114)을 포함하고, 제1 전극(1113)과 제2 전극(1114) 사이에 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112)을 포함한다.
- [0249] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112) 중 어느 하나의 열전채널이 상전이 물질로 형성되고, 나머지 하나의 열전채널이 열전물질로 형성된다.
- [0250] 예를 들어, 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112)은 스크린 프린팅 공정 또는 리소그래피 공정을 통해 상전이 물질 및 열전물질에 따른 열처리를 통해 형성될 수 있다.
- [0251] 제1 전극(1113) 및 제2 전극(1114)은 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112) 형성 후 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112)을 연결하도록 형성될 수 있다.
- [0252] 또한, 제1 전극(1113) 및 제2 전극(1114)은 형성 이후 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112)의 형성을 통해 연결될 수 있다.
- [0253] 일례로, 제1 열전채널(1111)은 상전이 물질로 형성되고, 열원이 위치할 경우에 p 타입의 열전채널로 동작하고, 열원이 위치하지 않을 경우에는 저항채널로 동작할 수 있다.

- [0254] 한편, 제2 열전채널(1112)은 열전물질로 형성되고, 열원과 관계 없이 n타입의 열전채널로 동작할 수 있다.
- [0255] 예를 들어, 상전이 물질은 VO_2 , $\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$, NdNiO_3 , SmNiO_3 및 GdNiO_3 중 어느 하나를 포함하고, 열전물질은 Ag_2Te , Ag_2Se , Cu_2Se , Cu_2Te , HgTe , HgSe , Bi_2Te_3 , BiSeTe , BiSbTe , Ti_3C_2 , Mo_2C , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, MoS_2 및 WS_2 중 어느 하나의 합성된 나노입자 물질을 포함할 수 있다.
- [0256] 한편, 제1 전극(1113) 및 제2 전극(1114)은 Au, Al, Pt, Ag, Ti 및 W 중 어느 하나의 금속 물질로 형성될 수 있다.
- [0257] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(1110)는 열원이 제1 전극(1113) 상에 위치하는 경우에는 제1 열전채널(1111) 및 제2 열전채널(1112)이 모두 열전채널로 동작함에 따라 제1 전극(1113)과 제2 전극(1114) 간의 온도차이에 기반하여 발전을 할 수 있다.
- [0258] 즉, 열전소자(1110)는 제1 전극(1113)과 제2 전극(1114) 간의 온도를 다르게 하면 기전력이 생기는 제베크(Seebeck) 효과를 이용하여 발전하는 열전소자일 수 있다.
- [0259] 예를 들어, 제1 전극(1113)은 열원에 의해 핫(hot) 전극으로 동작하고, 제2 전극(1114)은 콜드(cold) 전극으로 동작할 수 있다.
- [0260] 일례로, 열전소자(1110)는 제1 전극(1113)과 제2 전극(1114) 간의 온도 차이에 기반하여 생성된 전압을 커패시터(1120)로 전달하여 커패시터(1120)가 전압을 충전하도록 할 수 있다.
- [0261] 본 발명의 일실시예에 따르면 커패시터(1120)는 열전소자(1110)로부터 전압이 전달되면 전압을 충전하고, 전압이 전달되지 않으면 기 충전된 전압을 방전할 수 있다.
- [0262] 여기서, 방전되는 전압에 따른 전류가 열전소자(1110)로 역류하는 현상이 발생할 수 있는데 이를 역전류라고 칭한다.
- [0263] 예를 들어, 커패시터(1120)는 리소그래피, 써멀증착, 스퍼코팅 등의 공정을 이용하여 형성될 수 있고, 충전 및 방전을 수행함에 따라 충방전부로 지칭될 수 있다.
- [0264] 일례로, 커패시터(1120)는 열전소자(1110)에 의해 생성된 전압을 충전하고, 열원이 제1 전극(1113) 상에 위치하지 않아서 열전소자(1110)가 발전하지 않는 경우에 기 충전된 전압을 방전할 수 있다.
- [0265] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(1110)는 열원이 위치하지 않을 경우에는 상전이 물질이 저항채널로 동작하여 커패시터(1120)에서 방전되는 전압에 기반한 역전류가 열전소자(1110) 내 역으로 흐르지 않도록 역전류를 차단할 수 있다.
- [0267] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 주변에 열원이 존재하는 경우에 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0268] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자 및 이를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 구조에서 제1 전극 상에 열원이 위치하는 경우를 예시한다.
- [0269] 도 12를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(1200)은 열전소자(1210) 및 커패시터(1220)를 포함한다.
- [0270] 일례로, 열전소자(1210)는 제1 전극(1213) 및 제2 전극(1214)을 포함하고, 제1 전극(1213)과 제2 전극(1214) 사이에 제1 열전채널(1211) 및 제2 열전채널(1212)을 포함한다.
- [0271] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(1210)는 제1 전극(1213) 상에 위치하는 열원의 열에 의한 제1 전극(1213)의 온도와 제2 전극(1214)의 온도 간의 온도 차이에 기반하여 제1 열전채널(1211) 및 제2 열전채널(1212)에서 전압을 생성하고, 생성된 전압을 커패시터(1220)로 전달할 수 있다.
- [0272] 일례로, 제1 열전채널(1211)은 상전이 물질로 형성되고, 열원에 의한 열에 기반하여 열전채널로 동작함에 따라 제1 전극(1213) 상에 위치하는 열원의 열과 제2 전극(1214) 간의 온도 차이에 기반하여 제2 열전채널(1212)과 함께 전압을 생성할 수 있다.
- [0273] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 열전채널(1211)은 상전이 물질로 형성될 수 있는데, 상전이 물질은 열원에 의

한 고온에서 다결정(polycrystal) 또는 결정(crystal) 구조로 저항이 낮아져서 열전채널로 동작할 수 있다.

[0274] 일례로, 열전소자(1210)는 열원에 기반하여 증가된 온도에 따라 제1 열전채널(1211)이 열전채널로 동작하여 제2 열전채널(1212)과 함께 전압을 생성할 수 있다.

[0275] 예를 들어, 커패시터(1220)는 열전소자(1210)로부터 전달되는 전압을 충전할 수 있다.

[0276] 즉, 에너지 하베스팅 시스템(1200)은 열원이 열전소자(1210) 상에 위치하는 경우, 열전소자(1210)가 열원의 열을 제1 전극(1213)을 통해 제1 열전채널(1211)로 전달하고, 제1 열전채널(1211)을 형성하는 상전이 물질이 열전채널로서 동작함에 따라 제1 전극(1213)과 제2 전극(1214) 간의 온도차이에 기반하여 제1 열전채널(1211)과 제2 열전채널(1212)을 통해 전압을 생성하고, 생성된 전압을 커패시터(1220)에 충전하는 동작을 수행할 수 있다.

[0277] 따라서, 본 발명은 열전소자 주변에 열원이 있을 경우에는 열전소자의 열전채널을 형성하는 상전이 물질이 열전채널로 작동하여 발전하고, 열원이 없을 경우에는 상전이 물질이 저항채널로 작동함에 따라 열(thermal) 스위치로서 작동하여 커패시터에 저장된 전압이 방전됨에 따른 역전류를 차단하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0278] 또한, 본 발명은 웨어러블 디바이스, 무전원 센서, 일상생활 기기 및 산업용 기기 등에 적용되어 제품 수명과 동작 시간을 연장하면서 자연계의 에너지를 활용하여 일상생활 기기 및 산업용 기기까지 다양한 분야에서 핵심 전원 공급 역할을 수행할 수 있는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0280] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 주변에 열원이 존재하지 않는 경우에 에너지 하베스팅 시스템을 설명하는 도면이다.

[0281] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자 및 이를 이용한 에너지 하베스팅 시스템의 구조에서 에너지 하베스팅 시스템의 주변에 열원이 위치하지 않는 경우를 예시한다.

[0282] 도 13을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따르면 에너지 하베스팅 시스템(1300)은 열전소자(1310) 및 커패시터(1320)를 포함한다.

[0283] 일례로, 열전소자(1310)는 제1 전극(1313) 및 제2 전극(1314)을 포함하고, 제1 전극(1313)과 제2 전극(1314) 사이에 제1 열전채널(1311) 및 제2 열전채널(1312)을 포함한다.

[0284] 본 발명의 일실시예에 따르면 열전소자(1310)는 열원이 주변에 위치하지 않음에 따라 상온 상태에 위치하고, 제1 열전채널(1311)을 형성하는 상전이 물질이 상온에서 무정형(Amorphous) 구조로 저항이 매우 높아지는 특징에 기반하여 저항채널로 동작할 수 있다.

[0285] 일례로, 커패시터(1320)는 열전소자(1310)로부터 전압이 전달되지 않음에 따라 충전된 전압을 방전하여 열전소자(1310)로 전류를 인가하는 역전류를 형성할 수 있다.

[0286] 그러나, 열전소자(1310)는 제1 열전채널(1311)이 상전이 물질에 기반하여 저항 채널로 동작함에 따라 커패시터(1320)로부터의 역전류를 차단할 수 있다.

[0287] 다시 말해, 제1 열전채널(1311)은 열원이 존재하지 않거나 제거된 후에는 상온이 되면서 상전이 물질의 저항이 증가함에 따라 커패시터(1320)로부터 방전되는 전압을 차단하여 커패시터(1320)의 방전을 방지할 수 있다.

[0288] 즉, 제1 열전채널(1311)은 열원의 존재 유무에 따라 커패시터(1320)로 전압을 충전하는 열전채널로 동작하거나 커패시터(1320)로부터의 전압의 방전을 방지하는 열(thermal) 스위치로서의 역할을 수행할 수 있다.

[0289] 따라서, 본 발명은 충전부의 역전류 차단을 위해서 다이오드와 같은 추가 부품을 사용하지 않고 자체적으로 충전부의 역전류를 차단하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0290] 또한, 본 발명은 열원의 유무에 따라 불규칙적으로 발전하면서도 열원이 없어서 발전을 하지 못하는 동안 충전된 전압이 방전되지 않도록 방지 하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.

[0292] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질을 포함하는 열전소자의 동작 상태를 설명하는 도면이다.

[0293] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 상전이 물질의 온도에 따른 저항 변화에 따라 열전채널 또는 저항채널로 동

작 가능함을 예시한다.

- [0294] 도 14를 참고하면, 그래프(1400)는 가로축에서 온도의 변화를 나타내고, 세로축에서 저항의 변화를 나타낸다.
- [0295] 그래프(1400)의 지시선(1401)은 가열(heating)에 따른 온도 변화에서 저항 변화를 나타낼 수 있다.
- [0296] 그래프(1400)의 지시선(1402)은 냉각(cooling)에 따른 온도 변화에서 저항 변화를 나타낼 수 있다.
- [0297] 그래프(1400)는 온도의 변화에 따른 저항의 변화에 따라 상전이 물질이 제1 상태(1410), 제2 상태(1430) 및 전이 상태(1420)를 가질 수 있음을 나타낸다.
- [0298] 다시 말해, 상전이 물질로 형성되는 제1 열전채널은 제1 상태(1410), 제2 상태(1430) 및 전이 상태(1420)를 가질 수 있다.
- [0299] 본 발명의 일실시예에 따르면 상전이 물질로 형성되는 어느 하나의 열전채널은 온도가 상전이 온도 대역 보다 높은 65도 내지 90도인 경우에 상전이 물질이 열전채널로 동작하는 제1 상태(1410)를 가질 수 있다.
- [0300] 또한, 상전이 물질로 형성되는 어느 하나의 열전채널은 온도가 상전이 온도 대역 보다 낮은 20도 내지 55도인 경우에 상전이 물질이 저항채널로 동작하는 제2 상태(1430)를 가질 수 있다.
- [0301] 또한, 상전이 물질로 형성되는 어느 하나의 열전채널은 온도가 상전이 온도 대역인 56도 내지 66도인 경우에 상전이 물질이 열전채널과 저항채널 간의 전이 상태(1420)를 가질 수 있다.
- [0302] 일례로, 에너지 하베스팅 시스템의 열전소자는 제1 열전채널의 제1 상태(1410)에서 제1 전극과 제2 전극 간의 온도 차이를 이용하여 전압을 생성하고, 생성된 전압을 커패시터로 전달 한다.
- [0303] 커패시터는 열전소자의 제1 열전채널이 제1 상태(1410)인 경우에는 열전소자로부터 전압을 전달받아서 전압을 충전한다.
- [0304] 일례로, 에너지 하베스팅 시스템의 열전소자는 제1 열전채널의 제2 상태(1430)에서 제1 열전채널이 저항채널로 동작함에 따라 전압을 생성하지 않는다.
- [0305] 일반적으로, 커패시터는 열전소자로부터 전압이 전달되지 않음에 따라 기 충전된 전압을 방전하고, 방전된 전압이 열전소자에 역전류로 전달할 수 있다.
- [0306] 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 하베스팅 시스템의 열전소자는 제1 열전채널의 제2 상태(1430)에서 제1 열전채널이 저항채널임에 따라 역전류를 차단하는 열 스위치로 동작할 수 있다.
- [0307] 다시 말해, 제1 열전채널은 특정 온도 이상인 경우에는 전압을 생성하고, 생성된 전압이 커패시터로 전달되도록 열전소자와 커패시터 간을 연결하거나 특정 온도 이하인 경우에는 커패시터로부터 열전소자로 전류가 전달되지 않도록 차단하는 열 스위치로 동작할 수 있다.
- [0308] 따라서, 본 발명은 4차 산업 및 웨어러블 디바이스에 적용되어 다양한 사회 및 문화적 혁신 창출이 가능함에 따라 에너지 위기 극복에 일조하는 에너지 하베스팅 시스템을 제공할 수 있다.
- [0310] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.
- [0311] 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 상술한 실시 예들이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.
- [0312] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.
- [0313] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

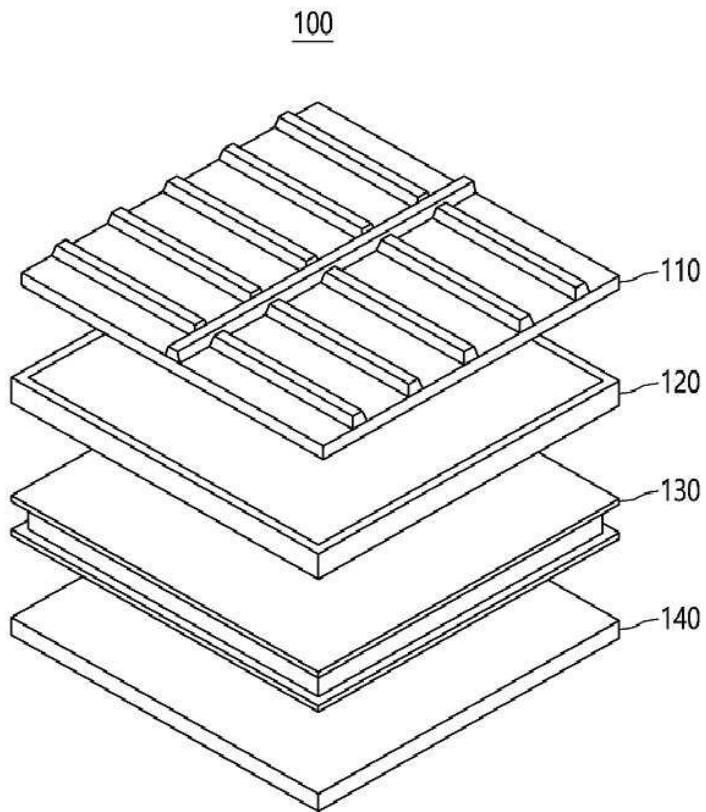
부호의 설명

- [0314] 100: 에너지 하베스팅 시스템 110: 태양전지

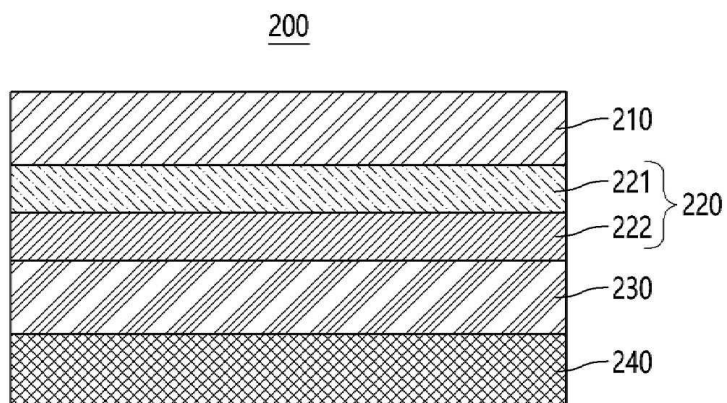
120: 인터페이스층 130: 열전소자
140: 냉각층

도면

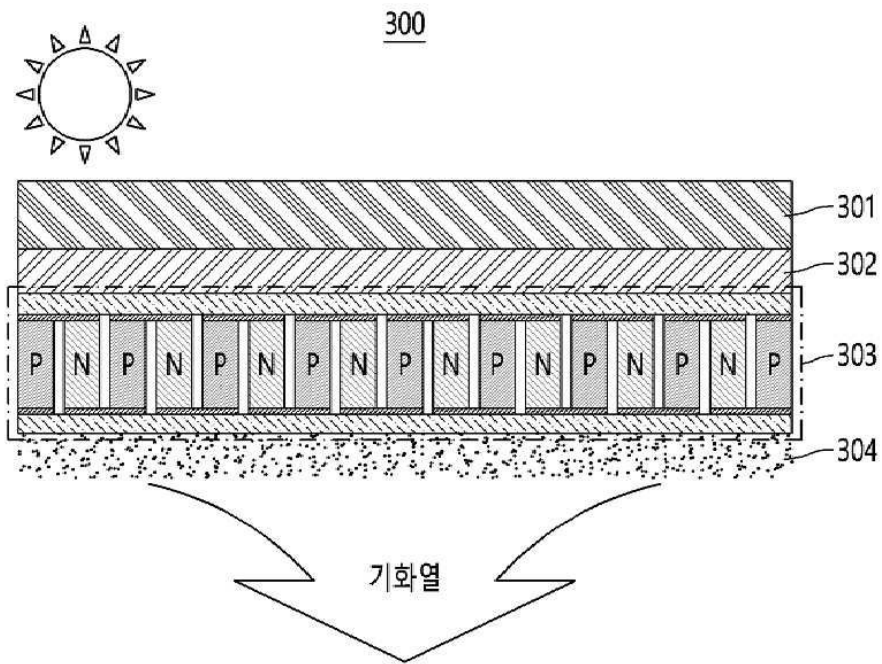
도면1



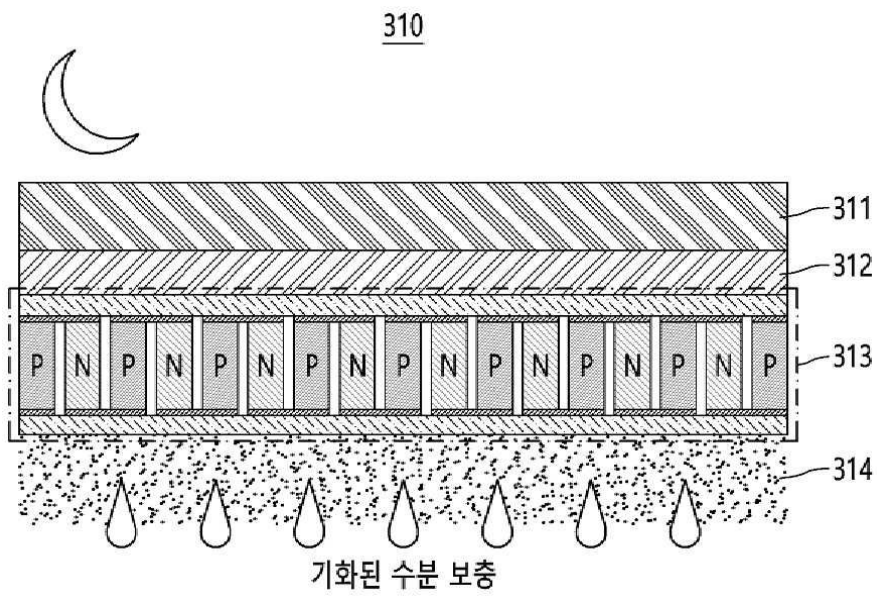
도면2



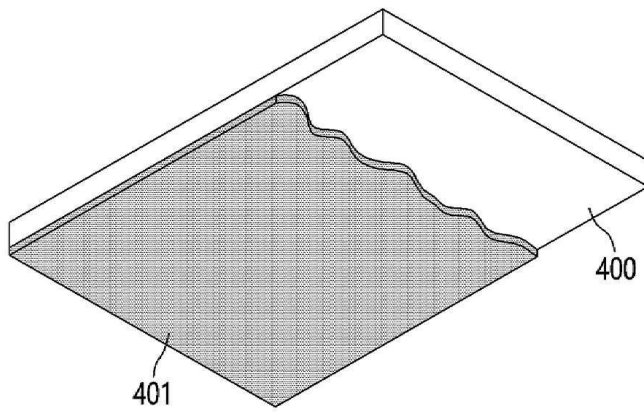
도면3a



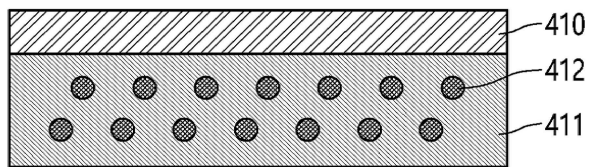
도면3b



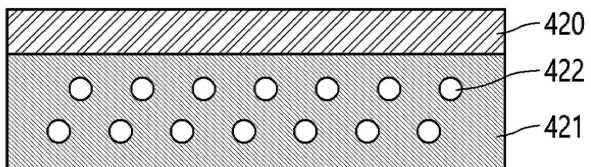
도면4a



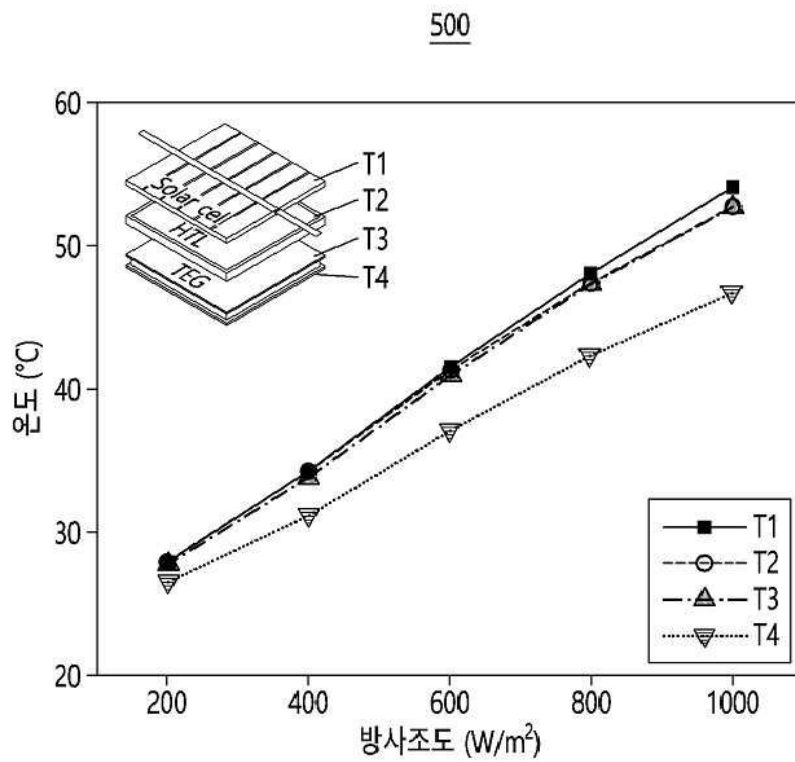
도면4b



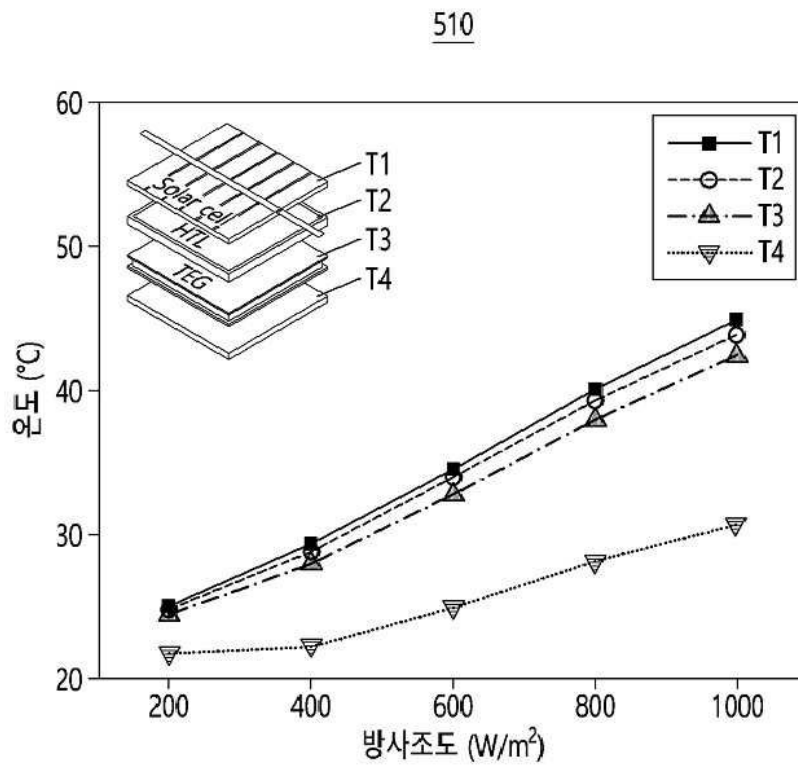
도면4c



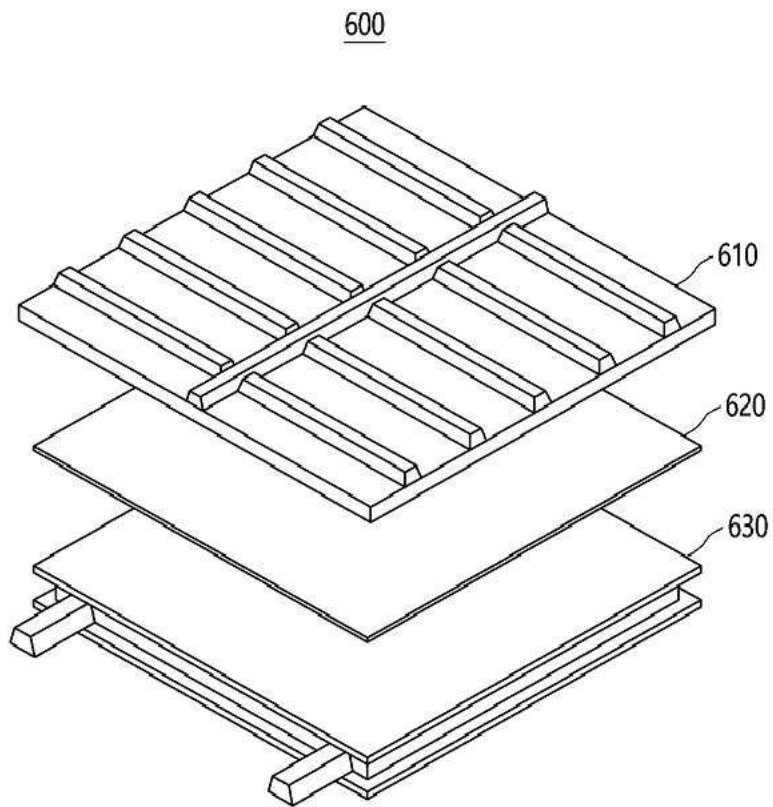
도면5a



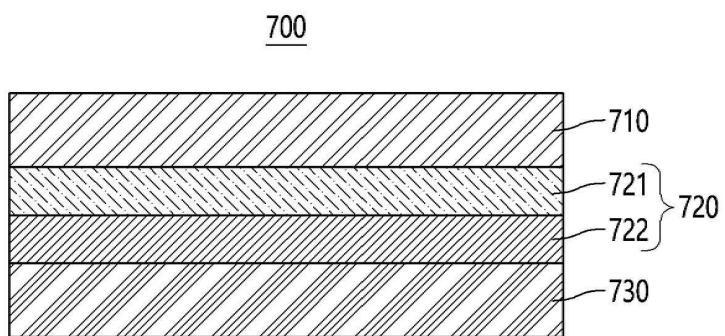
도면5b



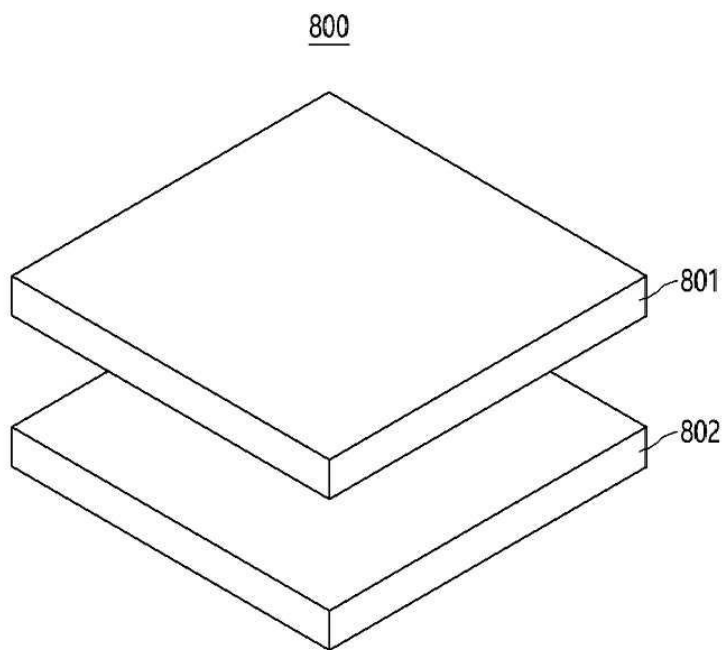
도면6



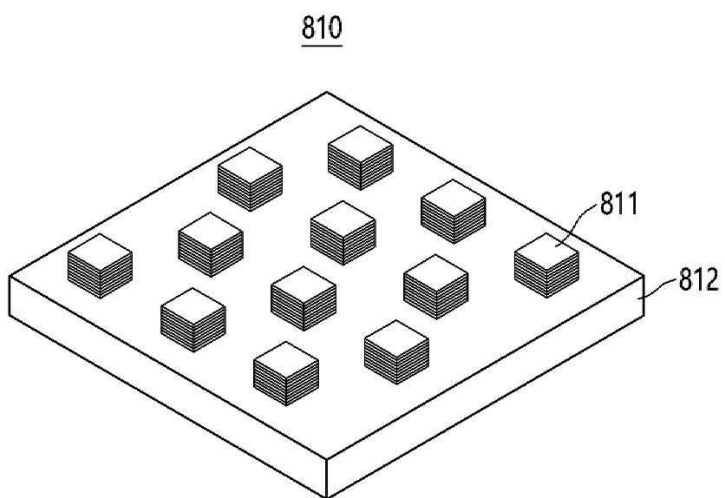
도면7



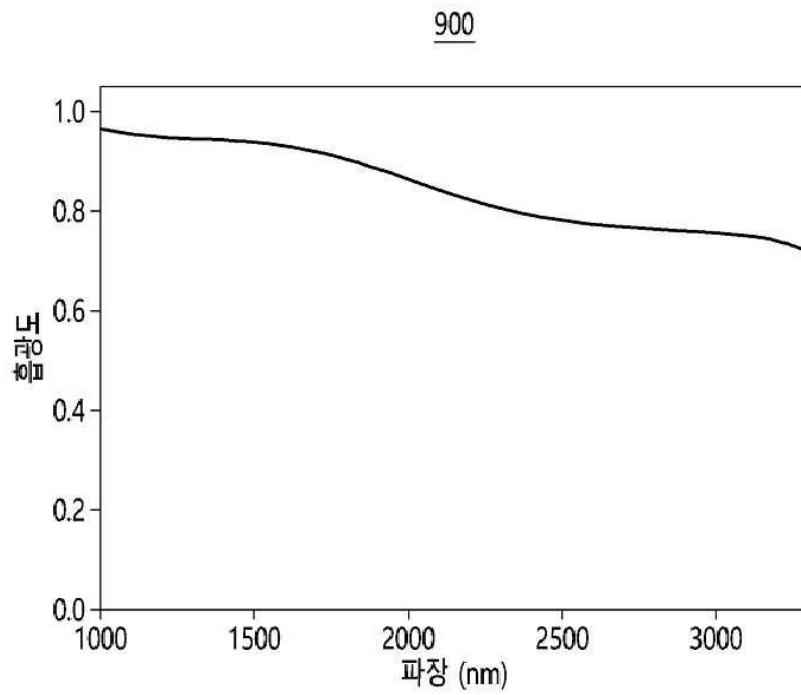
도면 8a



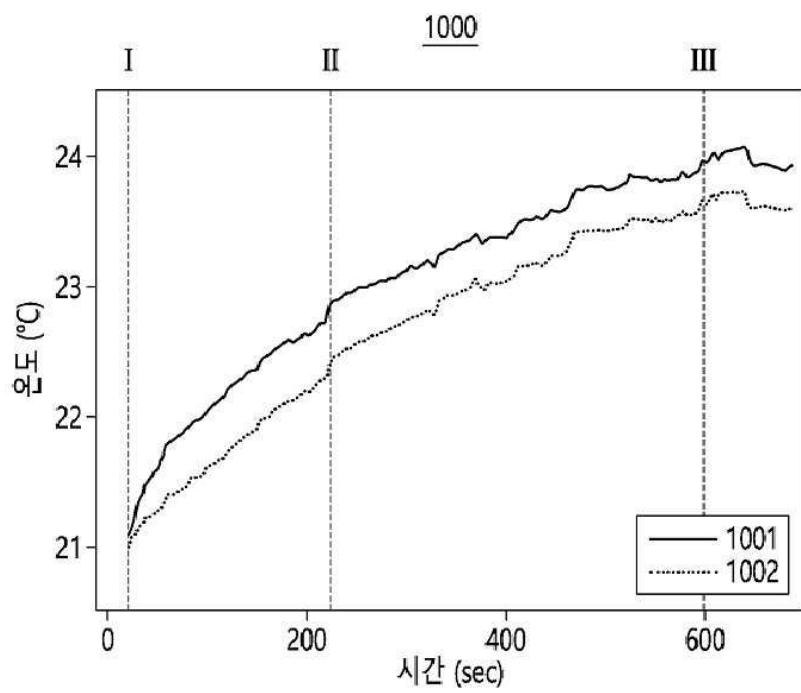
도면 8b



도면9

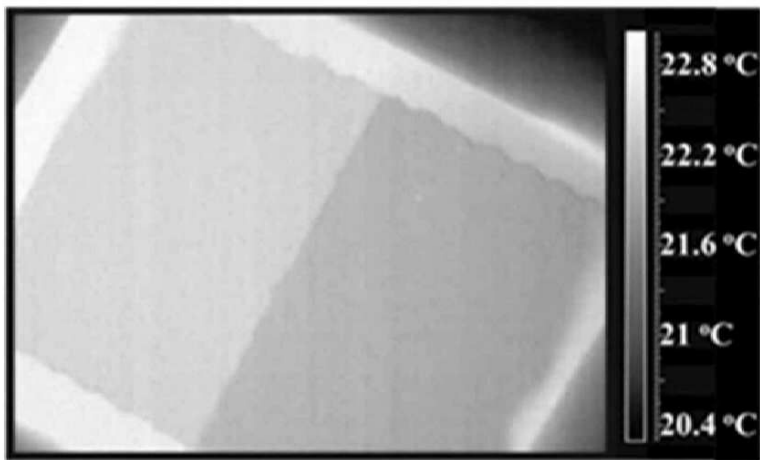


도면10a

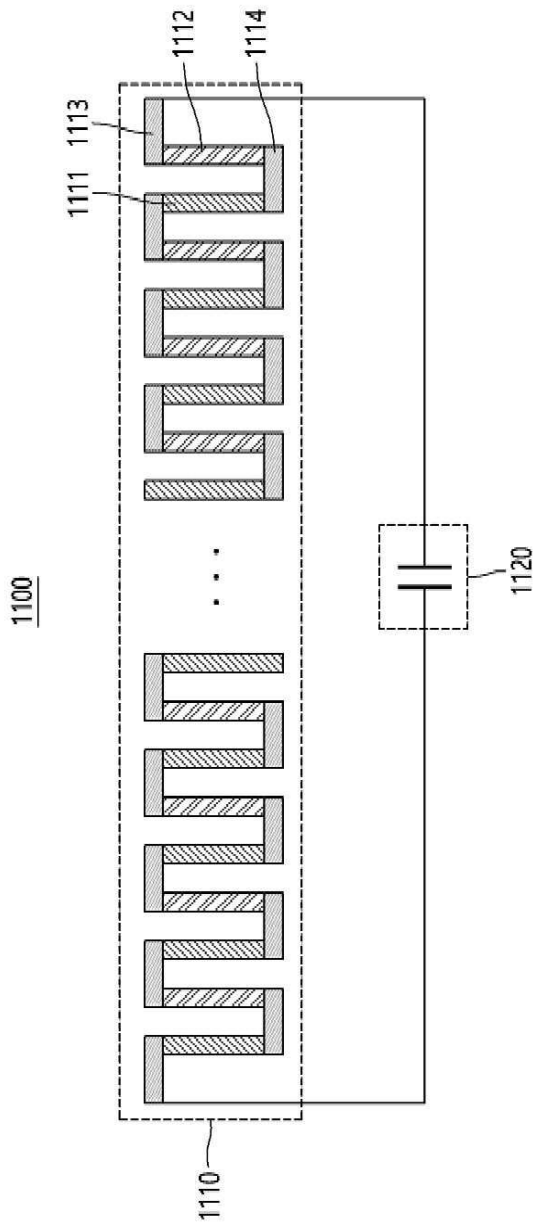


도면10b

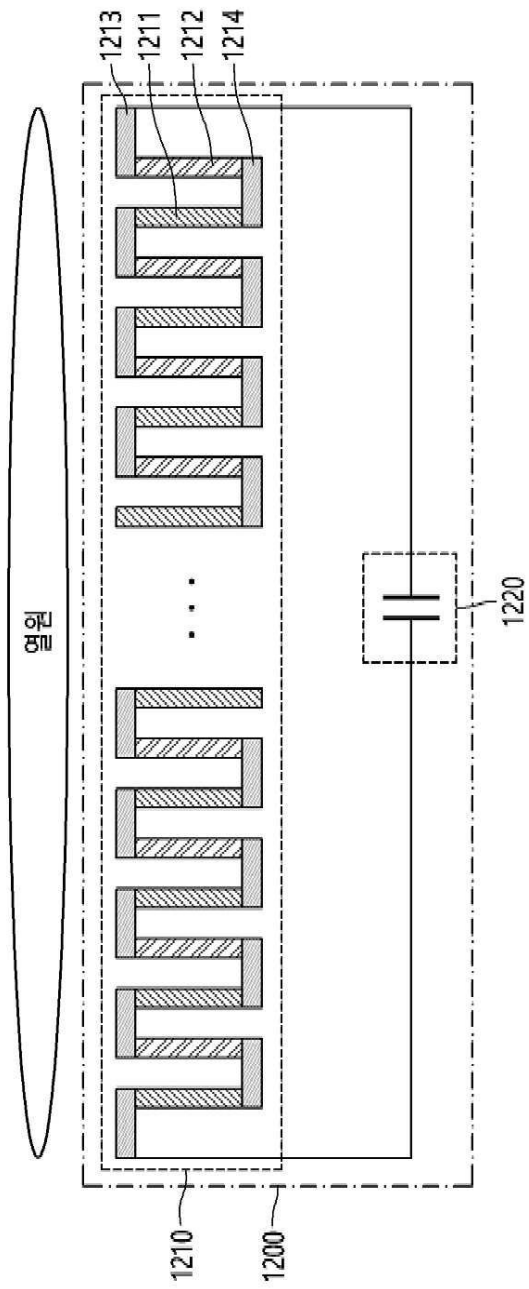
1010



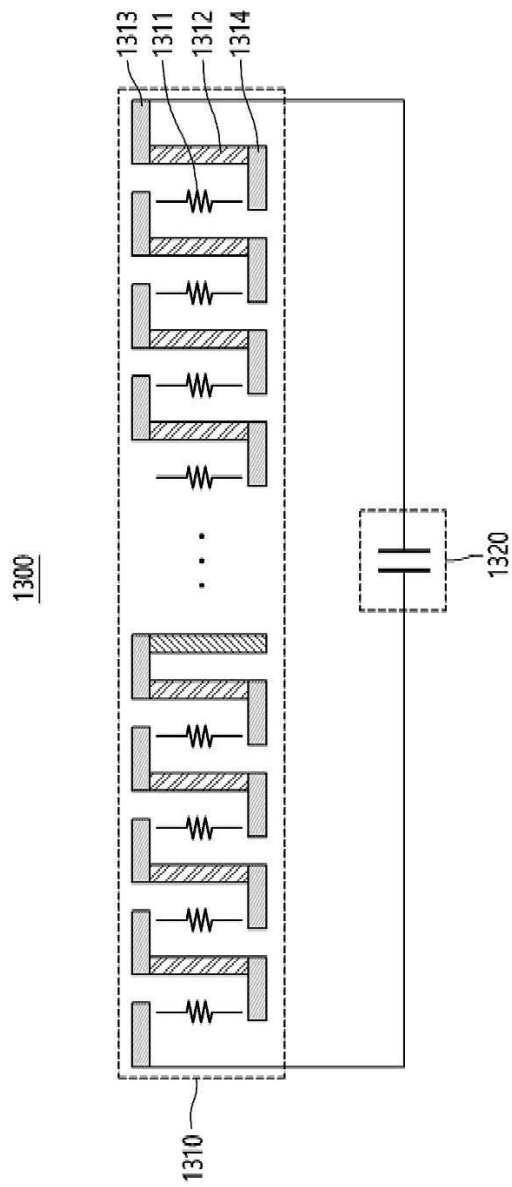
도면11



도면12



도면13



도면14

