



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0100231
(43) 공개일자 2022년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 11/00 (2006.01) H01G 4/008 (2006.01)
H01L 35/16 (2006.01) H01L 35/18 (2006.01)
H01L 35/20 (2006.01) H01L 35/28 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 11/002 (2013.01)
H01G 4/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0002414

(22) 출원일자 2021년01월08일
심사청구일자 2021년01월08일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김상식

서울특별시 강남구 남부순환로 2803, 105동 1901호(도곡동, 삼성래미안아파트)

조경아

서울특별시 광진구 천호대로110길 72(능동)

박윤범

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

(74) 대리인

김연권

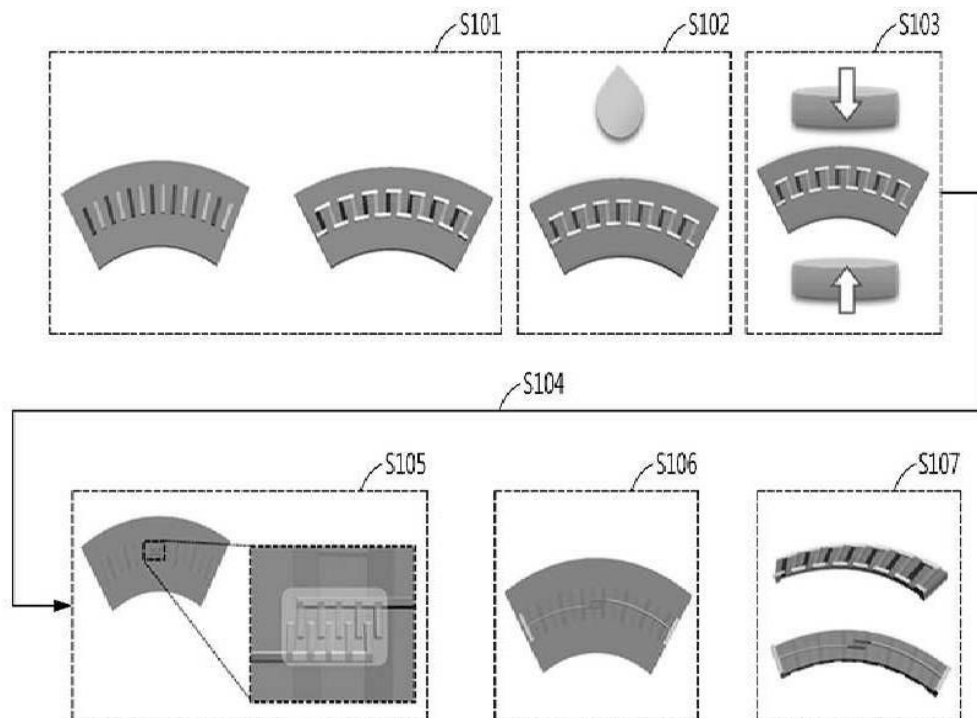
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템

(57) 요약

본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부를 기관을 중심으로 각면에 포함하는 양면 올인원 에너지 장치가 복수로 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 (뒷면에 계속)

대표도



지 수확부의 열전 성능이 향상되면서, 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층되어 손실 없이 전기 에너지를 생성 및 저장하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기관의 일 측면에 전극 패턴으로 형성되고, 제1 측면과 제2 측면 사이의 온도 차이에 기반한 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하는 에너지 수확부 및 상기 기관의 다른 측면에 형성되고, 상기 전극 패턴에 기반하여 상기 에너지 수확부와 선택적으로 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 에너지 저장부를 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 복수로 포함하고, 상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 수직으로 적층되어 상호 직렬 연결될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 35/16 (2013.01)

H01L 35/18 (2013.01)

H01L 35/20 (2013.01)

H01L 35/28 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711114560

과제번호 2017M1A2A2087323

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기초·원천기술개발사업

연구과제명 태양전지·열전 융합소자의 효율 향상을 위한 interface 물질 개발 및 융합소자 구

조 설계 최적화 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교

연구기간 2020.01.20 ~ 2021.01.19

명세서

청구범위

청구항 1

기판의 일 측면에 전극 패턴으로 형성되고, 제1 측면과 제2 측면 사이의 온도 차이에 기반한 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하는 에너지 수확부 및 상기 기판의 다른 측면에 형성되고, 상기 전극 패턴에 기반하여 상기 에너지 수확부와 선택적으로 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 에너지 저장부를 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 복수로 포함하고,

상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 수직으로 적층되어 상호 직렬 연결되는 것을 특징으로 하는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 상기 제1 측면과 상기 제2 측면이 수직을 이루도록 적층되고, 상기 제1 측면과 상기 제2 측면 중 어느 하나의 측면에서 금속 전극이 상호 직렬 연결되도록 상기 전극 패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 에너지 수확부는 n형 열전 소재와 p형 열전 소재 및 금속 전극으로 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 n형 열전 소재와 p형 열전 소재는 열전 채널을 포함하는 복수의 모듈로 형성되고,

상기 복수의 모듈 각각은 n형 열전 필름과 p형 열전 필름을 포함하며,

상기 금속 전극은 상기 열전 채널의 양단에 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 에너지 수확부는 기계적 프레스에 의해 상기 n형 열전 필름과 상기 p형 열전 필름이 상기 금속 전극과 접촉이 밀착됨에 따라 상기 복수의 모듈과 상기 금속 전극 사이의 저항이 감소하고, 전도도가 증가하도록 제어되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 n형 열전 소재는 $\text{Bi}_2\text{Se}_{0.3}\text{Te}_{2.7}$, Ag_2Se , HgSe , Ti_2C_3 , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, PbTe , CoSb_3 , SiGe 및 ZnO 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 p형 열전 소재는 $\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{1.7}\text{Te}_3$, Ag_2Te , HgTe , Mo_2C , $\text{CeFe}_4\text{Sb}_{12}$, Sb_2Te_3 및 Cu_2O 중 적어도 하나를 포함하며,

상기 금속 전극은 알루미늄(Al), 금(Au), 티타늄(Ti), 구리(Cu) 및 텅스텐(W) 중 적어도 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 에너지 저장부는 rGO(reduced graphene oxide), CNT(carbon nanotube), Graphene, TiO_2 , ZnO, MnO_2 및 Ti_3C_2 중 적어도 하나로 형성된 커패시터 전극 및 알루미늄(Al), 금(Au), 티타늄(Ti) 및 구리(Cu) 중 적어도 하나로 형성된 전류 수집 전극으로 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 커패시터 전극과 상기 전류 수집 전극은 연결되어 미세 전극(microelectrode)으로 형성되고,

상기 전류 수집 전극은 상기 기관의 양 단으로 확장 형성되는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전극 패턴은 상기 에너지 저장부에서 상기 전류 수집 전극이 상기 기관의 양 단으로 확장형성됨에 따라 상기 에너지 수확부와 상기 에너지 저장부를 전기적으로 연결하거나 단락시키는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전극 패턴은 상기 에너지 저장부가 방전할 시, 상기 에너지 수확부와 상기 에너지 저장부를 단락 시킴에 따라 상기 에너지 저장부로부터 상기 에너지 수확부로 전류가 역류하는 역전류를 방지하는 것을 특징으로 하는

통합형 양면 올인원 에너지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부를 기관을 중심으로 각면에 포함하는 양면 올인원 에너지 장치가 복수로 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 분리되어 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 수확부의 열전 성능이 향상되면서, 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층되어 손실 없이 전기 에너지를 생성 및 저장하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 에너지 수확 장치와 에너지 저장 장치로 구성된 올인원 에너지 시스템은 웨어러블 자체 구동 장치 및 시스템 분야에서 많은 관심을 받고 있다.

[0003] 올인원 에너지 시스템은 에너지 수확 장치와 에너지 저장 장치의 다양한 조합에서 연구되고있다.

[0004] 그중 열전 발전기(thermoelectric generator, TEG)와 마이크로 슈퍼 커패시터(micro super capacitor, MSC)의

조합은 압전 및 마찰 발전기에 비해 열전 발전기가 마이크로 슈퍼 커패시터에 쉽게 저장되는 직류 전기를 생성하기 때문에 유망하다고 볼 수 있다.

[0005] 예를 들어, 에너지 수확 장치는 열전 발전기에 해당하고, 에너지 저장 장치는 마이크로 슈퍼 커패시터에 해당될 수 있다.

[0006] 최근에는 측면 열전 발전기와 마이크로 슈퍼 커패시터로 구성된 올인원 에너지 시스템이 체온과 태양열 에너지를 사용하는 장치에 적용 할 수 있음이 확인되고 있다.

[0007] 그럼에도 불구하고 올인원 에너지 시스템은 측면 열전 발전기와 마이크로 슈퍼 커패시터가 동일 평면에 위치하는 구조로, 손실없이 마이크로 슈퍼 커패시터에 전기 에너지를 저장하는 데 어려움이 있기 때문에 구조 설계 측면에서 개발이 요구되고 있다.

[0008] 일체형 에너지 시스템의 경우, 에너지 수확 장치에서 생성된 에너지가 더 이상 유입되지 않더라도 에너지 수확 장치에서 생성된 전기 에너지를 에너지 저장 장치에 보존하는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

[0009] 또한, 에너지 저장 장치의 전위가 에너지 수확 장치의 전위보다 높을 때 역전류가 에너지 저장 장치에서 에너지 수확 장치로 흐르게 되는데, 동일 평면 TEGs-MSC 시스템의 경우 역전류가 열전 발전기에서 펠티에(Peltier) 효과를 유발하여 마이크로 슈퍼 커패시터의 전기 에너지 손실이 발생할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2018-0049768호, "에너지 수확 장치"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2058613호, "에너지 하베스팅 소자를 이용한 휴대 기기의 충전 장치 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부를 기판을 중심으로 각면에 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층 형성됨에 따라 에너지 수확부의 고온 전극과 저온 전극 사이의 온도 차이를 증가시켜 열전 효율을 향상시키고, 전기 에너지 생성 효율 및 생성 크기도 증가된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부가 기판을 중심으로 분리됨에 따라 에너지 저장부로부터 에너지 수확부로 전달될 수 있는 역전류를 차단하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명은 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 수확부의 열전 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[0015] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층되어 손실 없이 전기 에너지를 생성 및 저장함에 따라 에너지 수확 및 저장 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[0016] 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부를 분리하여 에너지 저장부에 저장된 전기 에너지를 보존하는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0017] 본 발명은 사람의 신체의 일 부분에 부착되어 신체의 열에너지로부터 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하고, 생성된 전기 에너지를 에너지 저장부에 저장하여 에너지 저장부가 강제로 방전되기 이전까지는 에너지를 손실 없이 저장하는 것을 목적으로 한다.

[0018] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 웨어러블 장치에 적용하여 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급하는 것을 목적으로 한다.

[0019] 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치가 플렉시블(flexible)한 형태로 형성되어 다양한 웨어러블 장치에 적용 가능함에 따라 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 일실시예에 따른 통합형 양면 올인원 에너지 시스템은 기관의 일 측면에 전극 패턴으로 형성되고, 제1 측면과 제2 측면 사이의 온도 차이에 기반한 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하는 에너지 수확부 및 상기 기관의 다른 측면에 형성되고, 상기 전극 패턴에 기반하여 상기 에너지 수확부와 선택적으로 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 에너지 저장부를 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 복수로 포함하고, 상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 수직으로 적층되어 상호 직렬 연결될 수 있다.

[0021] 상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 상기 제1 측면과 상기 제2 측면이 수직을 이루도록 적층되고, 상기 제1 측면과 상기 제2 측면 중 어느 하나의 측면에서 금속 전극이 상호 직렬 연결되도록 상기 전극 패턴이 형성될 수 있다.

[0022] 상기 에너지 수확부는 n형 열전 소재와 p형 열전 소재 및 금속 전극으로 형성될 수 있다.

[0023] 상기 n형 열전 소재와 p형 열전 소재는 열전 채널을 포함하는 복수의 모듈로 형성되고, 상기 복수의 모듈 각각은 n형 열전 필름과 p형 열전 필름을 포함하며, 상기 금속 전극은 상기 열전 채널의 양단에 형성될 수 있다.

[0024] 상기 에너지 수확부는 기계적 프레스에 의해 상기 n형 열전 필름과 상기 p형 열전 필름이 상기 금속 전극과 접촉이 밀착됨에 따라 상기 복수의 모듈과 상기 금속 전극 사이의 저항이 감소하고, 전도도가 증가하도록 제어될 수 있다.

[0025] 상기 n형 열전 소재는 $\text{Bi}_2\text{Se}_{0.3}\text{Te}_{2.7}$, Ag_2Se , HgSe , Ti_2C_3 , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, PbTe , CoSb_3 , SiGe 및 ZnO 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 p형 열전 소재는 $\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{1.7}\text{Te}_3$, Ag_2Te , HgTe , Mo_2C , $\text{CeFe}_4\text{Sb}_{12}$, Sb_2Te_3 및 Cu_2O 중 적어도 하나를 포함하며, 상기 금속 전극은 알루미늄(Al), 금(Au), 티타늄(Ti), 구리(Cu) 및 텅스텐(W) 중 적어도 하나로 형성될 수 있다. 상기 에너지 저장부는 rGO(reduced graphene oxide), CNT(carbon nanotube), Graphene, TiO_2 , ZnO , MnO_2 및 Ti_3C_2 중 적어도 하나로 형성된 커패시터 전극 및 알루미늄(Al), 금(Au), 티타늄(Ti) 및 구리(Cu) 중 적어도 하나로 형성된 전류 수집 전극으로 형성될 수 있다.

[0026] 상기 커패시터 전극과 상기 전류 수집 전극은 연결되어 미세 전극(microelectrode)으로 형성되고, 상기 전류 수집 전극은 상기 기관의 양 단으로 확장 형성될 수 있다.

[0027] 상기 전극 패턴은 상기 에너지 저장부에서 상기 전류 수집 전극이 상기 기관의 양 단으로 확장형성됨에 따라 상기 에너지 수확부와 상기 에너지 저장부를 전기적으로 연결하거나 단락시킬 수 있다.

[0028] 상기 전극 패턴은 상기 에너지 저장부가 방전할 시, 상기 에너지 수확부와 상기 에너지 저장부를 단락 시킴에 따라 상기 에너지 저장부로부터 상기 에너지 수확부로 전류가 역류하는 역전류를 방지할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부를 기관을 중심으로 각면에 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공할 수 있다.

[0030] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층 형성됨에 따라 에너지 수확부의 고온 전극과 저온 전극 사이의 온도 차이를 증가시켜 열전 효율을 향상시키고, 전기 에너지 생성 효율 및 생성 크기도 증가된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공할 수 있다.

[0031] 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부가 기관을 중심으로 분리됨에 따라 에너지 저장부로부터 에너지 수확부로 전달될 수 있는 역전류를 차단하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공할 수 있다.

[0032] 본 발명은 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 수확부의 열전 성능을 향상시킬 수 있다.

[0033] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층되어 손실 없이 전기 에너지를 생성 및 저장함에 따라 에너지 수확 및 저장 성능을 향상시킬 수 있다.

[0034] 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부를 분리하여 에너지 저장부에 저장된 전

기 에너지를 보존하는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공할 수 있다.

[0035] 본 발명은 사람의 신체의 일 부분에 부착되어 신체의 열에너지로부터 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하고, 생성된 전기 에너지를 에너지 저장부에 저장하여 에너지 저장부가 강제로 방전되기 이전까지는 에너지를 손실 없이 저장할 수 있다.

[0036] 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 웨어러블 장치에 적용하여 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급할 수 있다.

[0037] 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치가 플렉시블(flexible)한 형태로 형성되어 다양한 웨어러블 장치에 적용 가능함에 따라 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 2a는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치를 설명하는 도면이다.

도 2b는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부의 연결과 단락을 설명하는 도면이다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 기계적 프레스에 따른 전기적 특성 변화를 설명하는 도면이다.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 기계적 프레스에 따른 광학 이미지 변화를 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 온도 차이와 연결 및 단락에 따른 전기적 특성 변화를 설명하는 도면이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치를 복수 개로 수직 증착한 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 설명하는 도면이다.

도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 일실시예에 따른 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 이용한 실험 결과를 설명하는 도면이다.

도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부의 연결 및 단락에 따른 전압 변화를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0040] 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.

[0041] 하기에서 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.

[0042] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 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.

[0043] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0044] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0045] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0046] "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.

- [0047] 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.
- [0048] 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.
- [0049] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0050] 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.
- [0051] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.
- [0052] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0053] 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0055] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- [0056] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 에너지 수확부와 에너지 저장부가 기판을 중심으로 서로 다른 측면에 형성되고, 에너지 수확부에 포함되는 전극 패턴에 기반하여 에너지 수확부와 에너지 저장부가 전기적으로 연결되거나 단락되는 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법을 예시한다.
- [0057] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 단계(S101)에서 기판의 일측면에서 스크린 프린팅(screen printing), 어닐링(annealing) 및 열 증착(thermal deposition) 과정을 통해서 에너지 수확부를 형성한다.
- [0058] 보다 구체적으로, 단계(S101)에서 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 n형 열전 소재인 $\text{Bi}_2\text{Se}_{0.3}\text{Te}_{2.7}$, Ag_2Se , HgSe , Ti_2C_3 , $\text{Mo}_2\text{Ti}_2\text{C}_3$, PbTe , CoSb_3 , SiGe 및 ZnO 중 적어도 하나 및 p형 열전 소재인 $\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{1.7}\text{Te}_3$, Ag_2Te , HgTe , Mo_2C , $\text{CeFe}_4\text{Sb}_{12}$, Sb_2Te_3 및 Cu_2O 중 적어도 하나를 사용하여 스크린 프린팅 공정을 수행하고, 스크린 프린팅 공정 후에 어닐링 과정을 수행한 후, 열 증착 과정을 통해 열전 채널의 양쪽 끝에 금속 전극을 형성하여 에너지 수확부를 형성한다.
- [0059] 예를 들어, 에너지 수확부는 에너지 발전부 또는 에너지 발전 소자로 지칭될 수 있으며, 일시시예인 에너지 수확부에 한정되지 않는다.
- [0060] 예를 들어, 열전 채널의 양쪽 끝에 형성된 금속 전극은 고온 전극과 저온 전극으로 구분될 수 있다.
- [0061] 고온 전극은 열원 측에 접촉되는 전극이고, 저온 전극은 공기 또는 열원에 대비하여 상대적으로 낮은 온도를 갖는 물질 측에 접촉되는 전극일 수 있다.
- [0062] 이하, 설명에서 p형 열전 소재, n형 열전 소재 및 금속 전극의 물질을 일부 한정하여 설명하나, 해당 물질에 한정되지 않고, 상술한 물질이 모두 이용될 수 있다.
- [0063] 여기서, 스크린 프린팅 공정은 열전 재료 팔레트를 20 시간 동안 불 밀링하고 용매로 부틸카르비톨아세테이트(Butyl carbitol Acetate)와 바인더로 에틸 셀룰로오스(ethyl cellulose)를 혼합하여 스크린 인쇄용 페이스트를 준비하는 과정과 열전 재료 페이스트를 스크린 인쇄하고 약 80도에서 10분 동안 핫 플레이트에서 건조시키는 과정을 3 회 반복하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0064] 또한, 어닐링 공정은 이산화질소 분위기에서의 용광로에서 약 1시간 동안 280도에서 어닐링하는 과정을 포함할

수 있다.

- [0065] 스크린 프린팅 공정과 어닐링 공정 후에 열전 채널이 형성되는데, 열전 채널의 치수는 길이가 약 1cm이고, 너비가 약 1mm일 수 있다.
- [0066] 여기서, 에너지 수확부에는 7쌍의 pn 모듈과 1 개의 p형 열전 채널이 형성될 수 있으며, p형 열전 채널은 에너지 수확부에 포함되는 복수의 전극 정렬에 활용될 수 있다.
- [0067] 열 증착 과정을 통해 형성되는 금속 전극은 알루미늄(Al)을 이용하여 형성될 수 있으며, p형 열전 채널의 양쪽 끝에 형성될 수 있다. 여기서, 열전 채널의 양쪽 끝은 제1 측면과 제2 측면으로 구분 가능하고, 제1 측면은 열원 측에 해당하는 뜨거운 측면(hot side)에 해당할 수 있고, 제2 측면은 공기 측에 해당하는 차가운 측면(cold side)에 해당될 수 있다.
- [0068] 단계(S102)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 외부의 손상으로부터 에너지 수확부를 보호하기 위해서 무색투명 폴리이미드(colorless polyimide, CPI) 필름을 에너지 수확부 상에 형성한다.
- [0069] 구체적으로, 무색투명 폴리이미드 필름은 CPI 용액을 에너지 수확부 상에서 스핀 코팅하고, 오븐에서 100도로 10분 동안 베이킹(baking)한 후 250도에서 30분 동안 베이킹하여 형성될 수 있다.
- [0070] 단계(S103)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 에너지 수확부에 기계적 프레스(mechanical pressing, MP)를 가하여 에너지 수확부의 형성 단계를 마무리 한다.
- [0071] 일례로, 에너지 수확부는 n형 열전 소재와 p형 열전 소재 및 금속 전극으로 형성되고, n형 열전 소재와 p형 열전 소재는 열전 채널을 포함하는 복수의 모듈로 형성되며, 복수의 모듈 각각은 n형 열전 필름과 p형 열전 필름을 포함하고, 금속 전극은 상기 열전 채널의 양단에 형성될 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 기계적 프레스의 압력은 약 40 MPa일 수 있다.
- [0073] 에너지 수확부는 기계적 프레스에 의해 n형 열전 필름과 p형 열전 필름이 금속 전극과 접촉이 밀착됨에 따라 복수의 모듈과 금속 전극 사이의 저항이 감소하고, 전도도가 증가하도록 제어될 수 있다.
- [0074] 또한, 에너지 수확부는 복수의 모듈과 금속 전극 사이가 압축되어 촘촘하게 형성됨에 따라 전기 전도도가 증가될 수 있다.
- [0075] 단계(S104)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 에너지 수확부가 형성된 면과 다른 면에서 에너지 저장부를 형성하기 위해서 기판을 반대편으로 회전시킬 수 있다.
- [0076] 단계(S105)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 기판의 다른 측면에서 리소그래피(lithography), 스핀 코팅(spin coating) 및 열 증착 공정을 통해서 에너지 저장부를 형성한다.
- [0077] 구체적으로, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 rGO(reduced graphene oxide), CNT(carbon nanotube), Graphene, TiO_2 , ZnO, MnO_2 및 Ti_3C_2 중 적어도 하나로 형성된 커패시터 전극 및 알루미늄(Al), 금(Au), 티타늄(Ti) 및 구리(Cu) 중 적어도 하나로 형성된 전류 수집 전극을 이용하여 일정한 패턴을 갖는 전극 패턴의 형태로 에너지 저장부를 형성한다.
- [0078] 이하, 설명에서 커패시터 전극 및 전류 수집 전극의 물질을 일부 한정하여 설명하나, 해당 물질에 한정되지 않고, 상술한 물질이 모두 이용될 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 에너지 저장부는 저장 소자, 저장부 및 에너지 저장 소자로 지칭될 수 있으며, 일시시예인 에너지 저장부에 한정되지 않는다.
- [0080] 일례로, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 커패시터 전극으로써, rGO / CNT 전극을 제작하기 위해 에탄올 1ml에 녹인 TiO_2 분말 3mg을 GO(graphene oxide) 분산액 7.5ml와 혼합 한 후 9mg의 CNT 분말을 분산시켜 전기 전도도를 높인다.
- [0081] 또한, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 혼합물에 6 시간 동안 자외선을 조사하여 GO를 rGO로 전환시켰다.
- [0082] 또한, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 rGO / CNT 분산액을 전류 수집 전극에 코팅한 다음 rGO / CNT 필

를 위에 H_3PO_4 -PVA 전해질 코팅을 하였다.

- [0083] 그 후, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 80도에서 열처리를 진행하여 전해질 막을 건조시키고 에너지 저장부의 성능에 악영향을 미치는 소레(Soret) 효과를 억제 하였다.
- [0084] 또한, rGO 전극과 CNT 전극은 상호 맞물리는 형태로 상호 연결되는 구조의 미세 전극으로 형성될 수 있다.
- [0085] 단계(S106)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 전극을 확장한다.
- [0086] 즉, 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 열 증착된 에너지 저장부의 전류 수집 전극이 에너지 수확부와 에너지 저장부의 연결 또는 분리를 사용하기 위해 기관의 양쪽 끝으로 확장한다.
- [0087] 단계(S107)에서 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법은 에너지 저장부의 전극이 둥근 모양의 히터 및 사람의 팔과 같은 열원과 직접 접촉하는 아크 모양으로 기관을 절단한다. 예를 들어, 기관은 플렉서블 기관일 수 있다.
- [0088] 상술한 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법에 따라 제조된 양면 올인원 에너지 장치는 에너지 수확부와 에너지 저장부를 포함하고 있다.
- [0089] 에너지 수확부는 기관의 일 측면에 전극 패턴으로 형성되고, 제1 측면과 제2 측면 사이의 온도 차이에 기반한 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성할 수 있다.
- [0090] 한편, 에너지 저장부는 기관의 다른 측면에 형성되고, 상기 전극 패턴에 기반하여 상기 에너지 수확부와 선택적으로 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장할 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 전극 패턴은 에너지 저장부에서 전류 수집 전극이 기관의 양 단으로 확장형성됨에 따라 에너지 수확부와 에너지 저장부를 전기적으로 연결하거나 단락시킬 수 있다.
- [0092] 구체적으로, 전극 패턴은 기관의 수직 방향으로 열전 채널이 형성되고, 기관의 수평 방향으로 열전 채널의 양단에 금속 전극이 형성되는 패턴을 포함한다.
- [0093] 한편, 에너지 저장부에서는 전류 수집 전극이 기관의 양단으로 확장 형성되는데, 양단의 전부분에서 확장 형성된다.
- [0094] 즉, 여기서, 금속 전극이 기관의 수직 방향으로 나눌 시, 일 부분에만 형성되는 전극 패턴과 전류 수집 전극이 기관의 수직 방향 전체로 확장형성됨에 따라 선택적으로 금속 전극과 전류 수집 전극이 연결될 수 있다.
- [0095] 따라서, 전극 패턴의 열전 채널의 양단에 형성된 금속 전극과 전류 수집 전극이 연결되면 에너지 수확부와 에너지 저장부는 연결되고, 전극 패턴 상 열전 채널이 형성되지 않은 곳과 전류 수집 전극이 연결되면 에너지 수확부와 에너지 저장부는 단락된다.
- [0096] 따라서, 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부를 기관을 중심으로 각면에 포함하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공할 수 있다.
- [0097] 더하여, 본 발명은 에너지 수확부와 에너지 저장부가 기관을 중심으로 분리됨에 따라 에너지 저장부로부터 에너지 수확부로 전달될 수 있는 역전류를 차단하는 양면 올인원 에너지 장치를 제공할 수 있다.
- [0098] 또한, 본 발명은 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 수확부의 열전 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0099] 본 발명의 일실시예에 따르면 양면 올인원 에너지 장치의 제조 방법에 따라 제조된 양면 올인원 에너지 장치는 복수가 수직으로 적층되어 상호 직렬연결되어 통합형 양면 올인원 에너지 시스템으로 형성될 수 있다.
- [0100] 일례로, 상기 복수의 양면 올인원 에너지 장치는 제1 측면과 제2 측면이 수직을 이루도록 적층되고, 제1 측면과 제2 측면 중 어느 하나의 측면에서 금속 전극이 상호 직렬 연결되도록 전극 패턴이 형성될 수 있다.
- [0101] 예를 들어, 제1 측면은 열원 측에 해당하는 뜨거운 측면(hot side)에 해당될 수 있고, 제2 측면은 공기 측에 해당하는 차가운 측면(cold side)에 해당될 수 있다.
- [0103] 도 2a는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치를 설명하는 도면이다.

- [0104] 도 2a는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 이미지를 예시한다.
- [0105] 도 2a를 참고하면, 이미지(200)는 양면 올인원 에너지 장치의 에너지 수확부 측면을 나타낼 수 있고, 이미지(210)는 양면 올인원 에너지 장치의 에너지 저장부 측면을 나타낼 수 있다.
- [0106] 예를 들어, 에너지 수확부는 TEG(thermoelectric generator)로 지칭될 수 있고, 에너지 저장부는 MSC(micro super capacitor)로 지칭될 수 있다.
- [0107] 이미지(200)와 이미지(210)를 참고하면 기관의 투명성으로 인해 각면에서 에너지 수확부와 에너지 저장부를 확인할 수 있고, 에너지 수확부에는 전극 패턴이 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0108] 이미지(210)에서 구형과의 패턴은 투명한 기관에 비취지는 에너지 수확부의 패턴을 나타낼 수 있다.
- [0109] 한편, 이미지(210)에서는 전류 수집 전극이 기관의 양단으로 확장 형성되어 있는 구조를 명확하게 나타내고 있다.
- [0111] 도 2b는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부의 연결과 단락을 설명하는 도면이다.
- [0112] 도 2b는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부가 상호 연결되거나 단락되었을 때의 이미지를 예시한다.
- [0113] 도 2b를 참고하면, 이미지(220)는 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부가 연결된 상태를 나타낼 수 있고, 이미지(230)는 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부가 단락된 상태를 나타낼 수 있다.
- [0114] 에너지 수확부와 에너지 저장부로 충전되는 열전 전압을 생성 할 때 평평한 악어 클립은 에너지 수확부의 전극(기관의 상단 또는 하단에 위치)과 에너지 저장부의 확장된 전류 수집부에 결합될 수 있다.
- [0115] 에너지 수확부에서 에너지 저장부로 충전이 완료된 후, 에너지 수확부와 에너지 저장부는 에너지 저장부의 확장된 전류 수집 전극에만 결합된 평평한 악어 클립을 분리하여 분리될 수 있다. 예를 들어, 전류 수집 전극은 에너지 저장부의 기관 중앙에 위치할 수 있다.
- [0116] 즉, 에너지 수확부의 채널 끝은 기관의 양 단에서 일 부분에만 위치하고, 에너지 저장부의 전류 수집 전극은 기관의 양 단에서 전 부분에 위치할 수 있다.
- [0117] 따라서, 평평한 악어 클립이 양면 올인원 에너지 장치가 형성된 기관의 양단 중앙에 위치할 경우, 에너지 수확부와 에너지 저장부는 단락되고, 기관의 양단 모서리에 위치할 경우, 에너지 수확부와 에너지 저장부는 연결된다.
- [0118] 한편, 기관의 양단 모서리에는 에너지 수확부의 전극 패턴 상의 열전 채널에 형성된 금속 전극이 위치할 수 있다.
- [0120] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 기계적 프레스에 따른 전기적 특성 변화를 설명하는 도면이다.
- [0121] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 수확부의 전류 및 전압 특성과 기계적 프레스에 따른 제백(seebeck) 전압 효과를 예시한다.
- [0122] 도 3a 내지 도 3d를 참고하면, 에너지 수확부를 형성하는 과정에서 기계적 프레스가 수행된 후, 제백 전압과 n형 열전 필름과 p형 열전 필름 모두에 흐르는 전류가 증가하여 에너지 수확부의 열전 특성이 향상됨을 예시한다.
- [0123] 구체적으로, 도 3a의 그래프(300)는 n형 열전 필름의 전류 및 전압 특성을 나타내고, 도 3b의 그래프(310)는 p형 열전 필름의 전류 및 전압 특성을 나타낸다.
- [0124] 또한, 도 3c의 그래프(320)는 n형 열전 필름의 제백 전압을 나타내고, 도 3d의 그래프(330)는 p형 열전 필름의 제백 전압을 나타낼 수 있다.

- [0125] 예를 들어, 제백 전압은 에너지 수확부의 고온 전극과 저온 전극 사이의 온도 차이에 의해 형성될 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 고온 전극은 열원에 접촉되는 전극이고 저온 전극은 상온에 노출된 전극일 수 있다.
- [0127] 도 3a의 그래프(300)와 도 3b의 그래프(310)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 수확부는 기계 프레스 이전(Before MP)과 기계 프레스 이후(After MP)를 비교할 시, n형 및 p형 열전 필름의 전류 및 전압 특성이 향상되었다.
- [0128] 또한, 도 3c의 그래프(320)와 도 3d의 그래프(330)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 에너지 수확부는 기계 프레스 이전(Before MP)과 기계 프레스 이후(After MP)를 비교할 시, 온도 차이(ΔT)에 따른 n형 및 p형 열전 필름의 제백 전압이 증가되었다.
- [0129] 따라서, 본 발명은 양면 각각에 에너지 수확부와 에너지 저장부가 위치하고, 기계적 프레스에 의해 에너지 수확부와 에너지 저장부의 접촉 저항이 줄어들어서 에너지 수확부의 열전 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0131] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 기계적 프레스에 따른 광학 이미지 변화를 설명하는 도면이다.
- [0132] 구체적으로, 도 4a 내지 도 4d는 기계적 프레스 처리 전 후에 광학 프로파일러로 촬영 한 광학 이미지와 n형 및 p형 열전 필름을 사용한 에너지 수확부의 전자 현미경 이미지를 예시한다.
- [0133] 도 4a의 이미지(400) 및 도 4b의 이미지(410)를 참고하면, 기계적 프레스 처리 전에 n형 및 p형 열전 필름의 표면 거칠기 값은 각각 2.6 및 2.9 μm 로 계산될 수 있다.
- [0134] 도 4c의 이미지(420) 및 도 4d의 이미지(430)를 참고하면, 기계적 프레스 처리 후 n형 및 p형 열전 필름의 표면 거칠기 값은 각각 1.6 및 1.7 μm 로 계산될 수 있다.
- [0135] 즉, 전자 현미경 이미지에서 볼 수 있듯이 기계적 프레스가 매끄러운 표면을 형성하도록 지원할 수 있다.
- [0136] 한편, 하기 표 1은 ZT가 성능 지수 ($S^2 \sigma T / K$, S : 제백 계수, σ : 전기 전도도, T : 절대 온도, K : 열전도도) 인 열전 필름의 특성에 대한 기계적 프레스 효과를 요약한다.
- [0137] 에너지 수확부의 성능은 열전 재료 자체의 특성뿐만 아니라 열전 재료와 전극 사이의 접촉에 따라 달라질 수 있다.

표 1

[0139]

	n형 열전 필름		p형 열전 필름	
	MP 이전	MP 이후	MP 이전	MP 이후
제백 계수($\mu\text{V/K}$)	-25	-130	37	122
전기 전도도(S/m)	1766	2839	593	1754
열 전도도(W/m · K)	0.48	0.75	0.52	0.68
ZT	6.9×10^{-4}	2.0×10^{-2}	4.7×10^{-4}	1.2×10^{-2}
거칠기(μm)	2.6	1.6	2.9	1.7
두께(μm)	37	34	45	41
밀도(g/cm^3)	11.1	12.1	8.2	9.0

[0140] 표 1에서 열전 전도도, 두께 및 밀도는 열전 필름 자체에 대한 것이고, 전기 전도도와 거칠기는 열전 필름과 전극 사이의 관계를 포함하고 있다.

[0142] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 온도 차이와 연결 및 단락에 따른 전기적 특성 변화를 설명하는 도면이다.

[0143] 도 5a의 그래프(500)는 ΔT 의 함수로서 TEG의 제백 전압을 예시하고, 도 5b의 그래프(510)는 다른 전류 밀도에

서 에너지 저장부의 GCD(galvanostatic charge/discharge) 곡선을 나타낼 수 있다.

- [0144] 도 5a의 그래프(500)를 참고하면, 그래프(500)의 기울기에서 에너지 수확부의 제백 계수는 $4.1\text{mV} / \text{K}$ 로 계산될 수 있다.
- [0145] 도 5b의 그래프(510)를 참고하면, 에너지 저장부의 경우 경우 $7.1 \sim 40.3 \mu\text{A} / \text{cm}^2$ 의 전류 밀도에서 GCD 곡선을 나타낼 수 있다.
- [0146] 에너지 저장부의 면적 커패시턴스는 $C = (I / A) \cdot \Delta t / \Delta V$ 를 이용하여 산출될 수 있고, 여기서, I는 인가된 전류를 나타낼 수 있으며, A는 활성 전극의 총 면적을 나타낼 수 있고, Δt 는 방전 시간을 나타낼 수 있으며, ΔV 는 방전 전압을 나타낼 수 있다.
- [0147] 따라서, 에너지 저장부의 최대 면적 커패시턴스는 $7.1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류 밀도에서 $710.0\mu\text{F} / \text{cm}^2$ 일 수 있다.
- [0148] 도 5c의 그래프(520)는 다른 ΔT 로 에너지 수확부와 연결되었을 때 에너지 저장부의 전압을 나타낼 수 있고, 도 5d의 그래프(530)는 에너지 수확부에서 분리된 에너지 저장부의 전압을 나타낼 수 있다.
- [0149] 도 5c의 그래프(520)는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 저장부의 충전 곡선을 보여 주며, 이는 에너지 저장부의 최대 전압이 에너지 수확부에서 발생하는 온도 차이(ΔT)에 따라 달라짐을 나타낼 수 있다.
- [0150] 온도 차이(ΔT)가 발생할 때 제백 전압이 즉시 생성 되더라도 온도 차이(ΔT)가 클 때 최대 제백 전압까지 충전하는데 소요되는 시간이 증가될 수 있다.
- [0151] 온도 차이(ΔT)가 1.3K, 2.1K 및 4.5K 일 때 최대 전압은 각각 4.6mV, 12.2mV 및 27.7mV일 수 있다.
- [0152] 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 저장부의 체적 에너지 밀도 및 전력 밀도는 하기 표 2에 표시된 대로 ΔT 가 4.5K 일 때 각각 $143.7\mu\text{J} / \text{cm}^3$ 및 $718.6\text{mW} / \text{cm}^3$ 로 계산될 수 있다.
- [0153] 표 2는 에너지 수확부에 따른 온도 차이(ΔT)를 갖는 충전된 에너지 저장부의 특성을 예시한다.

표 2

	충전 전압(mV)	방전 시간(s)	면적 용량($\mu\text{F}/\text{cm}^2$)	에너지 밀도($\mu\text{J}/\text{cm}^3$)	파워 밀도(mW/cm^3)
$\Delta T = 1.3\text{K}$	4.6	0.9	563.9	29.8	119.3
$\Delta T = 2.1\text{K}$	12.2	2.4	567.0	63.3	316.4
$\Delta T = 4.5\text{K}$	27.7	5.5	572.3	143.7	718.6

- [0156] 에너지 수확부와 에너지 저장부는 에너지 저장부가 최대 제백 전압으로 충전 될 때 분리될 수 있다.
- [0157] 도 5d의 그래프(530)는 충전된 에너지 저장부가 에너지 수확부에서 분리된 후의 상태를 나타내며, 이는 에너지 저장부가 강제로 방전 될 때까지 에너지 저장부에 저장된 전하량이 일정하게 유지됨을 나타낼 수 있다.
- [0158] 결과적으로, 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치가 전기를 생성하고 에너지 수확부와 에너지 저장부 간의 연결을 설정하거나 분리하여 손실없이 전기를 저장할 수 있다.
- [0160] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치를 복수 개로 수직 증착한 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0161] 도 6a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복수의 양면 올인원 에너지 장치(600)가 PDMS(601)를 접착제로 사용하여 접착되기 전을 예시한다.
- [0162] 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치의 소모성을 조사하기 위해 PDMS(polydimethylsiloxane)를

접착제로 사용하여 3개의 개별 양면 올인원 에너지 장치를 쌓아서 통합형 양면 올인원 에너지 시스템으로 형성될 수 있다.

[0163] 통합형 양면 올인원 에너지 시스템에서는 개별 양면 올인원 에너지 장치의 전선 6 개가 직렬로 연결되어 양면 올인원 에너지 시스템의 특성을 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0164] 도 6b를 참고하면, 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 적층된 구조임을 나타낸다.

[0165] 통합형 양면 올인원 에너지 시스템의 발전 측면(610)은 에너지 수확부의 적층 구조를 나타낼 수 있고, 저장 측면(620)은 에너지 저장부의 적층 구조를 나타낼 수 있다. 도 6c를 참고하면, 통합형 양면 올인원 에너지 시스템(620)의 하면은 열원(heat source)에 접촉되고, 상면은 공기중에 노출되어 상면과 하면의 온도 차이에 의해서 에너지를 수확하여 전기 에너지를 생성하고, 생성된 전기 에너지를 저장할 수 있다. 예를 들어, 열원은 사람의 피부일 수 있다.

[0166] 또한, 통합형 양면 올인원 에너지 시스템(620)의 하면에는 고온 전극들이 배열되어 열원에 접촉되고, 상면에는 저온 전극들이 배열되어 공기중에 노출될 수 있다.

[0167] 따라서, 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층되어 손실 없이 전기 에너지를 생성 및 저장함에 따라 에너지 수확 및 저장 성능을 향상시킬 수 있다.

[0168] 더하여, 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부를 분리하여 에너지 저장부에 저장된 전기 에너지를 보존하는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공할 수 있다.

[0170] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 일실시예에 따른 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 이용한 실험 결과를 설명하는 도면이다.

[0171] 도 7a의 이미지(700)는 본 발명의 일실시예에 따른 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 사람의 신체 중 팔에 부착되어 상부는 공기 대류(air convection)에 노출되고, 하부는 인체 열에 노출되어 온도 차이를 이용한 에너지 하베스팅을 수행하는 환경을 예시한다.

[0172] 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 사람의 신체 중 팔에 부착된 경우와 부착되지 않은 경우를 비교한다.

[0173] 도 7b의 이미지(710)는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 사람의 신체 중 팔에 부착된 경우를 나타낼 수 있고, 도 7b의 이미지(711)는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 사람의 신체 중 팔에 부착되지 않은 경우를 나타낼 수 있다.

[0174] 이미지(710)에서 체온과 주변 온도 사이의 ΔT 를 사용하여 에너지 수확부에서 10.8mV의 전압이 생성됨을 확인할 수 있다.

[0175] 이미지(711)에서 ΔT 가 통합 통합형 양면 올인원 에너지 시스템에서 더 이상 얻지 않기 때문에 전압이 0.4mV가 되는 것을 확인할 수 있다.

[0176] 이미지(711)는 에너지 수확부가 에너지 저장부와 연결된 상황에서 생성된 에너지가 에너지 저장부로 더 이상 유입되지 않을 때 에너지 수확부에서 생성된 전기 에너지가 에너지 저장부에서 보존되지 않음도 나타낼 수 있다.

[0177] 도 7c는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 팔에 착용하면 양면 올인원 에너지 장치의 에너지 수확부는 신체의 열 에너지에서 전기 에너지를 생성하고 에너지 저장부는 전기 에너지를 저장한다.

[0178] 반면, 에너지 수확부가 에너지 저장부와 연결되어있는 동안 양면 올인원 에너지 장치가 팔뚝에서 제거되면 에너지 저장부의 전압이 감소될 수 있다.

[0179] 도 7c의 이미지(720)는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 팔뚝에 착용하고 제거 할 때 열 프로파일 비디오와 에너지 저장부의 전압을 캡처한 이미지를 예시한다.

[0180] 도 7c의 이미지(721)는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 세 번 착용하고 제거했을 때 캡처된 이미지 예시한다.

[0181] 따라서, 본 발명은 사람의 신체의 일 부분에 부착되어 신체의 열에너지로부터 에너지를 수확하여 전기 에너지를

생성하고, 생성된 전기 에너지를 에너지 저장부에 저장하여 에너지 저장부가 강제로 방전되기 이전까지는 에너지를 손실 없이 저장할 수 있다.

- [0183] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 양면 올인원 에너지 장치에서 에너지 수확부와 에너지 저장부의 연결 및 단락에 따른 전압 변화를 설명하는 도면이다.
- [0184] 도 8a의 그래프(800) 및 도 8b의 그래프(810)는 네 가지 다른 상황에서 에너지 수확부와 연결된 에너지 저장부의 충전 및 방전을 나타낼 수 있다.
- [0185] 도 8a의 그래프(800)를 참고하면 제1 시간 영역(801)에서 에너지 저장부는 최대 제백 전압인 10.8mV까지 충전될 수 있다.
- [0186] 도 8a의 그래프(800)는 제1 시간 영역(801), 제2 시간 영역(802) 및 제3 시간 영역(803)으로 구분될 수 있다.
- [0187] 제1 시간 영역(801)은 에너지 저장부가 에너지 수확부로부터 충전되는 시간을 나타낼 수 있고, 제2 시간 영역(802)은 강제 방전 시간을 나타낼 수 있으며, 제3 시간 영역(803)은 에너지 저장부가 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 신체로부터 제거된 후 방전하는 시간을 나타낼 수 있다.
- [0188] 또한, 에너지 저장부가 1초 이내에 강제로 방전된 후, 제2 시간 영역(802)에서 에너지 수확부가 팔뚝 온도와 주변 온도 사이의 온도 차이(ΔT)에서 제백 전압을 생성하고 있기 때문에 에너지 수확부는 즉시 10.8mV로 재충전될 수 있다.
- [0189] 제3 시간 영역(803)은 에너지 수확부가 더 이상 전기 에너지를 생성하지 않고 에너지 저장부가 방전됨을 나타낼 수 있다.
- [0190] 따라서, 제3 시간 영역(803)에서 역전류가 에너지 저장부에서 에너지 수확부로 흐르고 에너지 수확부에서 펠티에(Peltier) 효과가 유발될 수 있다.
- [0191] 결과적으로, 제3 시간 영역(803)의 에너지 저장부는 에너지 저장부가 에너지 수확부에서 분리되지 않는 한 에너지 수확부에 의해 생성된 전기를 저장할 수 없다.
- [0192] 도 8b의 그래프(810)는 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 팔뚝에 착용하고 제거하는 테스트를 세 번 반복했을 때 에너지 저장부의 동작을 보여 주며 통합형 양면 올인원 에너지 시스템의 충전식 특성을 보여준다.
- [0193] 도 8b의 그래프(810)는 제1 시간 영역(811), 제3 시간 영역(812), 제4 시간영역(813)으로 구분되어 있다.
- [0194] 여기서, 제1 시간 영역(811)은 에너지 저장부가 에너지 수확부로부터 충전되는 시간을 나타낼 수 있고, 제3 시간 영역(812)은 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 신체로부터 제거된 후 방전하는 시간을 나타낼 수 있으며, 제4 시간 영역(813)은 통합형 양면 올인원 에너지 시스템이 신체에 재 착용된 후 방전하는 시간을 나타낼 수 있다.
- [0195] 에너지 저장부가 강제로 방전되는 경우, 그래프(810)는 충전 및 방전 측면에서 그래프(800)과 유사할 수 있다.
- [0196] 반면에 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 팔뚝에 다시 착용하여 재충전하더라도 시간 영역 4(813)의 에너지 저장부는 여전히 방전 중일 수 있다.
- [0197] 이것은 에너지 저장부의 전위가 에너지 수확부의 전위와 같을 때까지 역전 류가 흐른다는 것을 나타낼 수 있다.
- [0198] 에너지 수확부가 최대 제백 전압까지 충전되는 에너지 저장부에서 분리된 경우 에너지 저장부는 도 8c의 그래프(820)와 같이 에너지 저장부가 강제로 방전 될때까지 손실없이 저장할 수 있다.
- [0199] 다만, 에너지 수확부와 에너지 저장부의 분리로 인해 역전류가 에너지 저장부에서 에너지 수확부로 흐를 가능성이 없다
- [0200] 통합형 양면 올인원 에너지 시스템 및 양면 올인원 에너지 장치의 속성은 표 3과 같이 요약할 수 있다.

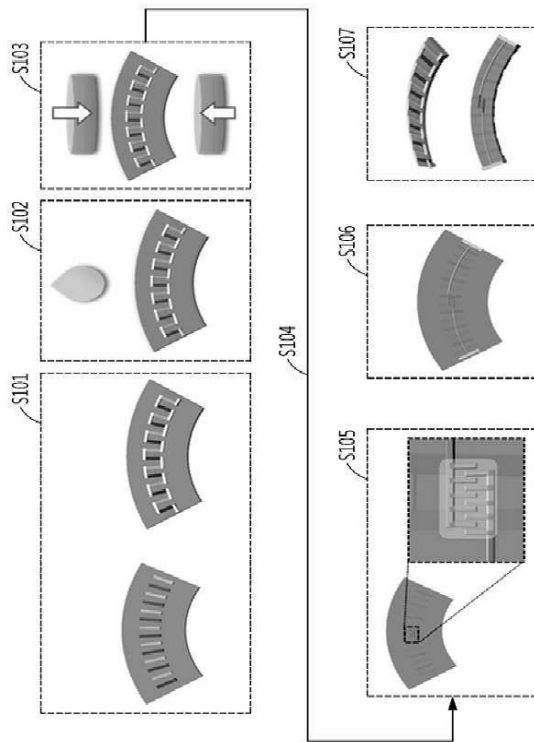
표 3

	제백 전압(mV)	충전 포텐셜(mV)	충전 효율(%)	충전율(V/min)	충전 에너지 밀도($\mu\text{J}/\text{cm}^3$)	충전 파워 밀 도(mW/cm^3)
양면 올인 원 에너지 장치	4.1	4.1	99	0.009	19.7	98.6
통합형 양 면 올인원 에너지 시 스템	11.4	11.4	99	0.027	59.1	295.7

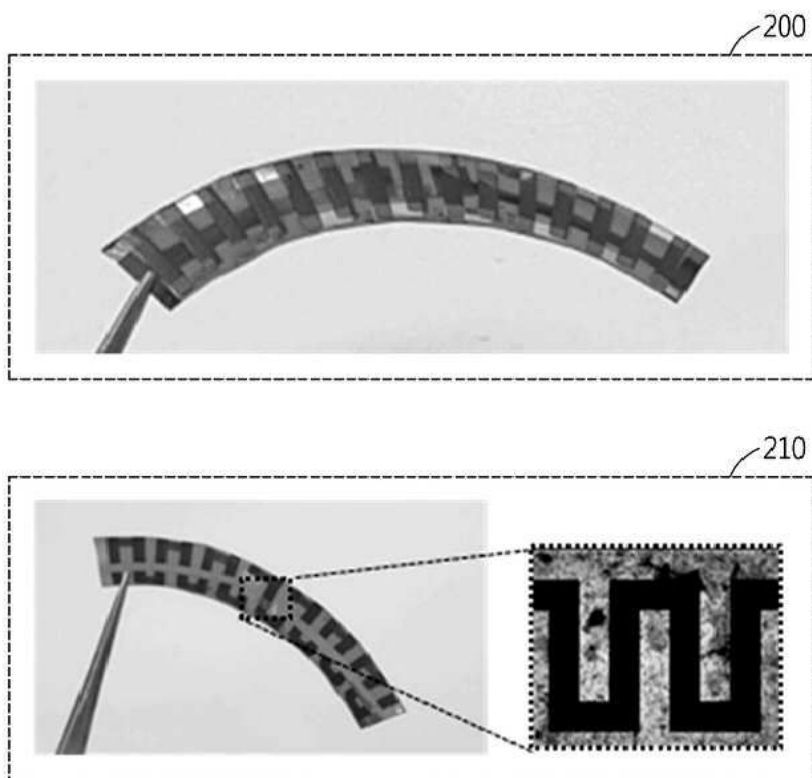
- [0202] 표 3을 참고하면, 통합형 양면 올인원 에너지 시스템의 충전 에너지 밀도 및 전력 밀도는 양면 올인원 에너지 장치보다 거의 3 배 더 클 수 있다.
- [0204] 따라서 양면 올인원 에너지 장치의 확장성은 전기 에너지 수확 및 저장의 특성에서 양면 올인원 에너지 장치와 통합형 양면 올인원 에너지 시스템의 유사성으로 확인될 수 있다.
- [0205] 따라서, 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층 형성됨에 따라 에너지 수확부의 고온 전극과 저온 전극 사이의 온도 차이를 증가시켜 열전 효율을 향상시키고, 전기 에너지 생성 효율 및 생성 크기도 증가된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 제공할 수 있다.
- [0206] 따라서, 본 발명은 복수의 양면 올인원 에너지 장치가 수직 적층된 통합형 양면 올인원 에너지 시스템을 웨어러블 장치에 적용하여 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급할 수 있다.
- [0207] 또한, 본 발명은 양면 올인원 에너지 장치가 플렉시블(flexible)한 형태로 형성되어 다양한 웨어러블 장치에 적용 가능함에 따라 웨어러블 장치에서 자체적으로 전원을 공급할 수 있다.
- [0209] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.
- [0210] 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.
- [0211] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.
- [0212] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

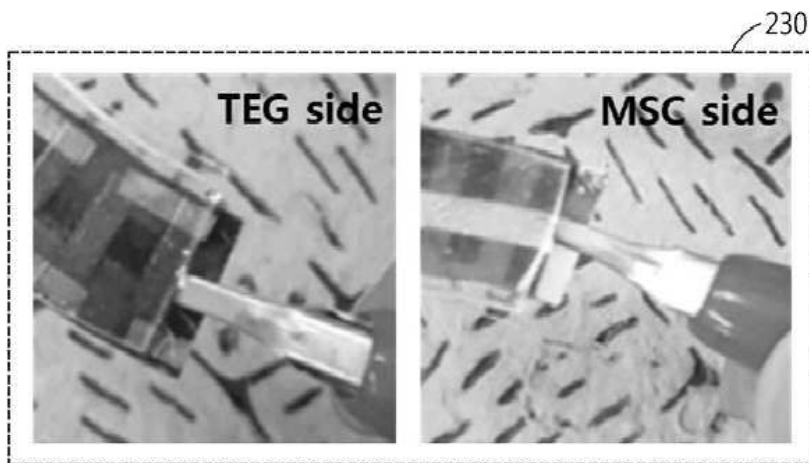
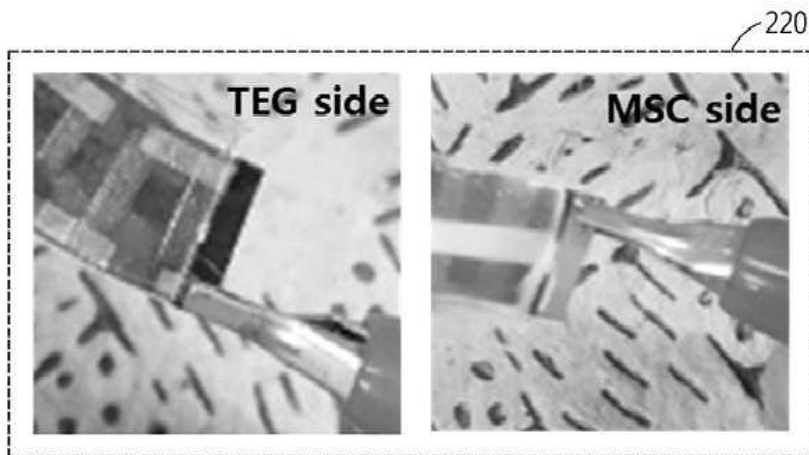
도면1



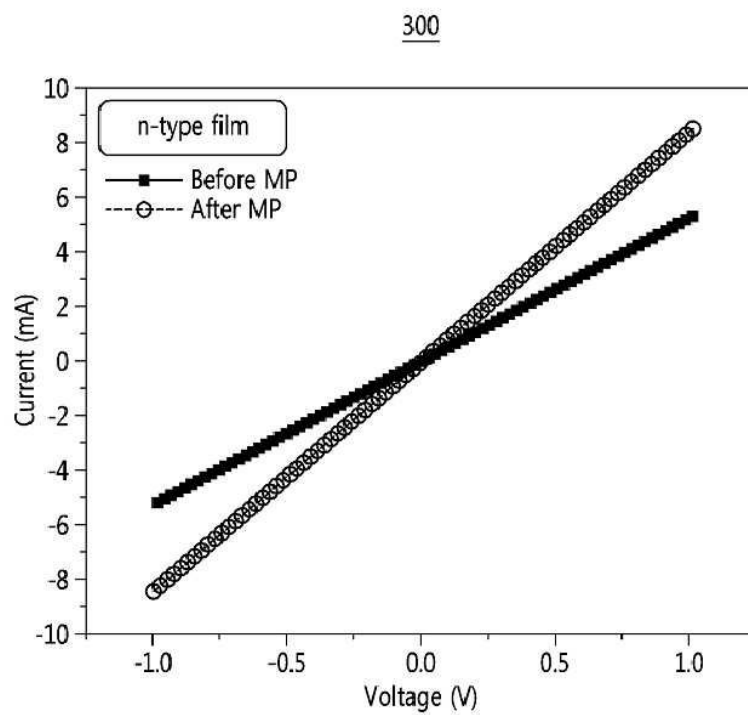
도면2a



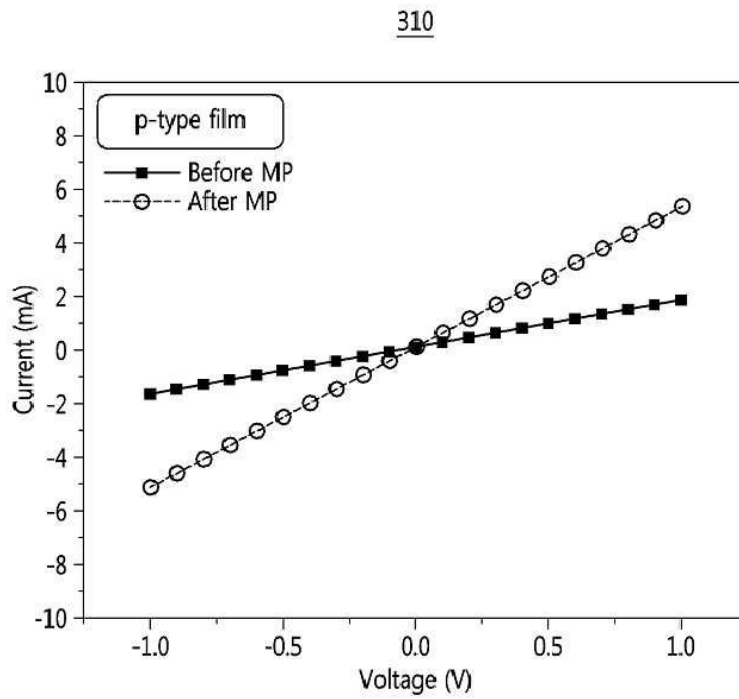
도면2b



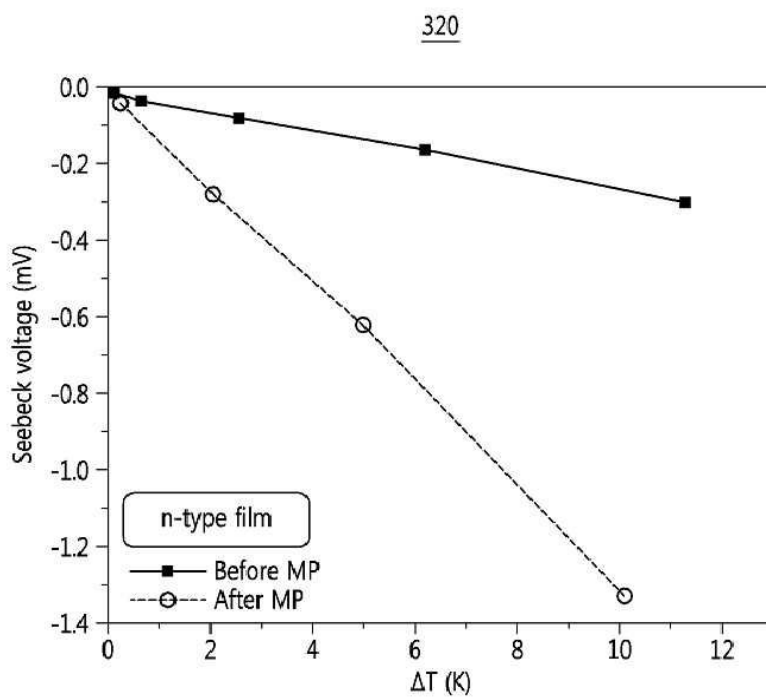
도면3a



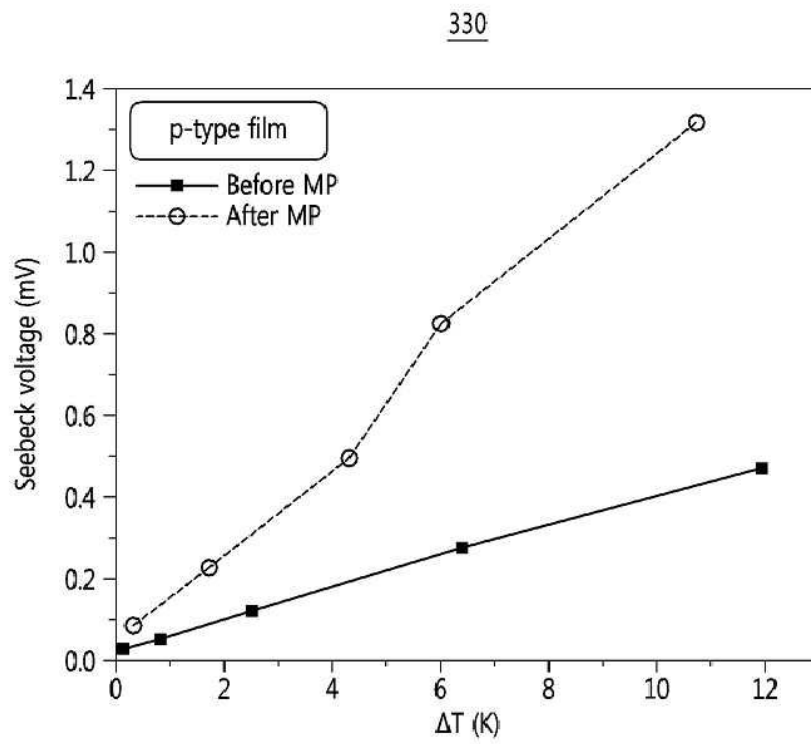
도면3b



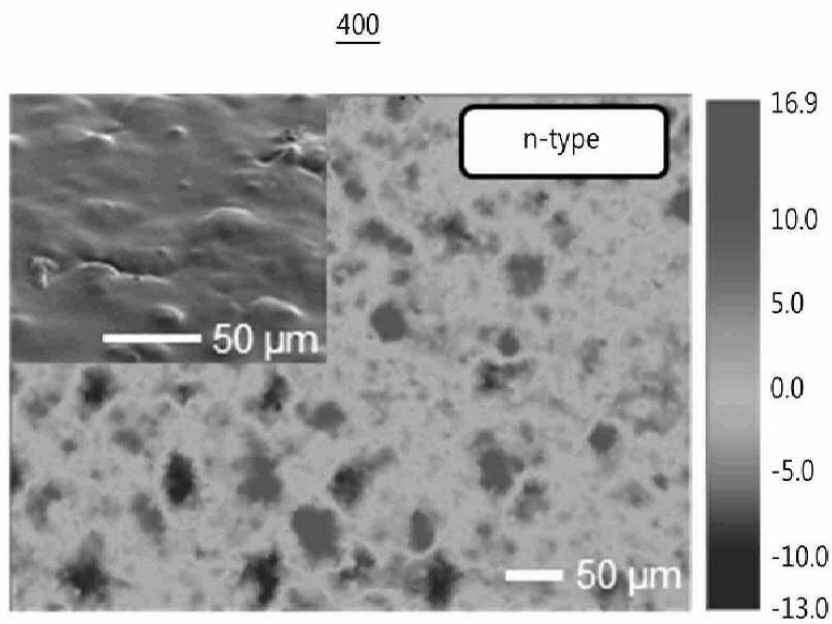
도면3c



도면3d

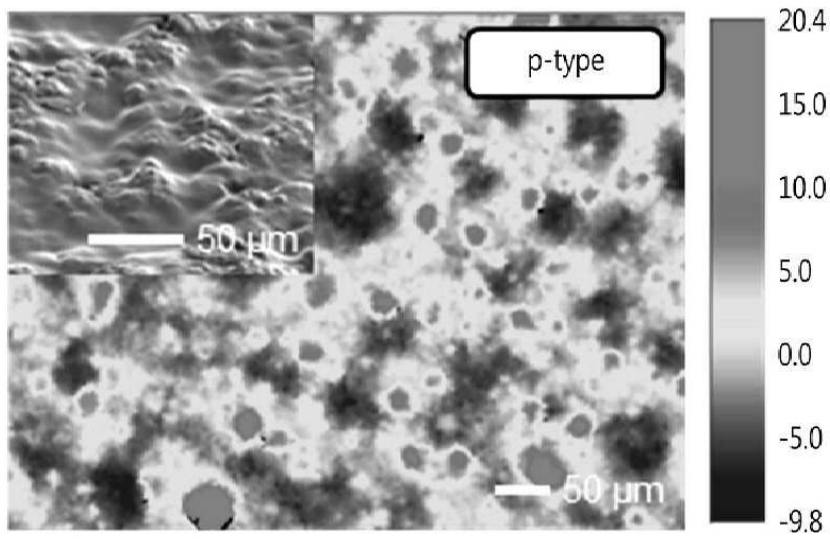


도면4a



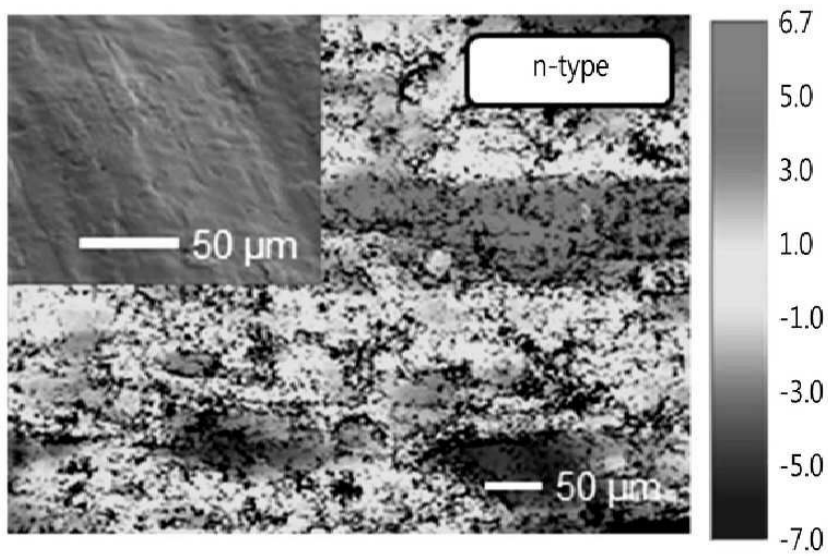
도면4b

410



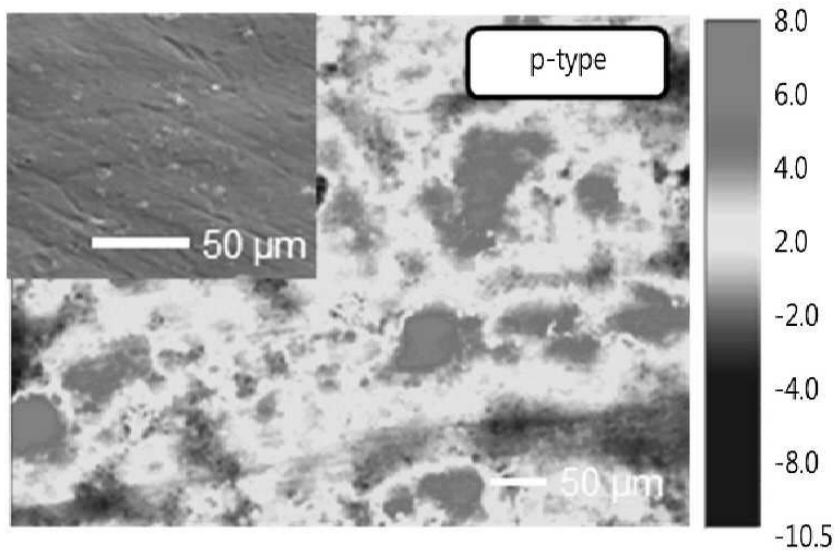
도면4c

420



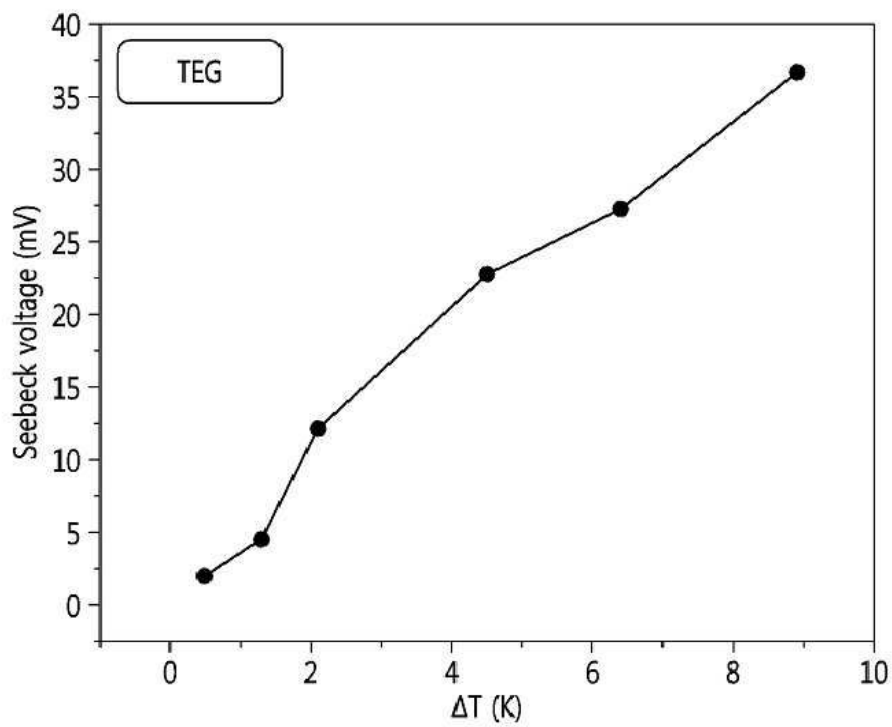
도면4d

430

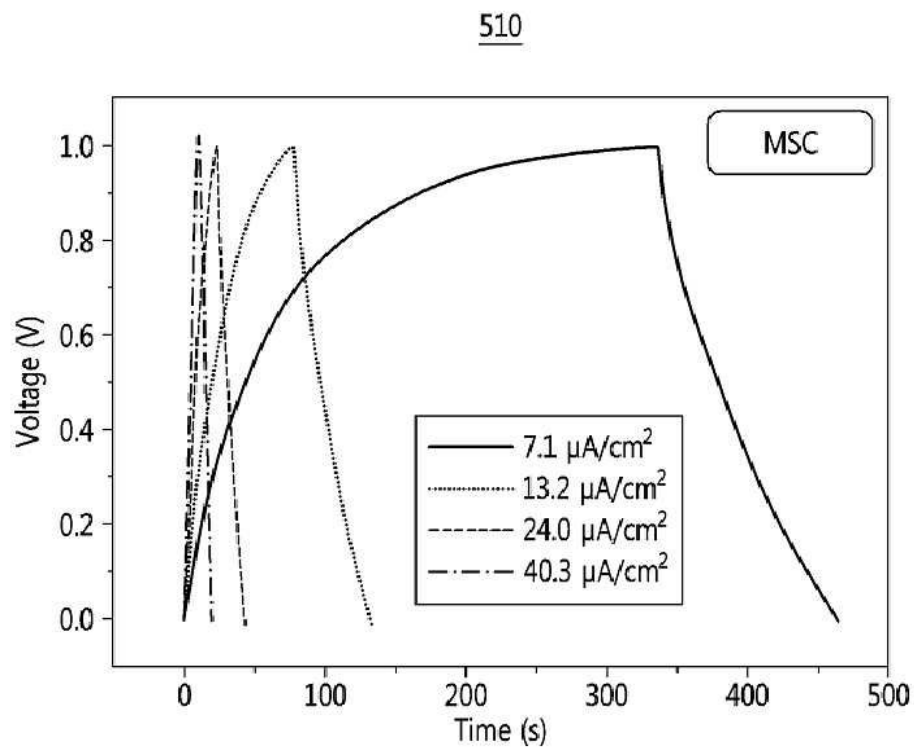


도면5a

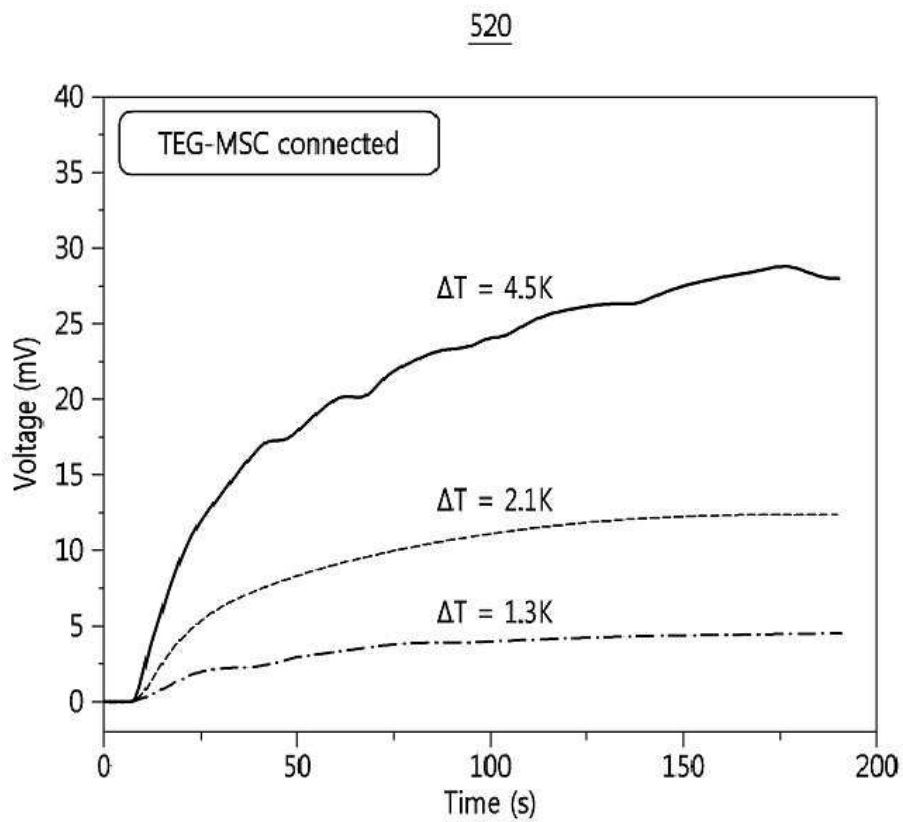
500



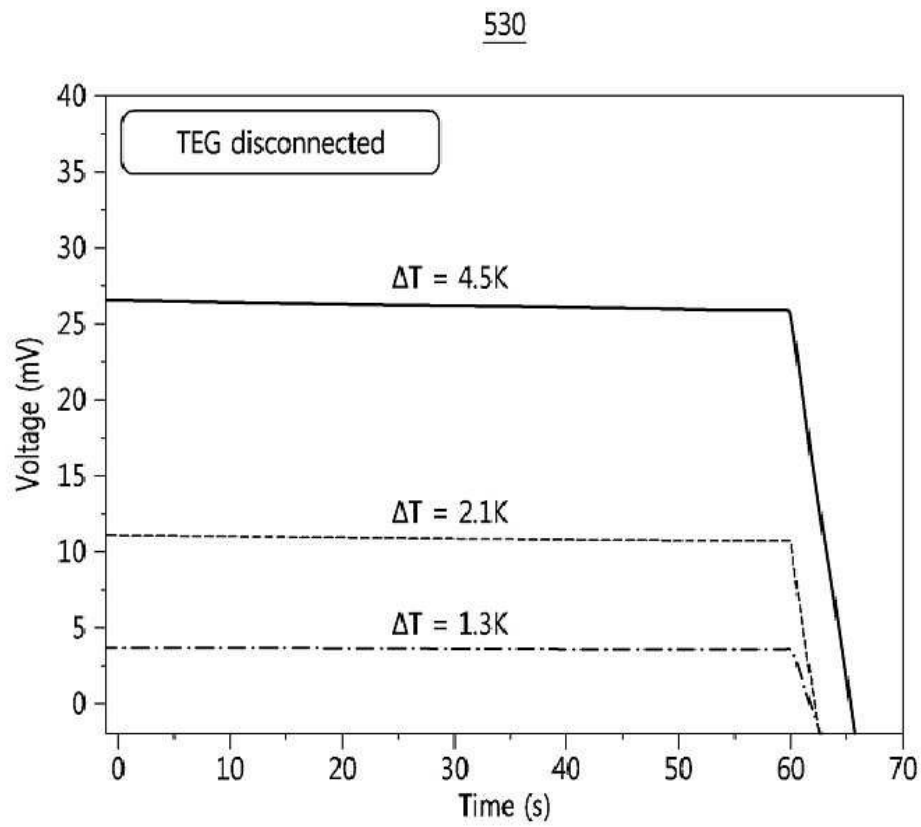
도면5b



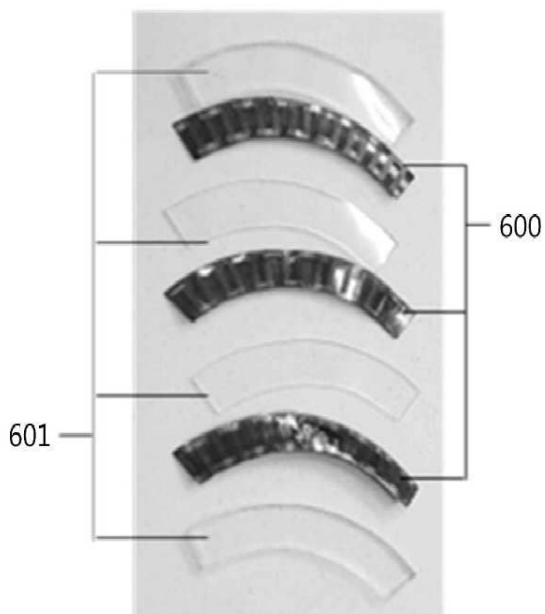
도면5c



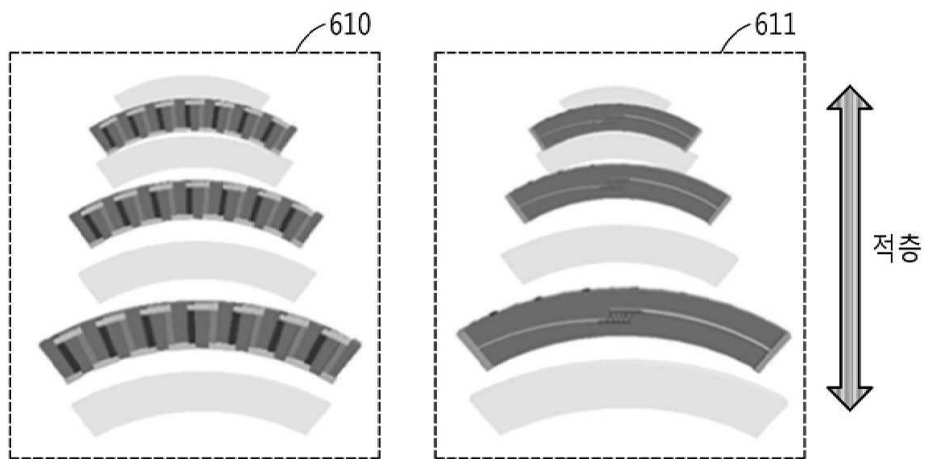
도면5d



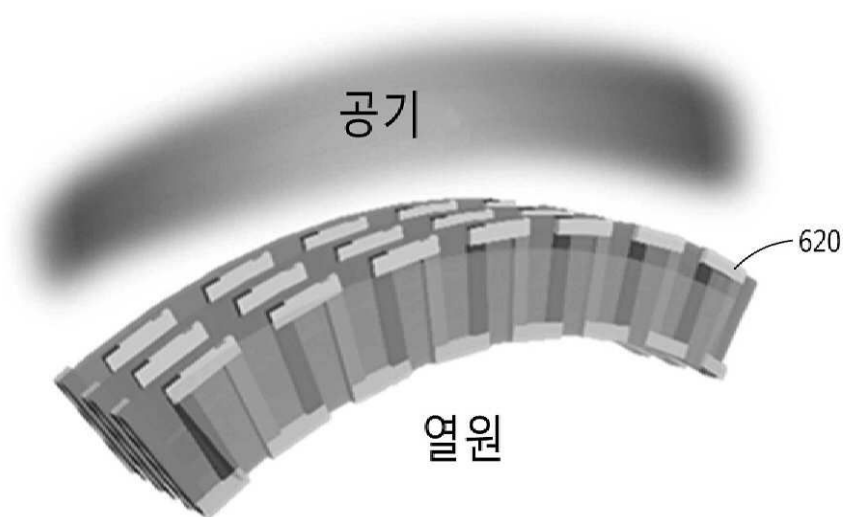
도면6a



도면6b

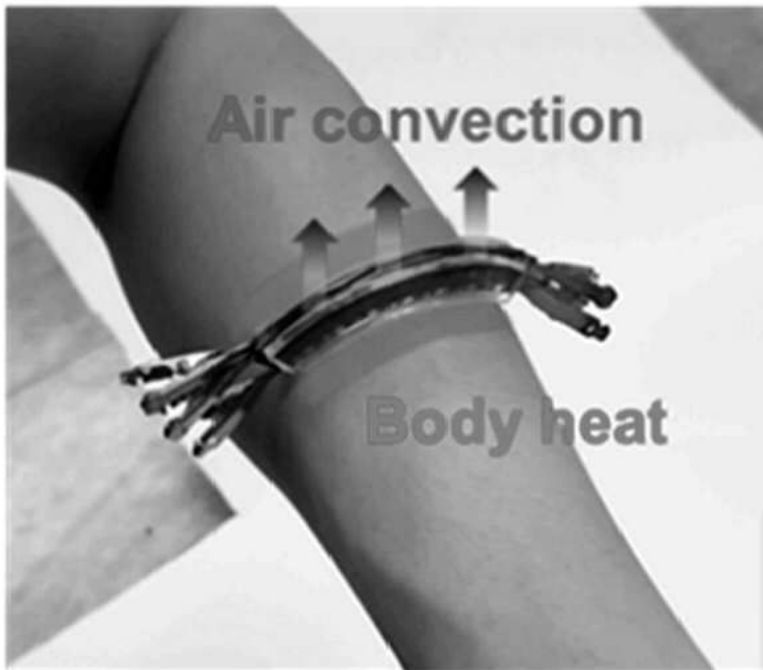


도면6c

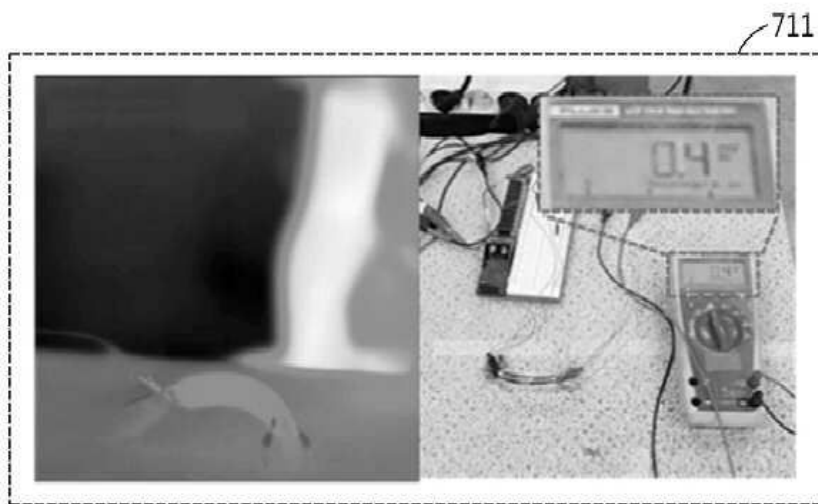
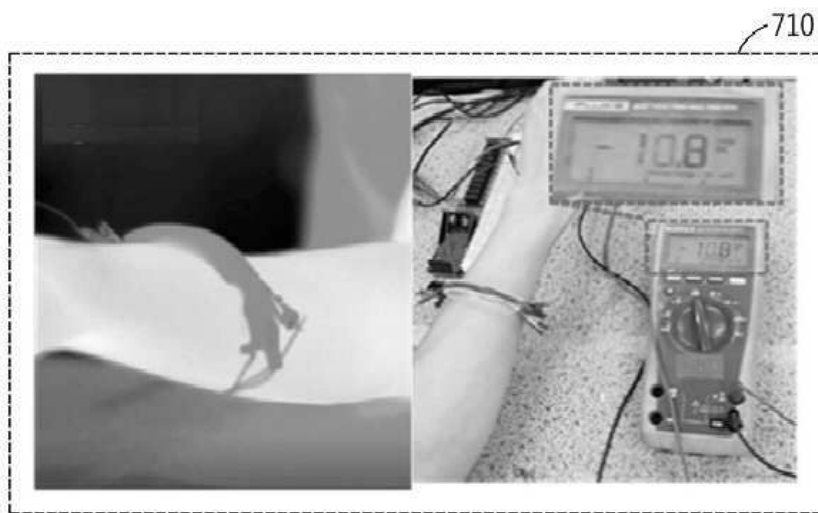


도면7a

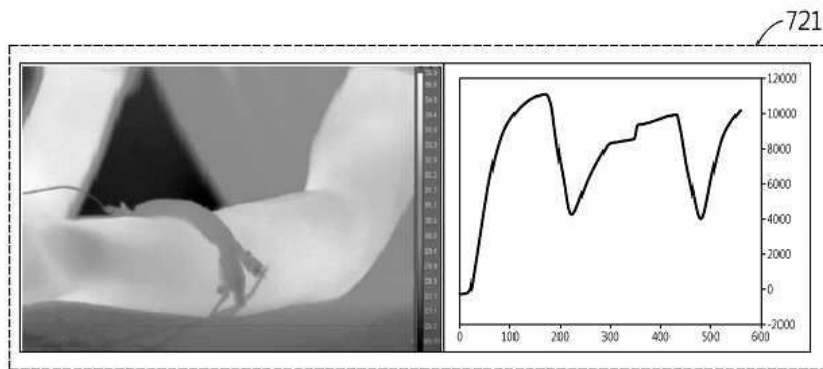
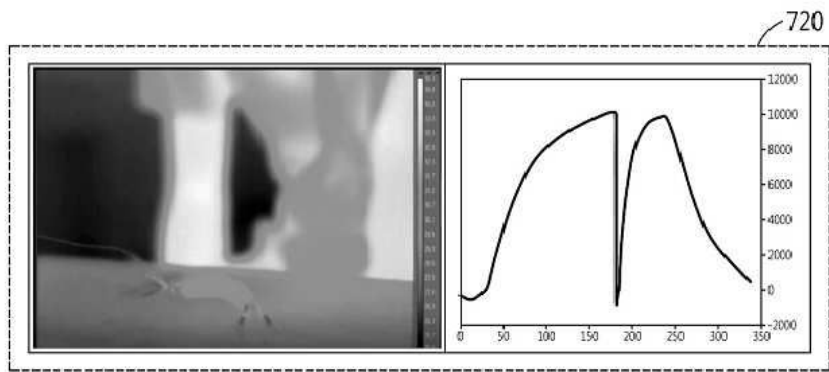
700



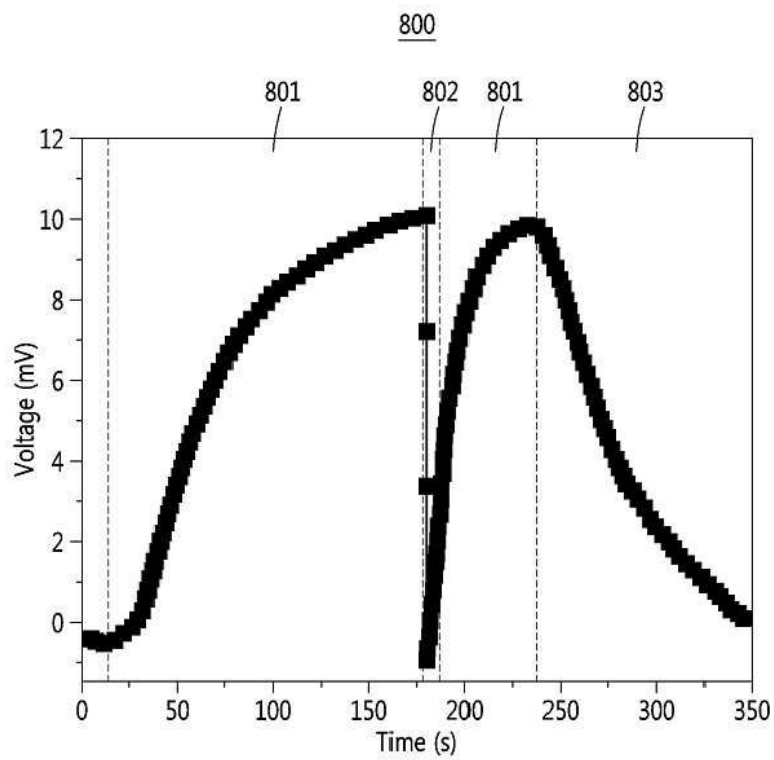
도면7b



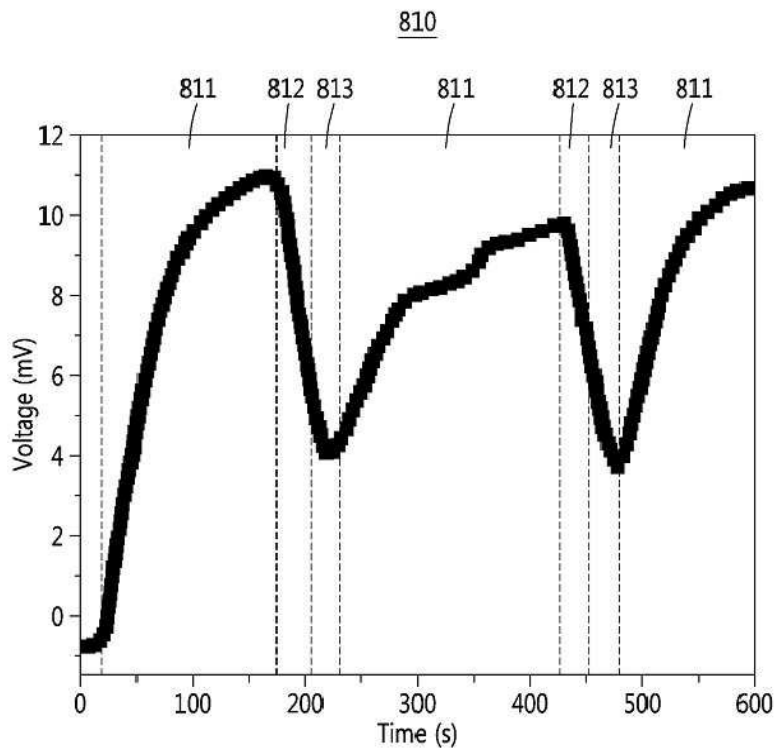
도면7c



도면8a



도면8b



도면8c

