



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0105614
(43) 공개일자 2016년09월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 35/02 (2006.01) H01L 35/18 (2006.01)
H01L 35/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 35/02 (2013.01)
H01L 35/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0028220
(22) 출원일자 2015년02월27일
심사청구일자 2015년03월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김상식
서울특별시 강남구 삼성로 151 10동 803호 (대치동, 선경아파트)
조경아
서울특별시 광진구 천호대로110길 72 (능동)
최진용
서울특별시 서초구 사임당로 157 17동 205호 (서초동, 우성아파트)
(74) 대리인
홍동우

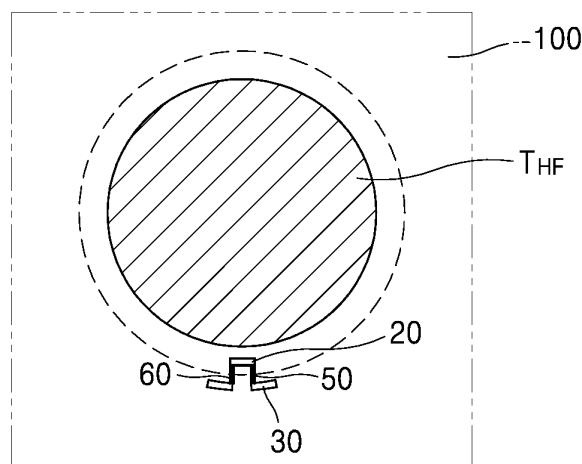
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 열전발전모듈 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 상이한 두 개의 열원 사이에 개재되어 열전발전을 이루는 기초 구조인 단위체(10)를 하나 이상 구비하는 열전발전모듈에 있어서, 상기 단위체(10)는 상이한 두 개의 열원 사이에 배치되는 플렉서블 기관(100)에 배치되고, 상기 단위체(10)는, 어느 하나의 열원 측에 두 개가 서로 이격 배치되는 제 1 전극과, 다른 하나의 열원 측으로 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되는 제 2 전극과, 상기 제 1 전극 중 어느 하나와 상기 제 2 전극을 연결시키되, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자 필름(50)과, 상기 제 1 나노입자 필름(50)을 형성하는 타입과 다른 타입의 도체 또는 반도체로 이루어지고, 일측은 상기 제 1 전극 중 다른 하나에 연결되고, 타측은 상기 제 2 전극 측에 상기 제 1 나노입자 필름(50)과 이격되어 연결되는 제 2 나노입자 필름(60)을 구비하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈 및 이의 제조 방법을 제공한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

H01L 35/22 (2013.01)

H01L 35/34 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013070750

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원_도약연구(전략)

연구과제명 전하운반체/포논 제어나노구조체 기반 플렉시블 열전시스템 구현 및 특성향상 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2013.11.01 ~ 2014.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

상이한 두 개의 열원 사이에 개재되어 열전발전을 이루는 기초 구조인 단위체(10)를 하나 이상 구비하는 열전발전모듈에 있어서,

상기 단위체(10)는 상이한 두 개의 열원 사이에 배치되는 플렉서블 베이스 기관(100)에 배치되고,

상기 단위체(10)는,

어느 하나의 열원 측에 두 개가 서로 이격 배치되는 제 1 전극과,

다른 하나의 열원 측으로 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되는 제 2 전극과,

상기 제 1 전극 중 어느 하나와 상기 제 2 전극을 연결시키되, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자 필름(50)과,

상기 제 1 나노입자 필름(50)을 형성하는 타입과 다른 타입의 도체 또는 반도체로 이루어지고, 일측은 상기 제 1 전극 중 다른 하나에 연결되고, 타측은 상기 제 2 전극 측에 상기 제 1 나노입자 필름(50)과 이격되어 연결되는 제 2 나노입자 필름(60)을 구비하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 동일 평면 상에 배치되고,

상기 제 1 전극(20) 중 적어도 어느 하나는 인접 단위체 내의 제 1 전극 중 어느 하나와 연결되고,

상기 단위체(10) 중의 적어도 하나의 상기 제 1 전극, 상기 제 2 전극 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 "ㄷ" 자 형태 형성이 가능한 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 "ㄷ" 자 형상을 이루는 상기 제 1 전극, 상기 제 2 전극 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)의 단위체를 포함하는 상기 단위체들을 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 직렬 연속 배치하여 어느 하나의 열원을 포획 가능한 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이로 상기 플렉서블 베이스 기관의 일면 상부에는 열차단 보호층이 배치되는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 열차단 보호층은:

ZrO₂, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, SiC 또는 ZrO₂와 같은 세라믹 계열 재료 및 폴리머 중의 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 플렉서블 베이스 기판은:

PDMS(Poly dimethyl siloxane), 폴리이미드(Polyimide), 폴리 카보네이트(Poly carbonate), PMMA(Poly methyl methacrylate), 사이클릭 올레핀 코폴리머(COC;Cyclo olefin copolymer), 파릴렌(Parylene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리실란(polysilane), 폴리실록산(polysiloxane), 폴리실라잔(polysilazane), 폴리카르보실란(polycarbosilane), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylate), 폴리메틸아크릴레이트(polymethylacrylate), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸아크릴레이트(polyethylacrylate), 폴리에틸메타크릴레이트 (polyethylmetacrylate), 사이클릭 올레핀 폴리머(COP), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 폴리아세탈(POM), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에스테르설폰(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴플로라이드(PVDF), 퍼플루오로알킬 고분자(PFA) 중 어느 하나로 구성되거나 이들의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 필름과 상기 제 2 나노입자 필름은 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 필름은 HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 제 2 나노입자 필름은 HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈.

청구항 10

열전발전모듈의 제조방법에 있어서,

n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자를 포함하는 제 1 나노입자 용액 및 상기 제 1 나노입자 용액과 다른 타입의 반도체로 이루어지는 제 2 나노입자를 포함하는 제 2 나노입자 용액을 제공하는 나노입자 용액 제공 단계;

플렉서블 베이스 기판(100) 상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 제 1 전극용 도전층 증착을 위한 패턴(200)을

형성하는 제 1 전극 증착 패턴 형성 단계;

상기 패턴(200) 상에 도전층을 증착시켜 제 1 전극(300)을 형성하는 제 1 전극 증착 단계;

상기 플렉서블 베이스 기판층(100)에 형성된 제 1 전극(300) 중 하나 이상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 상기 제 1 전극과 결선되는 제 1 나노입자 필름 형성을 위한 패턴(400)을 형성하는 제 1 나노입자 필름 패턴 형성 단계;

상기 패턴(400) 상에 상기 제 1 나노입자 용액을 스핀코팅하여 제 1 나노입자 필름(500)을 형성하는 제 1 나노입자 필름 형성 단계;

상기 제 1 전극(300)의 하나 이상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 상기 제 1 나노입자 필름과 이격 교번 배치되고 상기 제 1 전극과 결선되는 제 2 나노입자 필름 형성을 위한 패턴(600)을 형성하는 제 2 나노입자 필름 패턴 형성 단계;

상기 패턴(600) 상에 상기 제 2 나노입자 용액을 스핀코팅하여 제 2 나노입자 필름(700)을 형성하는 제 2 나노입자 필름 형성 단계;

상기 제 1 및 제 2 나노입자 필름(500,700)의 타측 부분에 포토리소그래피 처리를 수행하여 제 2 전극용 도전층 증착을 위한 패턴(800)을 형성하는 제 1 전극 증착 패턴 형성 단계;

상기 패턴(800) 상에 도전층을 증착시켜 제 2 전극(900)을 형성하는 제 2 전극 증착 단계;

제 1 전극(300)과 제 2 전극(900) 사이로 상기 제 1 및 제 2 나노입자 필름(500,700)의 상부에 열차단 보호층(800)을 형성하는 보호층 형성 단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 용액과 상기 제 2 나노입자 용액은 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 용액은 HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 제 2 나노입자 용액은 HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 제 1 나노입자 필름 형성 단계 및 상기 제 2 나노입자 필름 형성 단계에서, 상기 플렉서블 베이스 기판의 회전 속도는 500rpm 내지 7000rpm인 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 플렉서블 베이스 기관의 회전시, 사전 설정 시간 동안 사전 설정된 서로 상이한 제 1 및 제 2 회전속도로의 속도 변화가 발생하고,

상기 제 1 회전속도는 상기 제 2 회전속도보다 느리고, 상기 제 1 회전속도의 회전시간과 상기 제 2 회전속도의 회전시간보다 짧고,

상기 제 1 회전속도와 상기 제 2 회전속도의 비는 1:12이하이고, 상기 제 1 회전속도의 회전시간과 상기 제 2 회전속도의 회전시간의 비는 1:8이하인 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조 방법.

청구항 16

제 10 항 내지 제 15항 중의 어느 한 항의 제조방법으로 제조된 열전발전모듈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열전발전모듈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 용액 공정을 통하여 제작 용이성을 향상시킨 구조의 열전발전모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 열전 현상(Thermoelectric effect)이란 열과 전기 사이의 가역적, 직접적인 에너지 변환에 의하여 외부로부터 인가된 전류에 의해 형성된 양단의 온도차를 이용하여 냉각 분야에 응용하는 펠티어 효과(Peltier effect)와, 재료 양단의 온도 차로부터 발생하는 기전력을 이용하여 발전분야에 응용하는 제백 효과(Seebeck effect)로 구분된다.

[0003] 상기의 펠티어 효과를 응용한 열전 냉각 기술은 환경문제를 유발하는 냉매가스를 사용하지 않는 친환경 냉각기술이면서 나아가, 무진동과 저소음을 가지는 잇점을 가지고 있으며, 향후 고효율의 열전냉각 재료의 개발이 이루어지게 된다면 냉장고나 에어컨 등의 범용 냉각 분야에까지 응용의 폭을 확대할 수 있는 가능성을 가지고 있는 기술이다.

[0004] 또한, 상기의 제백 효과를 응용한 열전 발전 기술은 자동차의 엔진, 산업현장에서의 열 방출 장비나 해당 구간에 열전 발전 재료를 적용하면 재료 양단에 발생하는 온도차에 의한 발전을 수행하는 기술로서, 이미 태양열 발전이 이루어질 수 없는 원거리 우주 탐사선에 이러한 열전 발전 시스템이 적용되고 있는 실정이다.

[0005] 상기의 열전발전모듈은 p 형 및 n 형 도체 또는 반도체를 연결하여 한쪽은 고온, 다른 쪽은 저온 열원으로 설정하였을 때 발생하는 열기전력에 의해서 전류를 흐르도록 만든 회로이다.

[0006] 근래에는 상기와 같은 열전발전모듈의 소형 컴팩트화를 달성하기 위하여 나노입자(nano-wire)를 이용하는 열전발전모듈이 개발되고 있으며, 이러한 기술로서 대한민국 특허 제 1249292 호(2013. 3. 26, 이하, '선행기술 1'이라 함)의 열전소자, 열전소자 모듈, 및 그 열전 소자의 형성 방법이 공지되어 있다.

[0007] 상기의 선행기술 1 은 상기 소자는 하나의 이상의 제 1 장벽영역을 포함하는 제 1 도전형의 제 1 반도체 나노입자, 하나의 이상의 제 2 장벽영역을 포함하는 제 2 도전형의 제 2 반도체 나노입자, 제 1 반도체 나노입자의 일단에 연결된 제 1 전극, 제 2 반도체 나노입자의 일단에 연결된 제 2 전극, 및 제 1 반도체 나노입자의 타단 및 제 2 반도체 나노입자 타단에 연결된 공통 전극을 포함하는 구성의 열전소자 모듈의 구성이다.

[0008] 상기와 같은 선행기술 1 의 열전소자 모듈은 제 1 반도체 나노입자와 제 2 반도체 나노입자가 상기 제 1 전극과 제 2 전극 및 공통 전극을 연결하는 브릿지(bridge)의 역할을 수행하는데, 이러한 브릿지를 형성하는 구조는 열전소자 모듈의 제조 공정을 복잡하게 할 뿐만 아니라, 이러한 복잡한 제조 공정과 택일적인 구조의 제조만을 허용한다는 점에서 열전소자 모듈의 성능과 설계 자유도를 향상시키는데에 한계점을 드러내고 있는 실정이다.

- [0009] 또한, 나노입자를 이용하여 열전 소자를 제조하는 방법으로서 대한민국특허공개 제 10-2012-71254 호(2012. 7. 2, 이하, '선행기술 2' 이라 함)의 열전소자 및 그 제조방법이 공지되어 있다.
- [0010] 상기의 선행기술 2 는 플렉서블 베이스 기판 상부에 반도체층을 증착하고 패터닝하여 제 1 나노입자 필름 패턴, 상기 제 1 나노입자 필름 패턴, 고온부 및 저온부를 형성하는 구조물 형성 단계; 상기 제 1 나노입자 필름 패턴 및 상기 제 2 나노입자 필름 패턴에 제 1 도전형 물질 및 제 2 도전형 물질을 각각 이온 주입하여 형성하는 나노입자 형성 단계; 상기 플렉서블 베이스 기판 전면에 절연 물질을 증착하고 패터닝하여 상기 제 1 나노입자 필름과 상기 제 2 나노입자 필름 상부에 절연층을 형성하는 절연층 형성 단계; 상기 플렉서블 베이스 기판 전면에 금속 물질을 증착하고 패터닝하여 상기 제 1 나노입자 필름층 절연층 상부에 제 1 금속층을 형성하는 제 1 금속층 형성 단계; 및 상기 플렉서블 베이스 기판 전면에 금속 물질을 증착하고 패터닝하여 상기 제 2 나노입자 필름층 절연층 상부에 제 2 금속층을 형성하는 제 2 금속층 형성 단계를 포함하는 열전소자의 제조 방법의 구성이다.
- [0011] 그러나, 상기의 선행기술 2 역시 제 1 나노입자 필름과 제 2 나노입자 필름을 형성하기 위하여 패턴 형성, 절연층 형성 및 금속층 형성 등의 여러 공정을 거쳐야 하므로, 단순한 선행기술 1 과 마찬가지로 제조 공정이 복잡하고, 열전소자 모듈의 성능 증대에 제약이 있으며, 택일적 구조의 제조방법이므로 열전소자 모듈의 설계 자유도가 저하되는 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 상기와 같은 종래의 복잡한 제조 과정으로 인한 제반 문제점을 해소하기 위하여 창안된 본 발명은, 열전발전모듈의 구조 및 제조 공정에 있어 용액 공정 적용을 가능하게 하는 방식을 이룸으로써, 제조 원가를 최적화시키고 복수 개의 단위체의 연결을 통한 직렬 연속 구조를 통하여 배치 다양성을 확보하여 설계상의 자유도를 증대시킬 수 있는 열전발전모듈 및 그 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명은, 상이한 두 개의 열원 사이에 개재되어 열전발전을 이루는 기초 구조인 단위체(10)를 하나 이상 구비하는 열전발전모듈에 있어서, 상기 단위체(10)는 상이한 두 개의 열원 사이에 배치되는 플렉서블 기판(100)에 배치되고, 상기 단위체(10)는, 어느 하나의 열원 측에 두 개가 서로 이격 배치되는 제 1 전극과, 다른 하나의 열원 측으로 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되는 제 2 전극과, 상기 제 1 전극 중 어느 하나와 상기 제 2 전극을 연결시키되, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자 필름(50)과, 상기 제 1 나노입자 필름(50)을 형성하는 타입과 다른 타입의 도체 또는 반도체로 이루어지고, 일 측은 상기 제 1 전극 중 다른 하나에 연결되고, 타측은 상기 제 2 전극 측에 상기 제 1 나노입자 필름(50)과 이격되어 연결되는 제 2 나노입자 필름(60)을 구비하는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈을 제공한다.
- [0014] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 동일 평면 상에 배치되고, 상기 제 1 전극(20) 중 적어도 어느 하나는 인접 단위체 내의 제 1 전극 중 어느 하나와 연결되고, 상기 단위체(10) 중의 적어도 하나의 상기 제 1 전극, 상기 제 2 전극 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 "ㄷ" 자 형태 형성이 가능할 수도 있다.
- [0015] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 "ㄷ" 자 형상을 이루는 상기 제 1 전극, 상기 제 2 전극 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)의 단위체들을 포함하는 상기 단위체들을 플렉서블 기판(100) 상에 직렬 연속 배치하여 어느 하나의 열원을 포획 가능할 수도 있다.
- [0016] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이로 상기 플렉서블 기판의 일면 상부에는 열차단 보호층이 배치될 수도 있다.
- [0017] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 열차단 보호층은: ZrO₂, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, SiC 또는 ZrO₂와 같은 세라믹 계열 재료 및 폴리머 중의 하나 이상을 포함할 수도 있다.
- [0018] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 플렉서블 베이스 기판은: PDMS(Poly dimethyl siloxane), 폴리이미드(Polyimide), 폴리 카보네이트(Poly carbonate), PMMA(Poly methyl methacrylate), 사이클릭 올레핀 코폴리머

(COC;Cyclo olefin copolymer), 파릴린(Parylene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리실란(polysilane), 폴리실록산(polysiloxane), 폴리실라잔(polysilazane), 폴리카르보실란(polycarbosilane), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylate), 폴리메틸아크릴레이트(polymethylacrylate), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸아크릴레이트(polyethylacrylate), 폴리에틸메타크릴레이트 (polyethylmetacrylate), 사이클릭 올레핀 폴리머(COP), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 폴리아세탈(POM), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에스테르설포(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴플로라이드(PVDF), 퍼플루오로알킬 고분자(PFA) 중 어느 하나로 구성되거나 이들의 조합으로 이루어질 수도 있다.

- [0019] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 제 1 나노입자 필름과 상기 제 2 나노입자 필름은 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0020] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 제 1 나노입자 필름은 HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0021] 상기 열전발전모듈에 있어서, 상기 제 2 나노입자 필름은 HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명은, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자를 포함하는 제 1 나노입자 용액 및 상기 제 1 나노입자 용액과 다른 타입의 반도체로 이루어지는 제 2 나노입자를 포함하는 제 2 나노입자 용액을 제공하는 나노입자 용액 제공 단계; 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 제 1 전극용 도전층 증착을 위한 패턴(200)을 형성하는 제 1 전극 증착 패턴 형성 단계; 상기 패턴(200) 상에 도전층을 증착시켜 제 1 전극(300)을 형성하는 제 1 전극 증착 단계; 상기 플렉서블 베이스 기판층(100)에 형성된 제 1 전극(300) 중 하나 이상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 상기 제 1 전극과 결선되는 제 1 나노입자 필름 형성을 위한 패턴(400)을 형성하는 제 1 나노입자 필름 패턴 형성 단계; 상기 패턴(400) 상에 상기 제 1 나노입자 용액을 스핀코팅하여 제 1 나노입자 필름(500)을 형성하는 제 1 나노입자 필름 형성 단계; 상기 제 1 전극(300)의 하나 이상에 포토리소그래피 처리를 수행하여 상기 제 1 나노입자 필름과 이격 교번 배치되고 상기 제 1 전극과 결선되는 제 2 나노입자 필름 형성을 위한 패턴(600)을 형성하는 제 2 나노입자 필름 패턴 형성 단계; 상기 패턴(600) 상에 상기 제 2 나노입자 용액을 스핀코팅하여 제 2 나노입자 필름(700)을 형성하는 제 2 나노입자 필름 형성 단계; 상기 제 1 및 제 2 나노입자 필름(500, 700)의 타측 부분에 포토리소그래피 처리를 수행하여 제 2 전극용 도전층 증착을 위한 패턴(800)을 형성하는 제 1 전극 증착 패턴 형성 단계; 상기 패턴(800) 상에 도전층을 증착시켜 제 2 전극(900)을 형성하는 제 2 전극 증착 단계; 제 1 전극(300)과 제 2 전극(900) 사이로 상기 제 1 및 제 2 나노입자 필름(500, 700)의 상부에 열차단 보호층(800)을 형성하는 보호층 형성 단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 열전발전모듈의 제조방법을 제공한다.
- [0023] 상기 열전발전모듈의 제조방법에 있어서, 상기 제 1 나노입자 용액과 상기 제 2 나노입자 용액은 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0024] 상기 열전발전모듈의 제조방법에 있어서, 상기 제 1 나노입자 용액은 HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0025] 상기 열전발전모듈의 제조방법에 있어서, 상기 제 2 나노입자 용액은 HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함할 수도 있다.
- [0026] 상기 열전발전모듈의 제조방법에 있어서, 상기 제 1 나노입자 필름 형성 단계 및 상기 제 2 나노입자 필름 형성 단계에서, 상기 플렉서블 베이스 기판의 회전 속도는 500rpm 내지 7000rpm일 수도 있다.
- [0027] 상기 열전발전모듈의 제조방법에 있어서, 상기 플렉서블 베이스 기판의 회전시, 사전 설정 시간 동안 사전 설정된 서로 상이한 제 1 및 제 2 회전속도로의 속도 변화가 발생하고, 상기 제 1 회전속도는 상기 제 2 회전속도보다 느리고, 상기 제 1 회전속도의 회전시간과 상기 제 2 회전속도의 회전시간보다 짧고, 상기 제 1 회전속도와 상기 제 2 회전속도의 비는 1:12이하이고, 상기 제 1 회전속도의 회전시간과 상기 제 2 회전속도의 회전시간의 비는 1:8이하일 수도 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 일면에 따르면, 본 발명은 상기 열전발전모듈의 제조 방법중의 어느 한 제조방법으로 제조된 열전발전모듈을 제공한다.

발명의 효과

- [0029] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명 열전발전모듈 및 그 제조방법은, 용액공정을 통하여 나노입자 필름을 구비하는 열전발전모듈의 제조공정 및 구조를 단순화시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0030] 또한, 제조공정 및 구조의 단순화를 통하여 열전발전모듈의 제조 원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 소형 컴팩트한 구조로서 열전발전모듈의 개발을 가능하게 하는 효과가 있다.
- [0031] 또한, 전극과 나노입자를 이용하는 직렬연속 구조의 형성을 통하여 다양한 패턴으로 배치될 수 있으므로, 열전발전 효율을 향상시키기 위한 설계상의 자유도를 증대시킬 수 있고, 대면적화를 통한 직렬 연결 배치 구조를 가능하게 하여 열전성능을 극대화시킬 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명 열전발전모듈의 단위체의 구성도,
 도 2는 본 발명 열전발전모듈의 단위체 나열의 상태도,
 도 3은 도 2의 본 발명 열전발전모듈의 단위체가 연속적으로 배치된 상태의 일례의 온도차 대 전압의 변화를 나타내는 선도,
 도 4 및 도 5 및 도 6은 본 발명 열전발전모듈의 일례의 개략적인 부분 평면도 및 테스트 상태도 및 단위체 개수 대 전압 선도,
 도 7은 본 발명의 열전발전모듈의 다른 일구현예를 도시하는 부분 평면도,
 도 8은 본 발명의 열전발전모듈의 또 다른 일구현예를 도시하는 개략적인 평면도,
 도 9는 도 8의 본 발명 열전발전모듈의 테스트 상태도 및 부분 확대도,
 도 10은 도 9의 본 발명 열전발전모듈의 테스트 상태 전압 선도,
 도 11은 본 발명 열전발전모듈의 일유형인 헬스케어유니트의 개략적인 블록선도,
 도 12는 본 발명 열전발전모듈의 또 다른 일유형의 개략적인 모식도,
 도 13은 본 발명의 열전발전모듈의 제조 과정을 나타내는 상태도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 첨부 도면에 의거하여 본 발명의 열전발전모듈 및 그 제조방법의 구성을 상세하게 설명한다.
- [0034] 단, 개시된 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분하게 전달될 수 있도록 하기 위한 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 태양으로 구체화될 수도 있다.
- [0035] 또한, 본 발명 명세서에서 사용되는 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0036] 도 1은 본 발명 열전발전모듈의 단위체의 구성도이다.
- [0037] 본 발명의 열전발전모듈은 열전발전을 위한 기본적인 기초 구조인 단위체(10)를 하나 이상 구비한다. 즉, 본 발명의 열전발전모듈은 하나의 단위체를 갖는 구조를 취할 수도 있고, 복수 개의 단위체들의 집합체 구조를 이룰 수도 있는 등 설계사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.
- [0038] 도면을 참조하면, 본 발명의 열전발전모듈은 상이한 온도를 구비하여 양자 간에 온도차를 갖는 상이한 두 개의 열원 사이에 배치되는 하나 이상의 단위체(10)를 구비한다.
- [0039] 단위체(10)는 열전발전을 이루는 기초 구조로서, 단위체(10)는 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)과, 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)을 포함하는데, 본 발명의 단위체(10)는 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 배치되어 소정의 가요성을 제공하여 열전발전 모듈의 활용성을 극대화시킬 수 있다.

- [0040] 보다 구체적으로, 본 발명의 열전발전모듈은 플렉서블 베이스 기관(100)을 더 구비하는데, 여기서 플렉서블 베이스 기관은 기관 내지 박막 타입의 필름을 통칭하는 것으로 정의한다. 이와 같은 플렉서블 베이스 기관은 PDMS(Poly dimethyl siloxane), 폴리이미드(Polyimide), 폴리 카보네이트(Poly carbonate), PMMA(Poly methyl methacrylate), 사이클릭 올레핀 코폴리머(COC;Cyclo olefin copolymer), 파릴린(Parylene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리실란(polysilane), 폴리실록산(polysiloxane), 폴리실라잔(polysilazane), 폴리카르보실란(polycarbosilane), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylate), 폴리메틸아크릴레이트(polymethylacrylate), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸아크릴레이트(polyethylacrylate), 폴리에틸메타크릴레이트 (polyethylmetacrylate), 사이클릭 올레핀 폴리머(COP), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 폴리아세탈(POM), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에스테르설포(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴플로라이드(PVDF), 퍼플루오로알킬 고분자(PFA) 중 어느 하나로 구성되거나 이들의 조합으로 형성될 수 있다.
- [0041] 제 1 전극(20)은 열원 중 어느 하나의 열원 측(TH)에 배치되고, 제 2 전극(20)은 다른 하나의 열원 측(TL)으로 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 제 1 전극(20)은 두 개가 상호 이격 배치된다. 본 실시예에서 단위체(10)는 두 개의 제 1 전극(20)과 하나의 제 2 전극(30)으로 도시되었으나, 경우에 따라 제 1 전극과 제 2 전극이 반대로 되는 구조, 즉 제 1 전극이 한 개가 배치되고, 제 2 전극이 두 개가 배치되는 구조를 포함할 수도 있음은 본 발명의 실시예에서 명백하다.
- [0042] 본 실시예에서 제 1 전극(20)은 고온 열원 측(TH)에 배치되고, 제 2 전극(30)은 저온 열원 측(TL)에 배치되거나 이는 일례로서 서로 반대되는 구성을 취할 수도 있는 등다양한 변형이 가능하다.
- [0043] 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 다양한 방식으로 형성될 수도 있으나 본 발명의 일실시예에 따른 열전발전모듈의 나노입자 필름은 용액 공정, 특히 스핀코팅 방식으로 형성되어 기관의 제약성을 해소함으로써 본 발명의 플렉서블 베이스 기관(100)과 같은 가요성 재료의 기관 상에서의 구현을 가능하게 할 수도 있다.
- [0044] 제 1 나노입자 필름(50)은 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)을 연결시키되, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어지고, 제 2 나노입자 필름(60)은 제 1 나노입자 필름(50)을 형성하는 타입과 다른 타입의 반도체로 이루어지고, 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 서로 이격되어 일측은 상기 제 1 전극 측에 연결되고, 타측은 제 2 전극 측에 연결된다. 즉, 제 1 나노입자 필름(50)이 n 타입일 경우 제 2 나노입자 필름(60)은 p 타입, 역으로 제 1 나노입자 필름(50)이 p 타입일 경우 제 2 나노입자 필름(60)은 n 타입의 도체 또는 반도체로 이루어진다.
- [0045] 본 발명의 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 칼코젠 화합물을 포함한다. 보다 구체적으로, 본 발명의 일실시예에서 제 1 나노입자 필름(50)에 구비되는 제 1 나노입자는 HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하고, 제 2 나노입자 필름(60)에 구비되는 제 2 나노입자는 HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하는데, 본 실시예에서 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 콜로이드 방식으로 형성되는 나노입자를 재분산시킨 나노입자 용액을 스핀코팅 방식으로 형성하였다.
- [0046] 제 1 나노입자 필름(50)의 일측은 제 1 전극(20) 중 어느 하나에 연결되고, 제 1 나노입자 필름(50)의 타측은 제 2 전극(30)에 연결된다. 또한, 제 2 나노입자 필름(50)의 일측은 제 1 전극(20) 중 다른 하나에 연결되고, 제 2 나노입자 필름(60)의 타측은 제 2 전극(30)에 연결되되 제 1 나노입자 필름(50)과 이격되어 제 2 전극(30)과 연결 배치된다.
- [0047] 상기와 같이 이루어지는 본 발명의 열전발전모듈의 단위체(10)는 제 1 전극(20) 및 제 2 전극(30)이 대향되게 배치되고, 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)이 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)을 연결하여 배치되는데, 도 1의 본 실시예에서 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)은 동일 평면 상에 배치된다. 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)은 서로 이격되어 배치되되, 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)도 제 1 전극(20) 및 제 2 전극(30) 사이에 서로 이격되어 배치된다. 제 1 전극(20) 중 적어도 어느 하나는 인접 단위체(10a)의 제 1 전극(20) 중 어느 하나와 연결되고, 단위체(10) 중의 적어도 하나의 제 1 전극(20), 제 2 전극(30) 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)은 "ㄷ"자 형태 형성이 가능하다. 즉, 단위체(10)는 다양한 배치 구조가 가능하나, 본 발명의 열전발전모듈의 단위체(10) 중의 적어도 하나는 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)

0)이 서로 평행하게 이격되어 배치되나, 제 1 전극(20)은 두 개가 그리고 제 2 전극(30)은 한 개가 구비되어 길이 방향에 대하여 동일 선분으로 투영시킬 때 서로 일부만이 중첩되는 구조를 취함으로써 제 1 전극(20)의 중심과 제 2 전극(30)의 중심이 서로 이격되는 구조를 취한다. 또한, 적어도 이와 같은 단위체를 포함하는 복수 개의 단위체의 연속적 연결 배치를 이룸으로써, 제 1 전극(20) 중의 어느 하나는 인접한 다른 인접 단위체(10a)의 제 1 전극(20)과 연결되어, 결과적으로 단위체 내의 적어도 하나의 제 1 전극(20), 제 2 전극(30) 및 제 1 나노입자 필름(50) 및 제 2 나노입자 필름(60)은 "ㄷ"자 형태 형성 배치 구조를 이룬다.

[0048] 이러한 본 발명의 열원발전모듈의 단위체는 설계 사양에 따라 일렬 연결되는 구조를 취할 수도 있다. 즉, 도 2의 (a) 내지 (d)에는 단위체(10)의 개수가 1개, 2개, 3개, 5개로 증가하는 구조의 열원발전모듈의 일례가 도시되는데, 도면 상 단위체(10)의 상부에 고온 열원 측을 인위적으로 형성하여 성능 테스트를 위한 히터 열선 라인(H)이 배치되었다. 이와 같은 직렬 연속 배치 구조를 통하여 시리얼 연결 구조를 이용하여 개수를 증가시킴으로써 설계 사양에 따른 소정의 전압 전류를 형성할 수 있다.

[0049] 도 3에는 도 2의 (a) 내지 (d)에 대한 온도차에 따른 전압 변화가 도시되는데, 단위체의 개수의 증가에 따른 대체적인 선형적 증가 양상을 나타내나, 저온측과 고온 측 열원 간의 온도차가 커질수록 선형적 증가 양상을 나타내는데, 직렬 연속 연결 배치 구조의 단위체 개수가 증가할 수록 전압 변화의 차이가 더욱 커지는 양상을 나타낸다. 따라서, 필요로 하는 열전용량에 따라 개수의 선택적 조합을 통하여 소정의 설계 사양을 충족시키는 직렬 연속 연결 배치 구조를 형성할 수도 있다.

[0050] 또 한편, 제 1 전극(20) 및 제 2 전극(30) 사이로 플렉서블 베이스 기관(100)의 일면에는 열차단 보호층(110)이 배치되는데, 열차단 보호층(110)은 제 1 나노입자 필름(50), 제 2 나노입자 필름(60)을 도포한다. 열차단 보호층(110)의 커버리지는 제 1 나노입자 필름(50), 제 2 나노입자 필름(60)까지, 경우에 따라 제 1 전극 내지 제 2 전극의 적어도 일부까지 이루어져, 제 1 나노입자 필름(50), 제 2 나노입자 필름(60)이 플렉서블 베이스 기관(100)의 일면 상에서 외부로 노출되지 않도록 하여 플렉서블 베이스 기관(100)의 일면에 배치되는 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30)의 열온도차에 의하여 제 1 나노입자 필름과 제 2 나노입자 필름이 외부로부터 받는 영향이 최소화된 상태로 열전달을 이루도록 한다.

[0051] 즉, 본 발명의 열전발전모듈은 다른 구성요소들이 플렉서블한 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 실장되는 구조를 취하는데, 하나 이상의 단위체(10)들이 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 실장되되 단위체(10)의 제 1 전극(20) 및 제 2 전극(30)이 열전소자로서의 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)에 의하여 직렬 연결되며, 제 1 전극(20) 및 제 2 전극(30) 사이에, 보다 구체적으로는 플렉서블 베이스 기관(100)의 일면 상에서 제 1 나노입자 필름(50), 제 2 나노입자 필름(60)을 완전하게 덮는 열차단 보호층(110, 도 10 참조)을 형성한다.

[0052] 열차단 보호층(110)은 플렉서블 베이스 기관(100)의 윗면에 배치되는 다른 열원으로의 노출을 방지하여 열전발전모듈에 단열 효과를 부여하여 열전성능을 향상시킴과 동시에 플렉서블 베이스 기관(100)의 일면 상에 배치되는 구성요소들이 외부로부터의 이물질 유입으로 인한 손상을 방지하기 위함이다. 이러한 열차단 및 보호적 기능을 수행하도록, 본 실시예에서 열차단 보호층(110)은 ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , SiC 또는 ZrO_2 와 같은 세라믹 계열 재료 및 단열특성이 우수한 폴리머 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0053] 한편, 본 발명의 열전발전모듈은 이와 같은 "ㄷ"자 형상을 이루는 단위체를 포함하는 단위체들을 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 직렬 연속 배치하여 어느 하나의 열원을 포획하는 구조를 취할 수도 있다(도 7 및 도 8 참조). 도 8에서 단위체는 예시적으로 한 개가 도시되었으나, 열원의 주위를 포획하여 반복 직렬 연속 배치되며, 여기서 점선은 단위체의 반복 배치를 의미한다. 본 실시예에서는 원형 배치로 도시되었으나, 경우에 따라 사각형 연속 배치 구조, 비정형 배치 구조를 이룰 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0054] 도 4에는 열전발전모듈의 단위체(10)가 연속적으로 배치되어 본 발명의 열전발전모듈을 구성한 일례를 나타낸 부분 사시도가 도시되는데, 도 4의 경우 열전 성능 테스트를 위한 인위적 열원 제공을 이루도록 히터 열선 라인 터미널(TRMH)을 갖는 히터 열선 라인(H)이 부가적으로 배치되고, 사전 설정 개수의 제 1 전극 내지 제 2 전극마다 연결 인출되는 전극 터미널 단자(TRMC)가 부가 배치되는 플랫폼 구조로 형성되었으나 이들 구성은 경우에 따라 배제될 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다.

[0055] 상술한 바와 같이, 제 1 전극(20), 제 2 전극(30) 및 제 1 나노입자 필름(50)과 제 2 나노입자 필름(60)에 의하

여 연결되어 이루어진 "ㄷ" 자 형상의 단위체(10)들을 포함하는 복수 개의 단위체들을 직렬 연결하여 연속적인 배치를 이루어 실질적인 원형 버튼 구조를 형성하는 열전발전모듈을 구성한다.

[0056] 도 5의 (a) 내지 (c)에는 도 4와 같이 플랫폼화된 직렬 연속 연결 구조의 단위체를 구비하는 열전발전모듈의 테스트 과정의 상태도가 도시된다. 도 5에서 플랫폼 구조의 열전발전모듈의 전극 터미널 단자(TRMC) 및 히터 열선 라인 터미널(TRMH)의 경우 각각의 사이마다 5개씩의 단위체가 배치되는 구조를 형성하여, 도 5 (a)의 경우 총 5개의 단위체(10, pn array)를, (b)의 경우 총 10개의 단위체를, (c)의 경우 총 20개의 단위체를 직렬 연결한 구조에 대한 인위적 열원 형성 및 이에 따른 검측 상태를 도시하고, 각 검측 결과로서의 전압이 도 6에 도시된다. 도 6에는 도 5에 도시되지 않는 단위체의 개수가 30개 및 40개인 경우에 대하여도 추가되었다. 단위체의 개수가 20인 경우와 30개인 경우의 전압차는 여타 경우 대비하여 다소 비선형적 증가 양상을 나타내나, 대체적으로 단위체의 개수에 비례하여 증가하는 양상을 나타냄을 알 수 있다.

[0057] 한편, 상기와 같이 원형 링 집적 구조를 형성한 단위체(10)들이 포획하는 중앙에는 어느 하나의 열원, 즉 고온 측 열원(TH, heat source)이 설치되고 포획한 영역의 외측에 고온 측 열원(70)보다 낮은 온도의 열원이 배치되는 구조를 통하여, 이들 두 개의 열원 사이에 배치되는 상기 단위체(10)들에 의하여 열전 발전(發電)이 수행된다. 고온 측 열원(TH)에는 열전도율이 높은 전도성 재료, 예를 들어 금속 박막 패틴(THF)이 형성되어 복수 개의 단위체(10) 들의 제 1 전극(20) 측으로의 열전달이 신속하고 고르게 이루어지도록 할 수도 있다. 터치 버튼으로 구현되는 본 발명의 열전발전모듈의 일실시예가 도 7(전극 터미널 단자(TRMC)가 부가된 경우) 및 도 8에 도시되는데, 고온 열원 측으로 구현되는 금속 박막 패틴(THF)의 외측에 단위체(10)가 복수 개의 직렬 연속 연결되어 금속 박막 패틴(THF)을 포획하는 구조를 형성한다. 사용자가 금속 박막 패틴(THF)을 접촉하는 경우, 소정의 체온이 금속 박막 패틴(THF)을 통하여 제 1 전극(20) 측과 제 2 전극(30) 측 간의 열온도차를 형성하고 형성된 열온도차에 의하여 제 1 전극, 제 2 전극, 제 1 나노입자 필름 및 제 2 나노입자 필름 간의 단위체마다 소정의 전압이 형성되고 직렬 연결된 복수 개의 단위체에 대응하는 소정의 전압 형성이 이루어져 발생하는 전기적 신호는, 이와 연결되는 다른 장치(미도시)에 전달되어 소정의 스위칭 기능을 수행하는 구조를 취할 수도 있다. 또한, 이러한 열전발전모듈은 체온 내지 신체적 변화를 감지하는 의료 기구 내지 장치 등에 활용될 수도 있는 등 다양한 변화 적용이 가능하다.

[0058] 도 9 및 도 10에는 도 8의 열전발전모듈에 대하여 테스트 상태도 및 전압 선도가 도시되는데, 본 실시예에서는 20개의 단위체를 기준으로 테스트되었으나 개수는 이에 한정되지 않고 다양한 변화가 가능함은 당연하다. 사용자가 손가락을 금속 박막 패틴(THF)에 접촉 및 비접촉 상태 형성을 반복하는 경우 사용자의 신체 온도와 실내 온도와의 차이에 의하여 변화되는 전기 신호가 발생하는데, 이와 같은 소정의 전기적 신호 변화를 이용하여 앞서 기술한 바와 같은 소정의 스위칭 기능을 위한 터치 버튼으로 구현될 수도 있다.

[0059] 또한, 도 11에는 본 발명의 일예에 따른 열전발전모듈(1)을 구비하는 헬스케어유니트(1000)의 일예가 도시된다. 헬스케어유니트(1000)는 열전소자로서 전원부 기능을 수행하는 열전발전모듈(1)과 열센서(2)와 메모리부(3)와 무선송수신부(4)를 포함할 수 있는데, 열전발전모듈(1)은 열센서(2) 및/또는 메모리부(3) 및/또는 무선송수신부(4)에 전원을 공급하고, 공급된 전원을 이용하여 열센서(2)는 감지된 환자의 체온 정보를 메모리부(3)로 전달하여 체온 정보가 저장되고, 메모리부(3)는 무선송수신부(4)로 저장된 체온 정보를 전달하고, 무선송수신부(4)는 전달된 체온 정보를 외부 장치(미도시)로 송신하거나 외부 장치로부터 신호를 수신하는 기능을 수행할 수 있는데, 열전발전모듈(1)에서 환자의 체온을 고온 열원 측으로 활용하여 체온을 이용한 전력 생산을 이루고 생산된 전력을 이용하여 소정의 정보 감지 및 송수신을 이루어 환자-의사 간 내지 의사-의사간 송수신을 통한 원격 진료 시스템의 구축을 가능하게 할 수도 있다. 이 경우, 열센서(2)는 체온을 감지하는데, 앞서 기술된 바와 같이 열센서도 열전소자로서의 단위체를 갖는 열전발전모듈 구조를 이루어 자가적 체온을 통한 전력 생성으로 대체적 범위의 체온 정보 감지 및 전달 기능을 수행하는 구조를 취할 수도 있다.

[0060] 또한, 도 12에는 본 발명의 일실시예에 따른 열전발전모듈(1)을 구비하는 통합소자(2000)의 전원 장치, 스위치, 각종 열 온도 기반 센서 등으로 구현되어 통합되는 구조를 취할 수도 있는데, 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 형성되는 단위체 들의 구조로 인하여 두께 내지 크기를 초박막 내지 미세화시켜 무한한 디자인적 자유도를 부여함으로써, 각종 일상 생활 디바이스, 산업 설비 및 인체 삽입형 의료 기기, 의복, 및 각종 웨어러블 기기 구현도 광범위화시킬 수 있다.

[0061] 이하에서는, 본 발명의 일예에 따른 열전발전모듈의 제조 과정을 도면을 참조하여 설명하다. 도 13에는 본 발명 일예에 따른 열전발전모듈의 제조 공정이 도시된다.

- [0062] 본 발명의 열전발전모듈의 제조 방법상의 가장 큰 특징은, 나노입자를 플렉서블 베이스 기판상에 스핀코팅의 용액공정을 통하여 나노입자 필름을 형성함으로써, 나노입자 필름을 각 전극들과 결선시키는 단계를 가지고 있다는 점이다. 이러한 본 발명 열전발전모듈의 제조 공정을 도면에 기재된 알파벳순의 단계(a 내지 j 단계)에 따라서 개조식으로 설명하면 다음과 같다.
- [0063] (a) 내지 (d) 단계: 나노입자 필름 형성을 위한 나노입자 용액 제공 단계
- [0064] 콜로이드 방법으로 나노입자를 합성하고 응축 및 원심 분리시켜, 나노입자 파우더를 추출한 후 재분산시켜 나노입자 용액을 형성하여 제공한다.
- [0065] 먼저, (a) 단계에서 콜로이드 방법으로 나노입자 합성하는데, p 타입 반도체로 이루어지는 제 1 나노입자로, HgTe, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, PbTe의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물(chalcogenides)을 포함하고, n 타입 반도체로 이루어지는 제 2 나노입자로, HgSe, Sb₂Se₃, Bi₂Se₃, PbSe, PbS의 그룹 중에서 하나 이상의 칼코게나이드 화합물을 포함하도록 반도체 화합물의 나노입자를 합성할 수 있다.
- [0066] 구체적으로, 도 12의 (a)에 도시된 바와 같이 플라스크(three neck round bottom flask)에 탈이온수(DI water) 250 ml와 머큐리 퍼클로레이트 하이드레이트(Mercury(II) perchlorate hydrate; Hg(ClO₄)₂·xH₂O) 1.98g을 녹이고 1-티오글리세롤(1-Thioglycerol) 1 ml를 첨가하여 용액을 제조한다. 제조된 용액에 대하여 pH 11.4를 맞추도록 수산화나트륨(NaOH) 1M을 첨가하여 지속적으로 교반시킨다.
- [0067] 동시에, 다른 플라스크(3neck round bottom flask)에는 전구체(precursor)로서 Al₂Te₃를 0.3g 또는 Al₂Se₃를 0.2g 투입하여 준비한다. 두 개의 플라스크(three neck round bottom flask)는 소통되도록 연결시키고 N₂ 분위기 30분 유지시킨 후, 염산(HCl) 4M의 40ml를 전구체(precursor)가 든 다른 플라스크에 첨가한다. 그런 후, 대략 30분 정도 경과시키면, 해당 용액이 완전히 갈색으로 변하면서 나노입자가 합성된다.
- [0068] 그런 후, (b) 단계에서 합성 완료된 용액(본 실시예의 경우 대략 250 ml)을 진공이 형성된 환경 상태로 증탕기에서 대략 60°C의 온도로 해당 용액이 대략 60 ml될 때까지 응축 공정(condensation)을 진행한다.
- [0069] 그런 후, (c) 단계에서 응축 완료된 용액과 아이소프로필알코올(2-propanol) 용액(1:2)을 시험관 튜브(tube)에 넣어 원심분리 공정을 실행한다. 이때, 원심분리 속도는 대략 1300 rpm 범위이며, 약 15 분 정도의 공정 시간을 형성하였고, 본 실시예에서는 대략 4~7nm의 나노입자 파우더가 합성되었다. 유기 덮개물질(organic capping)로 인한 절연 발생 등의 문제를 해소하도록 대략 10분 동안 아세톤(acetone) 및/또는 메탄올(methanol)을 해당 시험관 튜브에 넣은 후 나노입자 파우더를 세척하고 건조시켜 유기 덮개물질이 제거된 나노입자 파우더를 도출한다.
- [0070] 그런 후, (d) 단계에서 탈이온수(DI water) 100 ul 당 나노입자 파우더 10 mg을 재분산시켜 제 1 나노입자 용액과 제 2 나노입자 용액을 형성 제공한다.
- [0071] (e) 단계: 제 1 전극을 위한 패턴을 형성하는 제 1 전극 패턴 형성 단계
- [0072] 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 포토 리소그래피(Photo Lithography) 방법을 이용하여 제 1 전극을 위한 사각형의 비아(201)를 구비하는 패턴(200)을 형성한다.
- [0073] 구체적으로는, 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 감광액을 도포하고, 노광 장비를 이용하여 해당 패턴이 담긴 마스크에 빛을 통과시켜 선택적으로 조사시킨 후(노광 과정) 현상액을 분사하여 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 제 1 전극을 형성하기 위한 비아(201)를 구비하는 패턴(200)을 형성한다.
- [0074] 필요시, 측정 장비나 광학 현미경 또는 육안을 통하여 해당 패턴이 양호하게 형성되었는지 검수한다.
- [0075] (f) 단계: 제 1 전극을 형성하는 제 1 전극 증착 단계
- [0076] 상기와 같이 플렉서블 베이스 기판층(300) 상에 패턴(200)이 형성되면, 공지의 진공 열 증착공정 (thermal evaporation process)나 스퍼터 공정 (sputter deposition process)을 통하여 상기 패턴(200) 상에 전기전도도가 양호한 도전층을 증착시켜 제 1 전극층(300)을 형성한다.

- [0077] 제 1 전극층(300)이 형성된 후, 공지의 리프트 오프(Lift-Off) 공정을 통하여 플렉서블 베이스 기판(100)상에 형성된 패턴(200)을 제거한다. 패턴(200)이 제거되면 비아(via, 관통공)(201)의 위치에 형성된 제1 전극(20)이 만들어지게 된다.
- [0078] (g) 단계: 제 1 나노입자 필름 형성을 위한 패턴을 형성하는 제 1 나노입자 필름 패턴 형성 단계
- [0079] 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 포토 리소그래피(Photo Lithography) 방법을 이용하여 제 1 나노입자 필름 형성을 위한 사각형의 비아(401)를 구비하는 패턴(400)을 형성한다.
- [0080] 구체적으로는, 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 감광액을 도포하고, 노광 장비를 이용하여 해당 패턴이 담긴 마스크에 빛을 통과시켜 선택적으로 조사시킨 후(노광 과정) 현상액을 분사하여 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 제 1 나노입자 필름을 형성하기 위한 비아(401)를 구비하는 패턴(400)을 형성한다.
- [0081] (h) 단계: 제 1 나노입자 필름을 형성하는 제 1 나노입자 필름 형성 단계
- [0082] 상기와 같이 플렉서블 베이스 기판층(300) 상에 패턴(400)이 형성되면, 용액 공정, 즉 제 1 나노입자 용액으로 스핀 코팅 공정을 실행하여 패턴(400)을 포함하는 일면 상에 제 1 나노입자 필름층(500)을 형성한다.
- [0083] 이때, 스핀 코팅 공정시 플렉서블 베이스 기판(100), 구체적으로 플렉서블 베이스 기판(100)이 배치되는 스핀 코터의 회전속도는 500rpm 내지 7000rpm의 속도 범위를 갖는다.
- [0084] 본 발명의 플렉서블 베이스 기판의 회전시, 사전 설정 시간 동안 사전 설정된 서로 상이한 제 1 및 제 2 회전속도($\text{rpm}_1, \text{rpm}_2; \text{rpm}_1 \neq \text{rpm}_2$)로의 속도 변화가 발생할 수 있는데, 제 1 회전속도(rpm_1)는 제 2 회전속도(rpm_2)보다 느리고($\text{rpm}_1 < \text{rpm}_2$), 제 1 회전속도(rpm_1)의 회전시간(t_1)과 제 2 회전속도(rpm_2)의 회전시간(t_2)보다 짧다($t_1 < t_2$). 특히, 본 실시예에서 제 1 회전속도(rpm_1)은 500rpm으로, 제 2 회전속도(rpm_2)는 7000rpm으로 제 1 회전속도와 제 2 회전속도의 비는 1:12이하이고, 제 1 회전속도의 회전시간(t_1)은 5sec, 제 2 회전속도의 회전시간(t_2)은 40sec로 제 1 회전속도의 회전시간(t_1)과 제 2 회전속도의 회전시간(t_2)의 비는 1:8이하이다. 이러한 회전속도 및 회전속도 회전시간은 제 1 나노입자 용액 및 제 2 나노입자 용액 모두에 적용될 수도 있다. 이러한 속도 변화 및 속도 변화의 지속 시간 변동을 통하여, 저속의 초기 스핀 코팅 단계에서 해당 나노입자 용액의 균등한 분포 내지 배분을 가능하게 하고 고속의 후기 스핀 코팅 단계에서 초박막 형태의 나노입자 필름층 형성을 가능하게 한다.
- [0085] 제 1 나노입자 필름층(500)이 형성된 후, 공지의 리프트 오프(Lift-Off) 공정을 통하여 플렉서블 베이스 기판(100)상에 형성된 패턴(400)을 제거한다. 패턴(400)이 제거되면 비아(via, 관통공)(401)의 위치에 형성된 제 1 나노입자 필름(50)이 만들어지게 된다.
- [0086] (i) 단계: 제 2 나노입자 필름 형성을 위한 패턴을 형성하는 제 2 나노입자 필름 패턴 형성 단계
- [0087] 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 포토 리소그래피(Photo Lithography) 방법을 이용하여 제 2 나노입자 필름 형성을 위한 사각형의 비아(601)를 구비하는 패턴(600)을 형성한다. 비아(601)의 형성 위치는 제 1 전극과 차후 형성될 제 2 전극의 위치 사이로 제 1 나노입자 필름(50)이 형성된 위치에서 이격 형성된다.
- [0088] 구체적으로는, 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 감광액을 도포하고, 노광 장비를 이용하여 해당 패턴이 담긴 마스크에 빛을 통과시켜 선택적으로 조사시킨 후(노광 과정) 현상액을 분사하여 플렉서블 베이스 기판(100) 상에 제 2 나노입자 필름을 형성하기 위한 비아(601)를 구비하는 패턴(600)을 형성한다.
- [0089] (j) 단계: 제 2 나노입자 필름을 형성하는 제 2 나노입자 필름 형성 단계
- [0090] 상기와 같이 플렉서블 베이스 기판층(300) 상에 패턴(600)이 형성되면, 용액 공정, 즉 제 2 나노입자 용액으로 스핀 코팅 공정을 실행하여 패턴(600)을 포함하는 일면 상에 제 2 나노입자 필름층(700)을 형성한다.
- [0091] 제 2 나노입자 필름층(700)이 형성된 후, 공지의 리프트 오프(Lift-Off) 공정을 통하여 플렉서블 베이스 기판(100)상에 형성된 패턴(600)을 제거한다. 패턴(600)이 제거되면 비아(via, 관통공)(601)의 위치에 형성된 제 2

나노입자 필름(60)이 만들어지게 된다.

[0092] (k) 단계: 제 2 전극을 위한 패턴을 형성하는 제 2 전극 패턴 형성 단계

[0093] 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 포토 리소그래피(Photo Lithography) 방법을 이용하여 제 2 전극을 위한 사각 형의 비아(801)를 구비하는 패턴(800)을 형성한다. 비아(801)의 형성 위치는 제 1 전극과 이격하여 대향 배치된다. 구체적으로는, 앞서 제 1 전극의 경우와 동일하게 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 감광액을 도포하고, 노광 장비를 이용하여 해당 패턴이 담긴 마스크에 빛을 통과시켜 선택적으로 조사시킨 후(노광 과정) 현상액을 분사하여 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 제 2 전극을 형성하기 위한 비아(801)를 구비하는 패턴(800)을 형성한다.

[0094] (l) 단계: 제 2 전극을 형성하는 제 2 전극 증착 단계

[0095] 앞서 제 1 전극 증착 단계와 동일하게, 상기와 같이 플렉서블 베이스 기관층(300) 상에 패턴(800)이 형성되면, 공지의 진공 열 증착공정 (thermal evaporation process)나 스퍼터 공정 (sputter deposition process)을 통하여 상기 패턴(800) 상에 전기전도도가 양호한 도전층을 증착시켜 제 2 전극층(900)을 형성하고, 제 2 전극층(900)이 형성된 후, 공지의 리프트 오프(Lift-Off) 공정을 통하여 플렉서블 베이스 기관(100)상에 형성된 패턴(800)을 제거한다. 패턴(800)이 제거되면 비아(via, 관통공)(801)의 위치에 형성된 제 2 전극(60)이 만들어지게 된다. 제 2 전극(60)에는 제 1 나노입자 필름(50) 및 제 2 나노입자 필름(60)이 단부가 각각 이격 연결된다.

[0096] (m) 및 (n) 단계: 열차단 보호층을 형성하는 보호층 형성 단계

[0097] 제 2 전극 형성이 완료된 후, 제 1 전극과 제 2 전극의 사이에 보호층이 형성될 수 있는데, 보호층(800)(passivation layer)은 실리콘 산화막으로 이루어질 수 있다. 상기의 보호층(800)은 단열 효과와 함께 외부로부터의 이물질 유입을 방지하는 기능을 한다.

[0098] 상술한 바와 같은 단계에 의하여 제조되는 본 발명의 열전발전모듈은 도 12 의 (m) 및 (n) 부분에 도시된 바와 같이, 앞서 기술된 바와 같이 포토리소그래피

[0099] 플렉서블 베이스 기관(100) 상에 포토 리소그래피(Photo Lithography) 방법을 이용하여 열차단 보호층(901) 형성을 위한 비아(903)를 구비하는 패턴(902)을 형성하고, 상기한 소정의 보호층 재료로 코팅하여 제 1 전극(20)과 제 2 전극(30) 사이로 상기 제 1 및 제 2 나노입자 필름(50,60)의 상부에 열차단 보호층(901)을 형성하여 절연성 및 열차단 보호 기능을 통한 외란으로 인한 성능 저하를 최소화시킬 수 있는 구조를 제공할 수 있다.

[0100] 상기와 같이 제조되는 본 발명의 열전발전모듈은 자동차 온도조절 시트(Climatic C-ntr-l)와 같은 자동차 부품, 반도체(순환기, 냉각판), 바이오(혈액분석기, PCR, 시료온도사이클 테스트기), 이학분야(스펙트로포토미터), 광학분야(CCD 쿨링, 적외선센서 냉각, 레이저다이오드 냉각, 포토다이오드 냉각, SHG 레이저 냉각), 컴퓨터(CPU 냉각), 가전제품(김치냉장고, 소형냉장고, 냉온수기, 와인냉장고, 쌀통, 제습기 등), 발전(폐열발전기, 리모트 파워발전) 등 열과 전기가 연동하는 다양한 분야에 적용 가능하다. 직렬 연결 가능한 구조를 통하여 대면적화 가능한 구조를 이루는 범위에서 다양한 변형이 가능하며, 플렉서블 베이스 기관에 실장되는 구조 내지 유연 재료로서의 기능성 섬유 등에 실장되는 구조를 취하여 인체로부터 발산되는 열을 이용하여 자가 발전을 이루어 스마트폰, 태블릿 등의 휴대 기기의 전원으로 활용할 수도 있다.

[0101] 이상의 설명에서 본 발명의 하이브리드형 열전발전모듈 및 그 제조방법의 구성 및 작동을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 당업자에 의하여 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능하고, 이러한 수정, 변경 및 치환은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0102] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

1; 열전발전모듈

10; 열전발전모듈 단위체

20; 제 1 전극

30; 제 2 전극

50; 제 1 나노입자 필름

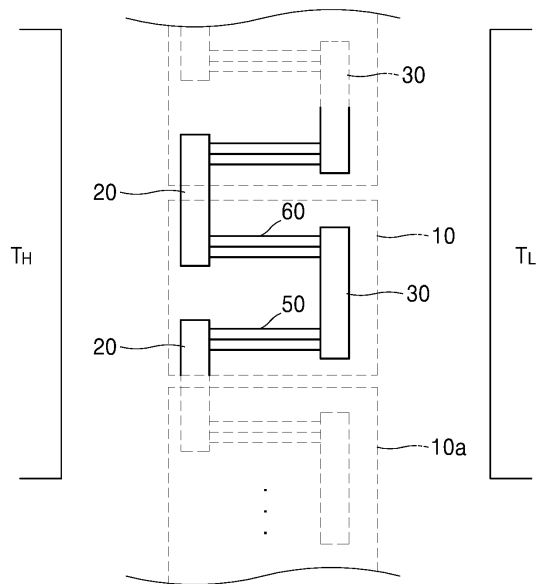
60; 제 2 나노입자 필름

TH, TL; 열원

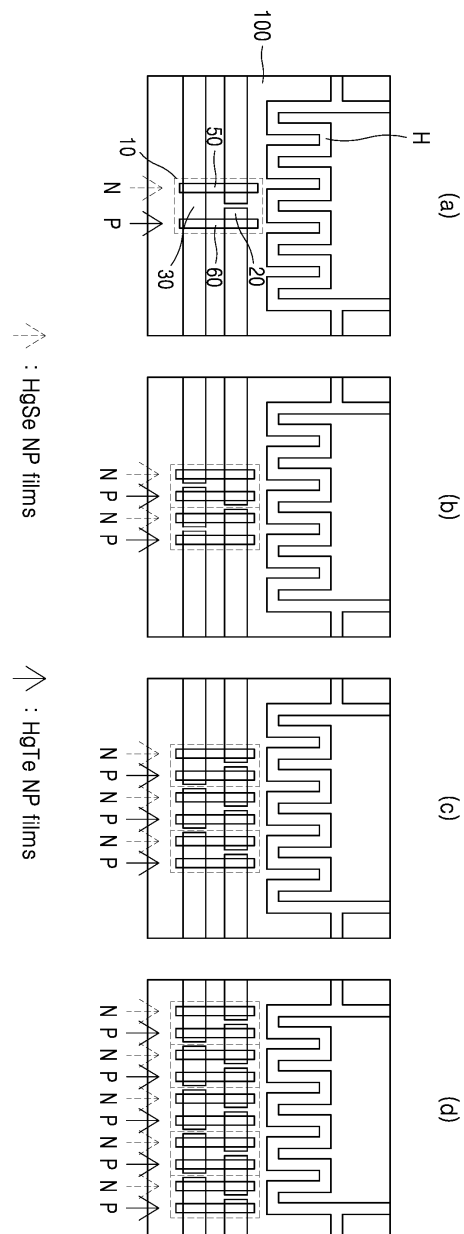
100; 플렉서블 베이스 기판

도면

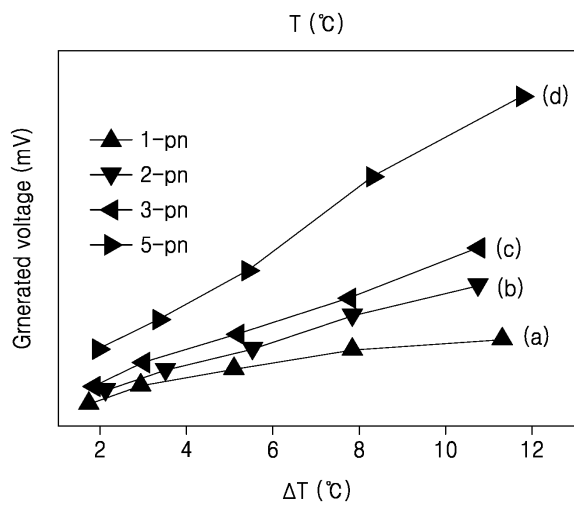
도면1



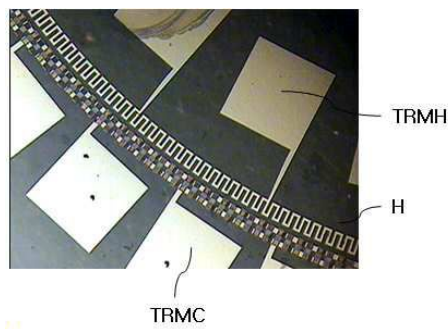
도면2



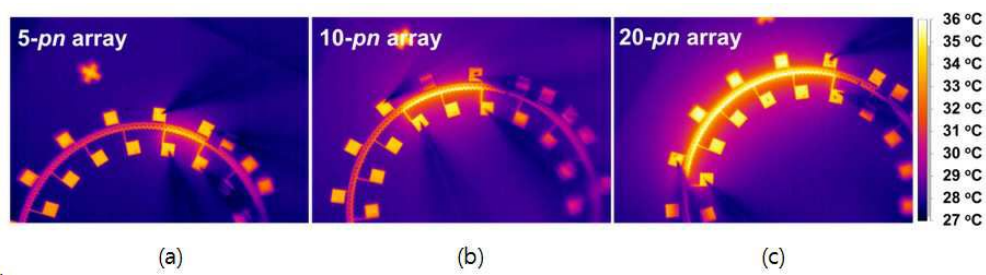
도면3



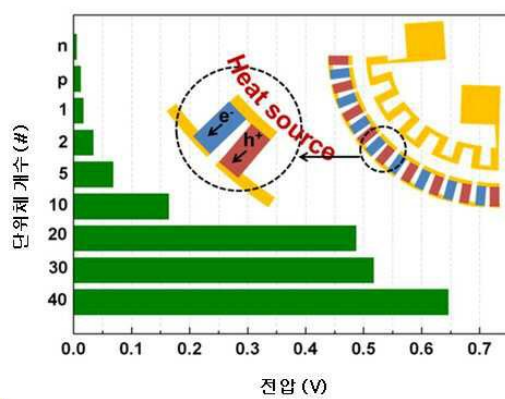
도면4



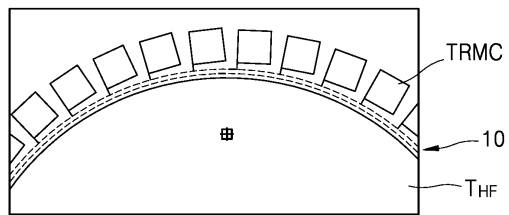
도면5



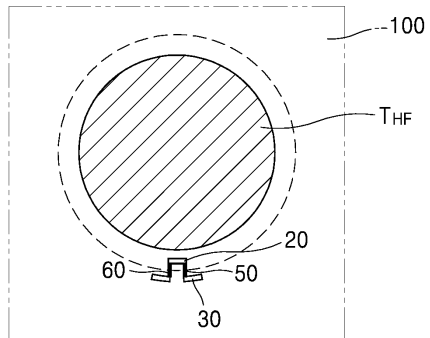
도면6



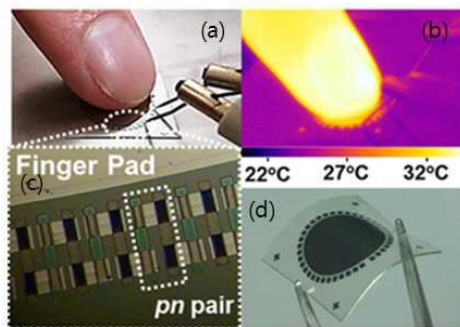
도면7



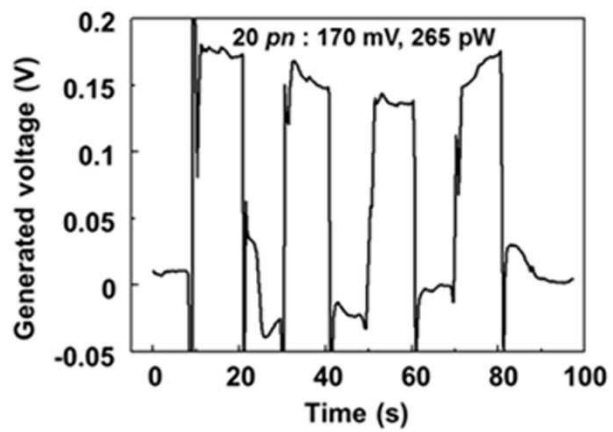
도면8



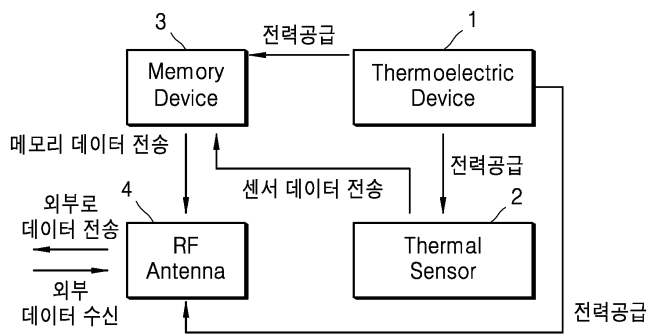
도면9



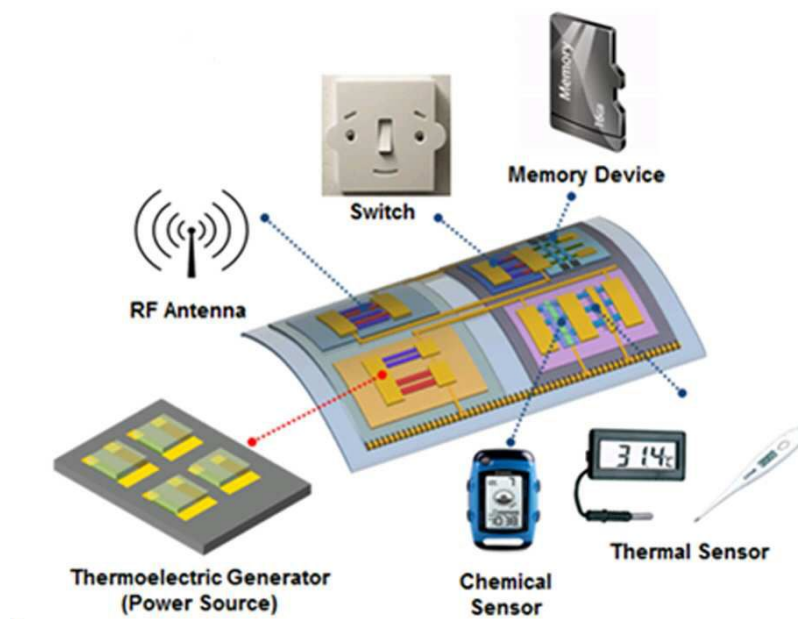
도면10



도면11



도면12



도면13

