(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0029986
(43) 공개일자 2016년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 35/04 (2006.01) *H01L 35/34* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0119312
(22) 출원일자 2014년09월05일
심사청구일자 2015년04월03일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김상식
서울 강남구 도곡로78길 22, 108동 1205호 (대치동, 삼성아파트1차)
조경아
서울 광진구 천호대로110길 72
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
홍동우

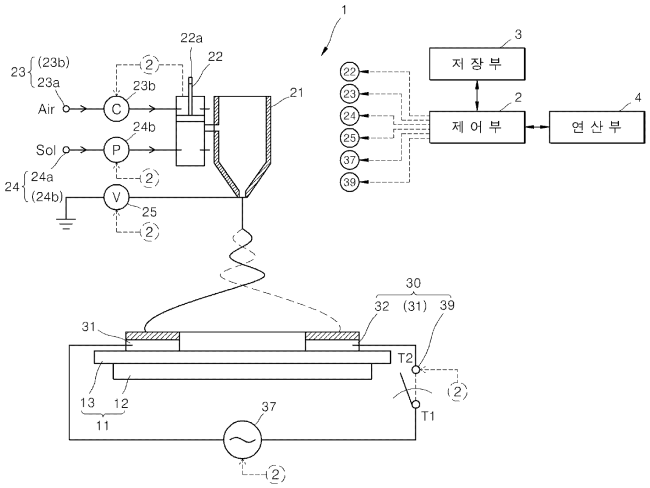
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **나노파이버 열전 발전 모듈, 그 제조방법 및 이를 위한 나노파이버 제조 전기 방사 장치**

(57) 요 약

본 발명은, 나노파이버 열전 발전 모듈을 제조하는 방법으로서, 기판 상에 복수 개의 제 1 전극 및 제 2 전극을 상호 이격시켜 대향 교번 배치되도록 형성하는 전극 형성 단계와, 일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 제 2 전극에 연결되도록, n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 배치시키는 제 1 나노파이버 배치 단계와, 일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 다른 제 2 전극에 연결되도록, 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 배치시키는 제 2 나노파이버 배치 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법 및 이로부터 제조되는 나노파이버 열전 발전 모듈 및 이를 위한 나노파이버 전기 방사 장치를 제공한다.

대 표 도



(72) 발명자

최진용

서울특별시 서초구 서초2동 우성아파트 17동 205호

이동훈

경기 과천시 별양로 85, 410동 1404호 (별양동, 주공아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

나노파이버 열전 발전 모듈을 제조하는 방법으로서,

기판 상에 복수 개의 제 1 전극 및 제 2 전극을 상호 이격시켜 대향 교번 배치되도록 형성하는 전극 형성 단계와,

일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 제 2 전극에 연결되도록, n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 배치시키는 제 1 나노파이버 배치 단계와,

일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 다른 제 2 전극에 연결되도록, 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 배치시키는 제 2 나노파이버 배치 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 나노파이버 배치 단계는:

상기 기판 상에 포토레지스트를 사용하여 제 1 나노파이버를 형성하기 위한 제 1 나노파이버 개구를 구비하는 제 1 나노파이버 패턴을 형성하는 제 1 나노파이버 패턴 형성 단계와,

상기 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 다발을 제공하고, 상기 제 1 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 1 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 1 나노파이버 전사 단계와,

상기 제 1 나노파이버 다발의 일면 상에 보호층을 형성하는 보호층 형성 단계와,

상기 제 1 나노파이버 패턴을 이루는 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제 1 나노파이버 전사 단계는:

전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 정렬 형성되는 나노파이버 중 n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 다발을 제공하는 제 1 나노파이버 다발 제공 단계와,

상기 제 1 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 1 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 1 나노파이버 전사 실행 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 제 2 나노파이버 배치 단계는:

상기 기판 상에 포토레지스트를 사용하여 제 2 나노파이버를 형성하기 위한 제 2 나노파이버 개구를 구비하는 제 2 나노파이버 패턴을 형성하는 제 2 나노파이버 패턴 형성 단계와,

상기 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 다발을 제공하고, 상기 제 2 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 2 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 2 나노파이버 전사 단계와,

상기 제 2 나노파이버 다발의 일면 상에 보호층을 형성하는 보호층 형성 단계와,

상기 제 2 나노파이버 패턴을 이루는 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 2 나노파이버 전사 단계는:

전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 정렬 형성되는 나노파이버 중 제 1 나노파이버와 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 다발을 제공하는 제 2 나노파이버 다발 제공 단계와,

상기 제 2 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 2 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 2 나노파이버 전사 실행 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 6

제 1항 내지 제 5 항 중의 어느 하나의 방법으로 제조되는 나노파이버 열전 발전 모듈.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 기판은 투명 기판이고, 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극은 투명 전극이고, 상기 기판을 사이에 두고 일측에서 반대측으로의 빛의 투광성이 사전 설정된 투광성을 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈.

청구항 8

나노 파이버 열전 발전 모듈로서,

상이한 두 개의 열원 사이에 길이 방향으로 배치되도록 적층 형성되는 복수 개의 단위체를 구비하고,

상기 단위체는:

n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 구비하는 제 1 나노파이버 메쉬와,

상기 제 1 나노파이버와 다른 타입의 제 2 나노파이버를 구비하는 제 2 나노파이버 메쉬와,

상기 제 1 나노파이버 메쉬 및 상기 제 2 나노파이버 메쉬 사이에 개재되는 인슐레이터 레이어와,

상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬의 단부를 연결하는 제 1 전극 및

일단은 상기 제 2 나노파이버 메쉬에 그리고 타단은 인접 적층되는 다른 단위체의 제 1 나노파이버 메쉬와 연결되는 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 열전 발전 모듈.

청구항 9

제 8항에 있어서,

적어도 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬는, 각각 적층 투영시 영역이 교차되는 메쉬 교차 영역 및 비교차되는 메쉬 비교차 영역을 구비하되, 상기 메쉬 비교차 영역에는 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극이 배치되는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션으로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 도전성 필름 또는 도전성 페이스트로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈.

청구항 12

제 8항 내지 제 11항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 투명 전극이고, 상기 인슐레이터 레이어도 사전 설정된 투광성을 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이어 열전 발전 모듈.

청구항 13

나노 파이버 열전 발전 모듈 제조 방법으로서,

n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 구비하는 제 1 나노파이버 메쉬와, 상기 제 1 나노파이버와 다른 타입의 제 2 나노파이버를 구비하는 제 2 나노파이버 메쉬를 제공하는 나노파이버 메쉬 제공 단계와,

상기 제 1 나노파이버 메쉬 및 상기 제 2 나노파이버 메쉬를 구비하는 단위체를 하나 이상 적층하는 단위체 적층 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 나노파이버 메쉬 제공 단계는:

전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 형성되는 나노파이버 중 n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 메쉬를 형성하는 제 1 나노파이버 메쉬 형성 단계와,

전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 형성되는 나노파이버 중 제 1 나노파이버와 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 메쉬를 형성하는 제 2 나노파이버 메쉬 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 단위체 적층 단계는:

상기 제 1 나노파이버 메쉬를 배치하는 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와,

상기 단위체 제 1 나노파이버 메쉬의 일면 상에 인슐레이터 레이어를 배치하는 단위체 인슐레이터 레이어 배치 단계와,

상기 단위체 인슐레이터 레이어의 일면 상에 제 2 나노파이버 메쉬를 배치하는 단위체 제 2 나노파이버 메쉬 배치 단계와,

상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬의 단부를 연결하는 제 1 전극을 형성하는 단위체 제 1 전극 형성 단계와,

상기 제 2 나노파이버 메쉬의 일면 상에 인슐레이터 레이어를 배치하는 단위체 타 인슐레이터 레이어 배치 단계와,

상기 인슐레이터 레이어의 일면 상에 상기 제 1 나노파이버 메쉬를 형성하는 타단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와,

일단을 상기 제 2 나노파이버 메쉬에 그리고 타단은 타단위체의 제 1 나노파이버 메쉬에 연결시키는 제 2 전극을 형성하는 단위체 제 2 전극 형성 단계를 포함하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

적어도 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬는, 각각 적층 투영시 영역이 교차되는 메쉬 교차 영역 및 비교차되는 메쉬 비교차 영역을 구비하되,

상기 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계 및 상기 단위체 제 2 나노파이버 메쉬 배치 단계에서, 각각의 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 상기 메쉬 비교차 영역에 형성되는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 단위체 제 1 전극 형성 단계 및 상기 단위체 제 2 전극 형성 단계는:

상기 제 1 전극 및 제 2 전극을 형성하는 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션을 도포하는 전극 도포 단계와,

상기 도포된 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션을 경화시키는 전극 경화 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 18

제 15항에 있어서,

상기 단위체 제 1 전극 형성 단계 및 상기 단위체 제 2 전극 형성 단계는:

상기 제 1 전극 및 제 2 전극을 형성하는 도전성 페이스트를 도포하는 전극 도포 단계와,

상기 도포된 도전성 페이스트를 경화시키는 전극 경화 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법.

청구항 19

베이스;

상기 베이스 상부에 이격되어 배치되고 나노파이버를 형성하기 위한 고분자화합물을 제공받아 분사 가능한 전기 방사 노즐과 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 전기 방사 고전압부를 포함하는 전기 방사 출력부; 및

상기 전기 방사 노즐에 대향하여 상기 베이스의 일면 상에 이격 배치되는 복수 개의 대전 전극을 포함하는 전기 방사 대전 전극부와, 상기 전기 방사 대전 전극부를 교번 대전시키는 스위칭 전원부를 포함하는 전기 방사 유도부;를 구비하는 나노파이버를 제조하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 전기 방사 대전 전극부는:

하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 1 대전 전극부와,

적어도 일부가 상기 제 1 대전 전극부를 향하도록 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 2 대전 전극부를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

청구항 21

제 19항에 있어서,

상기 전기 방사 대전 전극부는:

하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 1 대전 전극부와,

상기 제 1 대전 전극부에 대향하여 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 2 대전 전극부와,

상기 제 1 대전 전극부와 직교 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 3 대전 전극부와,

상기 제 1 대전 전극부에 대향하여 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 4 대전 전극부를 구비하고,

상기 제 1 대전 전극부 내지 제 4 대전 전극부는 사각형 배치 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

청구항 22

제 19항에 있어서,

상기 전기 방사 대전 전극부는:

하나 이상의 대전 전극을 포함하는 두 개 이상의 대전 전극부를 구비하되,

상기 어느 하나의 대전 전극부의 적어도 일부는 다른 대전 전극부의 적어도 일부를 향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

청구항 23

제 19항에 있어서,

상기 전기 방사 대전 전극부와 상기 전기 방사 출력부 사이로 상기 전기 방사 대전 전극부의 일면 상부에는 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 나노 파이버를 형성하는 고분자 화합물이 수집되는 오버 프레임이 더 구비되고,

상기 오버 프레임의 중앙에는 관통구가 구비되는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 오버 프레임의 적어도 일부는 전도성 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 열전발전모듈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 나노파이버를 구비하는 열전 발전 모듈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[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 제벡 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 구간

에 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 발생되는 열기전력에 의해서 전류를 흐르도록 만든 회로이다.

[0006] 근래에는 상기와 같은 열전발전모듈의 소형 컴팩트화를 달성하기 위하여 나노파이버(nano-fiber)를 이용하는 열전발전모듈이 개발되고 있으며, 이러한 기술로서 대한민국 특허 공개공보 제 2011-0061751 호(이하, '선행기술 1' 이라 함)에는 전기전도도가 높은 나노입자 또는 나노결정 상태의 무기물에 대한 발명의 내용이 개시되어 있다.

[0007] 또한, 대한민국특허 제 1432835 호(이하, '선행기술 2' 이라 함)에는 열전기적 활성 물질 또는 열전기적 활성 물질의 전구체 화합물을 포함하는 섬유를 처리하여 나노파이버를 제조하는 방법이 공지되어 있다.

[0008] 그러나, 상기의 선행기술 1,2의 경우 제조 공정이 복잡하고 대용량 제조에 한계가 있으며, 열전소자 모듈의 성능 증대에 제약이 있어 열전소자 모듈의 설계 자유도가 저하되는 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위하여 창안된 본 발명은, 열전발전모듈에 있어 나노파이버를 이용하여 제조하되 열전발전모듈의 발전 성능을 향상시킬 수 있으며, 제조공정 및 구조를 단순하게 함으로써 제조원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 컴팩트한 구조를 가진 열전 발전 모듈의 개발을 가능하게 하며, 나아가 전기 방사 장치를 통하여 제조되는 나노파이버를 이용하는 직렬 연결 구조 및 수직 적층 타입의 다양한 배치 구현 구조를 통하여 설계상의 자유도를 증대시킬 수 있는 열전발전모듈 및 그 제조방법 및 이를 위한 나노파이버전기방사장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명은, 나노파이버 열전 발전 모듈을 제조하는 방법으로서, 기판 상에 복수 개의 제 1 전극 및 제 2 전극을 상호 이격시켜 대향 교번 배치되도록 형성하는 전극 형성 단계와, 일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 제 2 전극에 연결되도록, n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 배치시키는 제 1 나노파이버 배치 단계와, 일단이 상기 제 1 전극에 그리고 타단이 대향하는 다른 제 2 전극에 연결되도록, 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 배치시키는 제 2 나노파이버 배치 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법을 제공한다.

[0011] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 나노파이버 배치 단계는: 상기 기판 상에 포토레지스트를 사용하여 제 1 나노파이버를 형성하기 위한 제 1 나노파이버 개구를 구비하는 제 1 나노파이버 패턴을 형성하는 제 1 나노파이버 패턴 형성 단계와, 상기 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 다발을 제공하고, 상기 제 1 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 1 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 1 나노파이버 전사 단계와, 상기 제 1 나노파이버 다발의 일면 상에 보호층을 형성하는 보호층 형성 단계와, 상기 제 1 나노파이버 패턴을 이루는 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프 단계를 포함할 수도 있다.

[0012] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 나노파이버 전사 단계는: 전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 정렬 형성되는 나노파이버 중 n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 다발을 제공하는 제 1 나노파이버 다발 제공 단계와, 상기 제 1 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 1 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 1 나노파이버 전사 실행 단계를 포함할 수도 있다.

[0013] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 제 2 나노파이버 배치 단계는: 상기 기판 상에 포토레지스트를 사용하여 제 2 나노파이버를 형성하기 위한 제 2 나노파이버 개구를 구비하는 제 2 나노파이버 패턴을 형성하는 제 2 나노파이버 패턴 형성 단계와, 상기 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 다발을 제공하고, 상기 제 2 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 2 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 2 나노파이버 전사 단계와, 상기 제 2 나노파이버 다발의 일면 상에 보호층을 형성하는 보호층 형성 단계와, 상기 제

2 나노파이버 패턴을 이루는 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프 단계를 포함할 수도 있다.

[0014] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 제 2 나노파이버 전사 단계는: 전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 정렬 형성되는 나노파이버 중 제 1 나노파이버와 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 다발을 제공하는 제 2 나노파이버 다발 제공 단계와, 상기 제 2 나노파이버 개구를 포함하여 상기 제 2 나노파이버 패턴 측으로 전사 실행시키는 제 2 나노파이버 전사 실행 단계를 포함할 수도 있다.

[0015] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명은, 앞서 열거된 방법 중의 어느 하나의 방법으로 제조되는 나노파이버 열전 발전 모듈을 제공한다.

[0016] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈에 있어서, 상기 기판은 투명 기판이고, 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극은 투명 전극이고, 상기 기판을 사이에 두고 일측에서 반대측으로의 빛의 투광성이 사전 설정된 투광성을 구비할 수도 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 일면에 따르면, 본 발명은, 나노 파이버 열전 발전 모듈로서, 상이한 두 개의 열원 사이에 길이 방향으로 배치되도록 적층 형성되는 복수 개의 단위체를 구비하고, 상기 단위체는: n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 구비하는 제 1 나노파이버 메쉬(메쉬 또는 망사)와, 상기 제 1 나노파이버와 다른 타입의 제 2 나노파이버를 구비하는 제 2 나노파이버 메쉬(메쉬 또는 망사)와, 상기 제 1 나노파이버 메쉬 및 상기 제 2 나노파이버 메쉬 사이에 개재되는 인슐레이터 레이어와, 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬의 단부를 연결하는 제 1 전극 및 일단은 상기 제 2 나노파이버 메쉬에 그리고 타단은 인접 적층되는 다른 단위체의 제 1 나노파이버 메쉬와 연결되는 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈을 제공한다.

[0018] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈에 있어서, 적어도 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬는, 각각 적층 투영시 영역이 교차되는 메쉬 교차 영역 및 비교차되는 메쉬 비교차 영역을 구비하되, 상기 메쉬 비교차 영역에는 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극이 배치될 수도 있다.

[0019] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈에 있어서, 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션으로 형성될 수도 있다.

[0020] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈에 있어서, 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 도전성 필름 또는 도전성 페이스트로 형성될 수도 있다.

[0021] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈에 있어서, 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 투명 전극이고, 상기 인슐레이터 레이어도 사전 설정된 투광성을 구비할 수도 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 일면에 따르면, 본 발명은, 나노 파이버 열전 발전 모듈 제조 방법으로서, n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 구비하는 제 1 나노파이버 메쉬와, 상기 제 1 나노파이버와 다른 타입의 제 2 나노파이버를 구비하는 제 2 나노파이버 메쉬를 제공하는 나노파이버 메쉬 제공 단계와, 상기 제 1 나노파이버 메쉬 및 상기 제 2 나노파이버 메쉬를 구비하는 단위체를 하나 이상 적층하는 단위체 적층 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법을 제공한다.

[0023] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 나노파이버 메쉬 제공 단계는: 전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 형성되는 나노파이버 중 n 타입이나 p 타입의 반도체를 구비하는 제 1 나노파이버를 포함하는 제 1 나노파이버 메쉬를 형성하는 제 1 나노파이버 메쉬 형성 단계와, 전기 방사 고전압부에 의하여 고전압이 인가되는 전기 방사 노즐에서 분사된 고분자화합물이 스위칭 전원부에 의하여 교번 대전되는 전기 방사 대전 전극부 사이에 형성되는 나노파이버 중 제 1 나노파이버와 다른 타입의 반도체를 구비하는 제 2 나노파이버를 포함하는 제 2 나노파이버 메쉬를 형성하는 제 2 나노파이버 메쉬 형성 단계를 포함할 수도 있다.

[0024] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 단위체 적층 단계는: 상기 제 1 나노와이이어 메쉬를 배치하는 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 상기 단위체 제 1 나노파이버 메쉬의 일면 상에 인슐레이터 레이어를 배치하는 단위체 인슐레이터 레이어 배치 단계와, 상기 단위체 인슐레이터 레이어의 일면 상에 제 2 나노파이버 메쉬를 배치하는 단위체 제 2 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상

기 제 2 나노파이버 메쉬의 단부를 연결하는 제 1 전극을 형성하는 단위체 제 1 전극 형성 단계와, 상기 제 2 나노파이버 메쉬의 일면 상에 인슐레이터 레이어를 배치하는 단위체 타 인슐레이터 레이어 배치 단계와, 상기 인슐레이터 레이어의 일면 상에 상기 제 1 나노파이버 메쉬를 형성하는 타단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 일단을 상기 제 2 나노파이버 메쉬에 그리고 타단은 타단위체의 제 1 나노파이버 메쉬에 연결시키는 제 2 전극을 형성하는 단위체 제 2 전극 형성 단계를 포함할 수도 있다.

[0025] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 적어도 상기 제 1 나노파이버 메쉬와 상기 제 2 나노파이버 메쉬는, 각각 적층 투영시 영역이 교차되는 메쉬 교차 영역 및 비교차되는 메쉬 비교차 영역을 구비하되, 상기 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계 및 상기 단위체 제 2 나노파이버 메쉬 배치 단계에서, 각각의 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 상기 메쉬 비교차 영역에 형성될 수도 있다.

[0026] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 단위체 제 1 전극 형성 단계 및 상기 단위체 제 2 전극 형성 단계는: 상기 제 1 전극 및 제 2 전극을 형성하는 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션을 도포하는 전극 도포 단계와, 상기 도포된 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션을 경화시키는 전극 경화 단계를 더 구비할 수도 있다.

[0027] 상기 나노파이버 열전 발전 모듈 제조 방법에 있어서, 상기 단위체 제 1 전극 형성 단계 및 상기 단위체 제 2 전극 형성 단계는: 상기 제 1 전극 및 제 2 전극을 형성하는 도전성 페이스트를 도포하는 전극 도포 단계와, 상기 도포된 도전성 페이스트를 경화시키는 전극 경화 단계를 더 구비할 수도 있다.

[0028] 본 발명의 또 다른 일면에 따르면, 본 발명은, 베이스; 상기 베이스 상부에 이격되어 배치되고 나노파이버를 형성하기 위한 고분자화합물을 제공받아 분사 가능한 전기 방사 노즐과 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 전기 방사 고전압부를 포함하는 전기 방사 출력부; 및 상기 전기 방사 노즐에 대향하여 상기 베이스의 일면 상에 이격 배치되는 복수 개의 대전 전극을 포함하는 전기 방사 대전 전극부와, 상기 전기 방사 대전 전극부를 교번 대전시키는 스위칭 전원부를 포함하는 전기 방사 유도부;를 구비하는 나노파이버를 제조하는 나노 파이버 제조 전기 방사 장치를 제공한다.

[0029] 상기 나노 파이버 제조 전기 방사 장치에 있어서, 상기 전기 방사 대전 전극부는: 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 1 대전 전극부와, 적어도 일부가 상기 제 1 대전 전극부를 향하도록 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 2 대전 전극부를 구비할 수도 있다.

[0030] 상기 나노 파이버 제조 전기 방사 장치에 있어서, 상기 전기 방사 대전 전극부는: 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 1 대전 전극부와, 상기 제 1 대전 전극부에 대향하여 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 2 대전 전극부와, 상기 제 1 대전 전극부와 직교 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 3 대전 전극부와, 상기 제 1 대전 전극부에 대향하여 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 제 4 대전 전극부를 구비하고, 상기 제 1 대전 전극부 내지 제 4 대전 전극부는 사각형 배치 구조를 이룰 수도 있다.

[0031] 상기 나노 파이버 제조 전기 방사 장치에 있어서, 상기 전기 방사 대전 전극부는: 하나 이상의 대전 전극을 포함하는 두 개 이상의 대전 전극부를 구비하되, 상기 어느 하나의 대전 전극부의 적어도 일부는 다른 대전 전극부의 적어도 일부를 향하도록 배치될 수도 있다.

[0032] 상기 나노 파이버 제조 전기 방사 장치에 있어서, 상기 전기 방사 대전 전극부와 상기 전기 방사 출력부 사이로 상기 전기 방사 대전 전극부의 일면 상부에는 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 나노 파이버를 형성하는 고분자 화합물이 수집되는 오버 프레임이 더 구비되고, 상기 오버 프레임의 중앙에는 관통구가 구비될 수도 있다.

[0033] 상기 나노 파이버 제조 전기 방사 장치에 있어서, 상기 오버 프레임의 적어도 일부는 전도성 재료로 형성될 수도 있다.

발명의 효과

[0034] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명 열전발전모듈 및 그 제조방법은, 전기방사 장치를 통하여 형성된 나노파이버를 이용하여 대면적화 가능한 열전발전모듈의 제조공정 및 구조를 단순화시켜 제조 공정 원가를 절감시킬 수 있는 효과가 있다.

[0035] 또한, 수평면 상에서의 직렬 연결 구조 및 수직 적층 구조를 통한 입체적 배치를 가능하게 하여 적용 환경에 능

동적 대처를 가능하게 하는 효과도 있다.

[0036] 또한, 제조공정 및 구조의 단순화를 통하여 열전발전모듈의 제조 원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 소형 컴팩트한 구조로서 열전발전모듈의 개발을 가능하게 하는 효과가 있다.

[0037] 또한, 전극과 나노파이버를 이용하는 브릿지 구조가 다양한 패턴으로 배치될 수 있으므로, 열전발전 효율을 향상시키기 위한 설계상의 자유도를 증대시킬 수 있는 효과가 있는 매우 진보한 발명인 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 나노파이버 열전 발전 모듈에 구비되는 나노파이버 제조를 위한 나노파이버 제조 전기 방사 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 나노파이버 제조 전기 방사 장치의 오버 프레임의 개략적 배치도이다.

도 3은 본 발명의 나노파이버 제조 전기 방사 장치의 다른 일유형이 개략적인 평면 부분 구성도이다.

도 4는 본 발명의 다른 일유형에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈의 구체적인 구성도이다.

도 5 내지 도 17은 본 발명의 다른 일유형에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈의 제조 과정의 부분 사시도 내지 부분 측단면도이다.

도 18은 본 발명의 또 다른 일유형에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈의 구체적인 구성도이다.

도 19 내지 도 24는 본 발명의 또 다른 일유형에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈의 제조 과정의 부분 사시도 내지 부분 측단면도이다.

도 25는 적층 영역을 설명하는 개략적인 선도이다.

도 26은 본 발명의 또 다른 일유형에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈의 다른 사용예를 나타내는 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 첨부 도면에 의거하여 본 발명의 열전발전모듈 및 그 제조방법의 구성을 상세하게 설명한다.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 본 발명에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈은 전기 방사 장치를 통하여 형성된 나노파이버를 구비한다. 먼저, 본 발명의 나노파이버 열전 발전 모듈이 구비하는 나노파이버를 제조 제공하는 장치 및 이의 제조 과정을 설명한다.

[0043] 도 1에는 본 발명의 일유형 중의 하나로, 나노파이버 열전 발전 모듈에 구비되는 나노파이버(여기서, 나노파이버는 나노사 또는 나노파이버 등 소정의 초극세사를 지칭함)를 포함하는 나노파이버 다발 내지 나노파이버 메쉬(여기서, 메쉬는 메쉬(mesh), 망, 또는 망사 등 교차 배열되는 나노사 내지 나노파이버에 의하여 눈이 형성되는 구조체를 지칭함) 또는 이를 제조하기 위한 나노파이버 제조 전기 방사 장치(1)의 개략적인 구성도가 도시된다. 본 발명의 일유형 중의 하나인 나노파이버 제조 전기 방사 장치(1)는 베이스(11)와 전기 방사 출력부(20)와 전기 방사 유도부(30)를 구비한다. 베이스(11)는 전기 방사되는 나노파이버를 수집하기 위한 기판을 지지하고 나노파이버를 유도하기 위한 대전체로서의 하기되는 대전 전극을 지지하는 구성요소로 사용된다.

[0044] 베이스(11)는 베이스 지지부(12)와 베이스 플레이트(13)를 구비한다. 베이스 지지부(12)는 베이스 플레이트(13)의 하부에 배치되어 베이스 플레이트(13)를 수평 상태로 유지토록 지지하는 구조를 취한다. 경우에 따라 베이스 지지부(12)는 X-Y 스테이지 구동 구조를 취하여 베이스 플레이트(13)의 소정의 위치 이송 구조를 취할 수도 있다.

[0045] 베이스 플레이트(13)의 일면 상에는 하기되는 전기 방사 유도부(30)의 전기 방사 대전 전극부(31,32,33,34)가 배치될 수 있다. 본 실시예에서 도시되지는 않았으나 베이스 플레이트(13)의 일면 상에는 별도의 리니어 레일과, 리니어 레일 상에서 가동 가능한 리니어 모션 블록이 구비되고, 전기 방사 대전 전극부가 리니어 모션 블록 상에 배치되어 전기 방사 대전 전극부의 거리를 조정할 수 있는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0046] 전기 방사 출력부(20)는 전기 방사 노즐(21)과 전기 방사 고전압부(25)를 포함하고, 보다 상세하게 전기 방사 출력부(20)는 나노파이버를 형성하기 위한 재료, 예를 들어 n 타입이나 p 타입의 반도체 내지 이를 포함하는 재료, 또는 CNT 내지 TiO2 등의 재료를 포함하는 고분자 화합물 또는 전도성 고분자 화합물 등을 선택적 내지 단독적으로 수용하고 전기 방사 노즐(21)로 제공하는 전기 방사 공급부(22,23,24)를 더 구비할 수도 있다.

[0047] 본 실시예에서는, 전도성 고분자 화합물로 분자량이 7000인 재료를 사용하였고, 물과 에탄올과 같은 용매에 ZnO의 n-type 산화물, Co계열($Ca_3Co_4O_9$, $NaCo_2O_4$, $La_{0.95}Sr_{0.05}CoO_3$, $Bi_2Sr_2Co_2O_x$)의 p-type 산화물이 제작가능한 전구체와 고분자 용액을 10:90에서 60:40의 무게비로 혼합하여 고분자 화합물 방사액을 이용하였는데, 본 발명은 이에 국한되지 않고 n 타입 또는 p 타입을 나타내는 나노파이버를 형성하는 범위에서 다양한 재료 선택이 가능하다.

[0048] 전기 방사 노즐(21)은 전도성 고분자 화합물을 토출시키는 노즐 개구를 구비하고, 전기 방사 노즐(21)의 단부, 즉 전기 방사 노즐(21)의 팁은 전기 방사 고전압부(25)와 연결된다.

[0049] 본 실시예에서 전기 방사 노즐(21)의 노즐 개구는 0.25㎜ 내지 1.00㎜의 직경을 구비하는 구조를 취하고, 전기 방사 고전압부(25)는 7kV 내지 11kV의 범위의 전압이 인가되고, 0.01 내지 1.00 μl/h 범위의 이송 유량의 유동을 이루는 실시예를 취하였으나, 본 발명의 전기 방사 노즐의 노즐 개구 및 전기 방사 고전압부에 의하여 전기 방사 노즐(21)의 팁에 인가되는 전압 및 이송 유량은 이의 수치에 한정되지 않고, 노즐 개구를 통하여 토출되는 고분자 화합물의 재료 및 전기 방사 노즐의 토출압 등의 전체적인 작업 환경에 따라 다양한 선택이 가능하다.

[0050] 한편, 전기 방사 노즐(21)은 전기 방사 공급부와 연결되고, 전기 방사 공급부(22,23,24)를 통하여 공급받는 용액 상태의 고분자 화합물이 전기 방사 노즐(21)로부터 토출되는데, 전기 방사 노즐(21)은 전기 방사 공급부(22,23,24)와 연결된다.

[0051] 본 발명의 전기 방사 공급부는 용액 공급부(24)와 용액 이송부(23)와 용액 리저버(22)를 구비하는데, 용액 공급부(24)는 용액 소스(24a)와 용액 공급 펌프(24b)를 포함하고, 용액 이송부(23)는 이송 소스(23a)와 이송 컴프레서(24b)를 포함한다. 용액 소스(24a)는 고분자 화합물 솔루션을 수용하는 저장소로서 용액 공급 펌프(24b)는 용액 소스(24a)와 연결되어 용액 소스(24a)로부터 고분자 화합물 솔루션을 전기 방사 노즐(21) 측, 보다 구체적으로는 용액 리저버(22)로 제공한다. 용액 리저버(22)는 용액 이송부(23)와도 연결되는데, 용액 이송부(23)의 이송 소스(23a)는 고분자 화합물을 용액 리저버(22)로부터 전기 방사 노즐로 전달하고 전기 방사 노즐에 소정의 이송 가압력을 제공하여 소정의 점성으로 인하여 유동이 저하되는 것을 방지하고 전기 방사 노즐로부터 원활하게 토출되도록 할 수 있다. 이송 소스(23a)는 단순한 대기 중의 공기일 수도 있고, 별도의 불활성 가스 등으로 형성될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하나, 본 실시예에서는 필터링된 공기를 사용하였다.

[0052] 이송 소스(23a)와 연결되는 이송 컴프레서(24b)는 소정의 이송 가압력을 제공하여 용액 리저버(22)로 소정의 가압된 기체를 제공하고 이송 가스를 통하여 전달되는 소정의 이송 가압력에 의하여 용액 리저버(22)로부터 전기 방사 노즐(21)로 고분자 화합물 용액이 원활하게 전달되고 전기 방사 노즐(21)의 노즐 개구를 통한 원활하고 지속적인 고분자 화합물 섬유의 토출이 가능하다.

[0053] 이 때, 이송 소스로부터의 이송 가스가 고분자 화합물 용액과 혼합되는 것을 방지하도록 용액 리저버(22)는 이송 가스가 유입 수용 되는 공간과 고분자 화합물 용액이 수용되는 공간이 분리되는데, 이들 각각의 공간 사이에는 별도의 스풀(22a)이 배치되어 이송 가스의 이송 가압력을 고분자 화합물 용액 측으로 전달하는 시린지 타입 구조를 형성할 수도 있다.

[0054] 이와 같은 본 발명의 전기 방사 공급부는 일예로로서, 본 발명의 전기 방사 공급부는 전기 방사 노즐(21)에 고분자 화합물 용액을 제공하는 범위에서 다양한 구성을 취할 수 있다

[0055] 전기 방사 유도부(30)는 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)와 스위칭 전원부(37,39)를 포함한다. 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 전기 방사 노즐(21)과 대향하여 배치되는데, 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 스위칭 전원부(37,39)와 연결되어 소정의 대전 상태를 형성하여 고전압이 인가된 전기 방사 노즐(21)과의 사이에서 전기 방사 노즐로부터 토출되어 나노파이버를 형성하는 고분자 화합물 섬유를 전기 방사 대전 전극부

(31,32;33,34)로 유도할 수 있다. 여기서, 나노파이버라고 명명된 요소는 전기 방사 노즐로부터 연속적으로 토출되어 연속 선을 이루는 고분자 화합물 섬유인 나노사(나노 스레드)를 나타낼 수도 있고, 하기되는 열전 발전 모듈에 배치 내지 형성되는 짧은 길이의 나노사를 지칭할 수도 있다.

[0056] 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 전기 방사 노즐(21)에 대향하여 베이스(11)의 일면 상에 배치되는 복수 개의 대전 전극을 포함하는데, 본 실시예에서 전기 방사 대전 전극부는 제 1 대전 전극부(31)과 제 2 대전 전극부(32)를 포함한다(도 1 및 도 2 참조).

[0057] 제 1 대전 전극부(31)는 하나 이상의 대전 전극을 포함하는데, 본 실시예에서 제 1 대전 전극부(31)는 하나의 스트립 타입의 대전 전극으로 구현되고, 제 2 대전 전극부(32)는 적어도 일부가 제 1 대전 전극부(31)를 향하도록 배치되는 하나 이상의 대전 전극을 포함한다. 본 실시예에서 제 1 대전 전극부(31)와 제 2 대전 전극부(32)는 각각 하나의 도전 스트립으로 형성되어 베이스(11)의 일면 상에 서로 평행하게 마주하여 배치된다.

[0058] 스위칭 전원부(37,39)는 전기 방사 대전 전극부, 즉 제 1 대전 전극부(31) 및 제 2 대전 전극부(32)와 연결되어 이들을 교번 대전시키는데, 스위칭 전원부(37,39)는 교번 대전을 위한 교류 전원을 공급하는 스위칭 전원(37)과 인가되는 전원을 각각의 전기 방사 대전 전극부로 단속시키는 교번 스위치(39)를 포함한다. 스위칭 전원부(37,39)는 제어부(2)의 교번 제어 신호에 따라 가동되고, 특히 교번 스위치(39)의 터미널(T1)의 단속에 따라 제 1 대전 전극부(31)과 제 2 대전 전극부(32)가 교번 순차적 대전 상태를 형성한다. 경우에 따라, 저장부(3) 및 연산부(4)가 더 구비되어 각 구성요소를 제어하기 위한 기준값을 저장하거나 비교 연산을 통한 제어 과정 구현을 이루는 구성을 취할 수도 있다.

[0059] 본 실시예에서 제 1 대전 전극부(31)과 제 2 대전 전극부(32)는 서로 평행한 도전 스트립 구조로 형성되었으나, 경우에 따라 제 1 대전 전극부(31)의 교번 대전하여 나노파이버의 집합체인 나노파이버 다발을 형성하는 과정에서 제 1 대전 전극부(31)의 특정 부위로 나노파이버가 집중되는 것을 방지하도록, 제 1 대전 전극부가 경우에 따라 일렬 배치되거나 사전 설정된 배열 방식을 취하고 순차적 내지 사전 설정된 대전 순서를 형성하는 복수 개의 대전 전극의 집합으로 형성될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0060] 이와 같은 대전 전극부의 배치 구조를 통하여 형성되는 나노파이버(nanofiber;NF)는 수평 정렬되는 나노파이버의 집합체인 나노파이버 다발(NFR;nanofiber rope;nanofiber bundle)를 형성할 수 있다(도 2 참조). 이와 같이 형성된 나노파이버 다발는 추가 공정 단계를 거칠 수도 있다. 예를 들어, 약 100℃의 큐어링 챔버 환경에 노출되어 열처리를 통한 고분자 화합물 용액에 포함된 용매를 휘발시키는 큐어링 공정을 거칠 수도 있고, 경우에 따라 추가적으로 나노파이버를 이루는 나노파이버 다발을 형성하도록 고분자 화합물의 적어도 일부를 부분적으로 제거하도록 고분자 화합물의 녹는점 이상의 고온으로 용융 열처리하는 어닐링 공정을 통해 고분자 화합물로서의 유기물을 일부 제거할 수 있는데, 이와 같은 과정을 통하여 소정의 그레인(grain)을 형성토록 하여 열전도도를 낮추고 나노파이버의 전기 전도성을 증진시킬 수 있다.

[0061] 또한, 경우에 따라 나노파이버 제조 전기 방사 장치는 전기 방사 대전 전극부의 일면 상에 배치되는 오버 프레임(40)을 더 구비할 수도 있다. 오버 프레임(40)은 전기 방사 대전 전극부와 전기 방사 출력부 사이로 전기 방사 대전 전극부의 일면 상부에 배치되어 전기 방사 노즐(21)로부터 토출되는 고분자 화합물 나노파이버 섬유를 수집한다. 오버 프레임(40)은 본 실시예에서 사각형 틀로 형성되나 이에 국한되지는 않는다. 이와 같은 오버 프레임(40)을 통한 고분자 화합물 나노파이버 섬유의 수집으로, 전기 방사 노즐을 통한 방사 완료 후 형성된 나노파이버의 이송 내지 전사를 위한 후속 작업을 보다 원활하게 할 수도 있다.

[0062] 오버 프레임(40)의 적어도 일부는 전도성 재료로 형성되는 구조를 취할 수 있다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 전도성 프레임부(41)와 비전도성 프레임부(43)를 구비하고, 전도성 프레임부(41)는 전기 방사 대전 전극부의 배치 위치에 대응되어 형성됨으로써 교번 대전에 의한 고분자 화합물 나노파이버 섬유의 유도가 저해되는 것을 방지할 수도 있다.

[0063] 한편, 상기 실시예에서 전기 방사 대전 전극부는 두 개의 평행 배치되는 도전 스트립 구조를 취하였으나, 본 발명의 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 다양한 구성이 가능하다. 즉, 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 이격되어 배치되는 두 개 이상의 대전 전극부를 구비하고, 각 대전 전극부는 하나 이상의 대전 전극을 포함하며, 어느 하나의 대전 전극부의 적어도 일부는 다른 대전 전극부의 적어도 일부를 향하여 배치되

는 구조를 취할 수 있다.

[0064] 다른 일예로 도 3에 도시된 바와 같이, 전기 방사 대전 전극부(31,32;33,34)는 제 1 대전 전극부(31), 제 2 대전 전극부(32), 제 3 대전 전극부(33), 제 4 대전 전극부(34)를 포함하고, 이들은 사각형 배치 구조를 이루어, 제 1 대전 전극부(31), 제 2 대전 전극부(32)가 그리고 제 3 대전 전극부(33), 제 4 대전 전극부(34)가 서로 마주하여 배치되는 구조를 취할 수 있다. 이와 같은 구조를 통하여 나노파이버(NF)가 웹 타입으로 형성된 나노파이버 메쉬(NFM)를 형성할 수 있다.

[0065] 이하에서는 상기와 같은 나노파이버 제조 전기 방사 장치를 통하여 제조된 나노파이버 내지 나노파이버 다발 또는 나노파이버 메쉬와 같은 집합체를 이용하여 형성되는 나노파이버 열전 발전 모듈 및 이의 제조 방법을 설명한다.

[0066] 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈(10)의 일예가 도시된다. 나노파이버 열전 발전 모듈(10)은 상이한 두 개의 열원(TH,TL) 사이에 개재되어 열전발전을 이루는 기초 구조인 단위체(TU) 들의 집합으로 이루어진다. 단위체(TU)는 제 1 전극(210)과 제 2 전극(220)과 제 1 나노파이버(310) 및 제 2 나노파이버(320)를 포함한다. 제 1 전극(210)은 하나의 열원(TH) 측에 배치 가능하고, 제 2 전극(220)은 다른 하나의 열원(TL) 측으로 제 1 전극(210)과 이격되어 배치 가능하다. 제 1 나노파이버(310)는 제 1 전극(210)과 제 2 전극(220)을 연결시키되, n 타입이나 p 타입의 반도체로 이루어진다. 제 2 나노파이버(320)는 제 1 나노파이버(310)를 형성하는 타입과 다른 타입의 반도체로 이루어지고, 일측은 제 1 전극(210) 측에 연결되고, 타측은 단위체(TU)와 인접하는 다른 단위체(TU)의 제 2 전극(320) 측에 연결된다.

[0067] 여기서, 나노파이버(310,320)는 상기한 나노파이버 전기 방사 장치(1)를 통하여 제조되는데, 도 4의 실시예에 따른 나노파이버 열전 발전 모듈은 나노파이버로 형성된 나노파이버 다발을 이용하고, 도 4의 나노파이버 열전 발전 모듈의 제조 과정을 설명한다.

[0068] 먼저, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 전극 형성 단계가 실행된다. 도 6에서는 도 5의 제 1 전극(210)을 기준으로 형성된 측단면을 도시한다. 즉, 기판(100)의 일면 상에 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220)을 형성하는데, 통상적인 포토리소그래피를 이용하여 형성할 수 있다. 제 1 전극(210)과 제 2 전극(220)은 상호 이격되어 각각 복수 개가 일렬 정렬되어 서로 대향하여 교번 배치되는 구조를 취할 수 있다. 즉, 도 6과 같은 측단면 방향에서 볼 때 제 1 전극(210)의 양단은 각각 단위체(TU)를 이루는 제 2 전극(220)의 일부와, 인접한 다른 타 단위체(TU)의 제 2 전극의 일부와 교차되는 영역 구조를 갖도록 교차 대향 배치되는 구조를 형성하여, 후술되는 과정 상에 형성되는 바와 같이, 나노파이버 중의 하나, 예를 들어 제 1 나노파이버(310)는 동일 단위체의 제 1 전극과 제 2 전극에, 그리고 제 2 나노파이버(320)는 제 1 전극과 인접 타 단위체의 제 2 전극에 연결되는 구조를 취하도록 형성된다.

[0069] 한편, 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220)을 형성하는 재료로는 은(Ag), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo), 갈륨(Ga), 탄탈륨(Ta), 이리듐(Ir), 구리(Cu), 텅스텐(W), 루테늄(Ru), 아연(Zn), 주석(Sn), 탄소(C) 및 인듐(In)을 포함하는 그룹에서 선택되는 적어도 하나 이상의 재료를 포함하는 구성을 취할 수도 있다. 예를 들어, 텅스텐(W), 백금(Pt)의 단일 재료로 형성될 수도 있고, 본 실시예에서와 같이 투명 전극으로서의 ITO, IZTO, IGZO와 같은 재료로 형성될 수도 있다.

[0070] 여기서 기판은 플렉서블 기판으로도 구현 가능하다. 이와 같은 플렉서블 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), 폴리에스테르설폰(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴플로라이드(PVDF), 퍼플루오로알킬 고분자(PFA) 중 어느 하나로 구성되거나 이들의 조합으로 형성될 수 있다.

[0071] 이러한 기판들은 설계 사양에 따라 다양한 재질이 선택될 수 있는데, 경우에 따라 투명 재질의 기판이 선택될 수도 있다. 즉, 본 발명의 기판이 투명 기판이고, 제 1 전극 및 상기 제 2 전극이 투명 전극이고, 투명 기판을

사이에 두고 일측에서 반대측으로의 빛의 투광성이 사전 설정된 투광성을 구비할 수도 있다. 이와 같은 투광성 내지 투명성 구조를 취하는 경우 컴팩트한 전자 기기 등의 활용성이 증대되며 설계 자유도를 급격히 높일 수도 있다.

[0072] 기판(100) 상에 전극(210,220)이 형성된 후, 제 1 나노파이버 배치 단계가 실행된다. 제 1 나노파이버 배치 단계에서 제 1 나노파이버는 일단인 제 1 전극(210) 측에 그리고 타단이 제 2 전극(220) 측에 배치되는 구조를 취하는데, 제 1 나노파이버(310)는 n 타입 이나 p 타입의 도체 또는 반도체를 구비하고 하기되는 제 2 나노파이버는 제 1 나노파이버와 다른 타입을 구비하는 방식을 취하여, 제 1 나노파이버가 n 타입인 경우 제 2 나노파이버가 p 타입을 그리고 제 1 나노파이버가 p 타입인 경우 제 2 나노파이버가 n 타입을 이루는 택일적 구조를 취한다.

[0073] 보다 상세하게, 제 1 나노파이버 배치 단계는 제 1 나노파이버 패턴 형성 단계와 제 1 나노파이버 전사 실행 단계를 구비한다.

[0074] 제 1 나노파이버 패턴 형성 단계는 기판(100) 상에 포토레지스트를 이용하여 제1 나노파이버 패턴(210-1)을 형성하는데, 제 1 나노파이버 패턴(210-1)은 제 1 나노파이버 개구(211-1)을 포함한다. 제 1 나노파이버 개구(211-1)는 제 1 나노파이버 패턴(210-1)에 형성되는데 제 1 나노파이버(310)가 형성될 위치에 대응하여 형성한다. 본 실시예에서 제 1 나노파이버 개구(211-1)는 제 1 전극(210)의 일단과 동일 단위체 내의 제 2 전극(220)의 일단이 노출되도록 하나 이상이 사전 설정된 간격으로 형성된다.

[0075] 그런 후, 제 1 나노파이버 전사 실행 단계가 실행되는데, 제 1 나노파이버 전사 실행 단계는 제 1 나노파이버(NF)를 포함하는 제 1 나노파이버 다발(NFR,310-1)를 제공하고, 제공된 제 1 나노파이버 다발을 이용하여 제 1 나노파이버 개구(211-1)를 포함하여 제 1 나노파이버 패턴(210-1) 측으로 전사 실행한다.

[0076] 즉, 도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이 앞서 기술된 나노파이버 전기 방사 장치(1)에서 정렬 형성된 복수 개의 나노파이버(NF)를 포함하는 나노파이버 다발(NFR)를 기판(100)의 상부에 배치하고, 하부로부터 기판(100)을 이송시켜 제 1 나노파이버 패턴(210-1)의 일면 상으로 옮겨져 제 1 나노파이버 다발(310-1)가 배치 형성된다. 이 과정에서 제 1 나노파이버 패턴(210-1)에 형성된 제 1 나노파이버 개구(211-1)를 통하여 제 1 전극(210) 측을 포함하여 기판의 일면 상에 제 1 나노파이버(310)가 배치된다.

[0077] 그런 후, 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같이 보호층 형성 단계가 실행되는데, 보호층 형성 단계에서 제 1 나노파이버 다발(310-1)의 일면 상에 보호층(400-1)을 형성하는데, 제 1 나노파이버 개구(211-1)를 통하여 기판(100) 상에 형성된 제 1 나노파이버(310)의 일면 상에서는 실질적 보호층(410)이 형성된다. 이와 같은 보호층은 예를 들어 질화층 내지 산화층을 포함할 수 있는데, 이들을 형성하는 재료로는 Al2O3, Ta2O5, SiO2, SiBN 및 Si3N4 등을 포함할 수 있다.

[0078] 그런 후, 도 14 및 도 15에 도시된 바와 같이 제 1 나노파이버 패턴과 같이 기판 상에 형성된 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프(lift-off) 단계를 실행하는데, 이와 같은 공정을 통하여 동일 단위체 내의 제 1 전극과 제 2 전극을 연결하는 제 1 나노파이버(310) 및 이를 기판(100) 상에서 보호하는 보호층(400) 구조를 을 형성할 수 있다.

[0079] 그런 후, 제 2 나노파이버에 대하여는 제 1 나노파이버의 형성 과정이 반복되므로, 중복된 설명은 생략하고 제 1 나노파이버와의 차이를 중심으로 설명한다.

[0080] 제 1 나노파이버의 형성이 완료된 후, 제 2 나노파이버 배치 단계가 실행된다. 제 2 나노파이버 배치 단계에서 제 2 나노파이버는 일단인 제 1 전극(210)의 타단 측에 그리고 제 2 나노파이버의 타단이 인접한 다른 타 단위체의 제 2 전극(220) 측에 배치되는 구조를 취하고, 제 2 나노파이버(320)는 제 1 나노파이버와 다른 타입을 구비한다.

[0081] 제 2 나노파이버 배치 단계는 제 2 나노파이버 패턴 형성 단계와 제 2 나노파이버 전사 실행 단계를 구비하고, 제 2 나노파이버 패턴 형성 단계는 기판(100) 상에 포토레지스트를 이용하여 제 2 나노파이버 패턴(210-2)을 형성하는데, 제 2 나노파이버 패턴(210-2)은 제 2 나노파이버 개구(211-2)을 포함한다. 제 2 나노파이버 개구(211-1)는 제 2 나노파이버 패턴(210-1)으로 제 2 나노파이버(320)가 형성될 위치에 대응하여 형성한다. 본 실시예에서 제 2 나노파이버 개구(211-2)는 제 1 전극(210)의 타단과 타 인접 단위체 내의 제 2 전극(220)의 일단이 노출되도록 하나 이상이 사전 설정된 간격으로 형성된다.

[0082] 그런 후, 제 2 나노파이버 전사 실행 단계가 실행되는데, 제 2 나노파이버 전사 실행 단계는 제 2 나노파이버(NF)를 포함하는 제 2 나노파이버 다발(NFR,320-1)를 제공하고, 제공된 제 2 나노파이버 다발을 이용하여 제 2 나노파이버 개구(211-1)를 포함하여 제 2 나노파이버 패턴(210-2) 측으로 전사 실행한다(도 16 참조). 전사 과정은 제 1 나노파이버의 경우와 동일하다.

[0083] 그런 후, 도 16에 도시된 바와 같이 보호층 형성 단계의 의하여 보호층이 제 2 나노파이버 다발(NFS;320-1)가 실행되는데, 보호층 형성 단계에서 제 2 나노파이버 다발(320-1)의 일면 상에 보호층(400-1)을 형성하는데, 제 2 나노파이버 개구(211-2)를 통하여 기판(100) 상에 형성된 제 2 나노파이버(320)의 일면 상에서는 실질적 보호층(410)이 형성된다.

[0084] 그런 후, 도 17에 도시된 바와 같이 제 2 나노파이버 패턴과 같이 기판 상에 형성된 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프(lift-off) 단계를 실행하는데, 이와 같은 공정을 통하여 동일 단위체 내의 제 2 전극과 제 2 전극을 연결하는 제 2 나노파이버(320) 및 이를 기판(100) 상에서 보호하는 보호층(400) 구조 및 선행하여 실행된 제 1 나노파이버(310)/보호층(400)의 구조가 기판(100)의 일면 상에 형성되는 구조를 형성할 수 있다. 이와 같은 구조를 통하여 도 4에 도시된 바와 같이 복수 개의 단위체가 연속적으로 직렬 연결 구조의 나노파이버 전기방사 제조 장치를 통하여 형성된 정렬 나노사를 이용한 나노파이버 열전 발전 모듈을 제조할 수 있다.

[0085] 한편, 앞선 실시예에서 본 발명의 방법에 의하여 형성된 나노파이버 다발을 이용한 나노파이버 열전 발전 모듈은 전극과 나노파이버가 동일 평면 상에 배치되어 연속 직렬 연결되는 구조를 도시하였으나, 본 발명에 의하여 형성된 나노파이버가 다발을 이용하는 방식에 한정되지 않고 전하운반체의 이송율을 극대화시키도록 웹 구조의 레이어 타입을 이용한 입체적 적층 구조를 형성할 수도 있다.

[0086] 즉, 도 18에 도시된 바와 같이, 나노파이버 열전 발전 모듈(10)은 상이한 두 개의 열원(TH,TL) 사이에 배치되는 복수 개의 단위체를 구비하여, 일측으로부터 열을 입력받고(QH), 타측에서 열 손실을 발생을 통하여, 전극 간의 열온도차에 따른 열전 발전 기능이 실행될 수 있는데, 이때 단위체는 제 1 나노파이버 메쉬(310a)와 제 2 나노파이버 메쉬(320a)와 인슐레이터 레이어(400a)을 구비하고, 제 1 나노파이버 메쉬(310a)와 제 2 나노파이버 메쉬(320a)를 순차적으로 직렬 연결되도록 배치되는 제 1 전극(210a) 및 제 2 전극(220a;221a,223a,225a)를 포함한다.

[0087] 이와 같은 제 1 전극 및 제 2 전극이 투명 전극이고, 인슐레이터 레이어도 사전 설정된 투광성을 구비하는 경우 전체적으로 적층 구조의 일측으로부터 타측으로의 빛의 투광성이 사전 설정된 투광도를 구비하여 원하는 설계 사양의 투광성을 확보할 수도 있다. 이와 같은 인슐레이터 레이어는 예를 들어 빛을 투과시키는 페릴렌 N, 페릴렌 C, 페릴렌 D 등과 같은 투광성 재질로 형성될 수도 있어, 전체적으로 적층 구조의 일측으로부터 타측으로 투과되는 빛의 사전 설정된 투광성을 구비할 수도 있다.

[0088] 경우에 따라 인슐레이터 층은 서로 상이한 재질로 형성될 수도 있다. 또한, 인슐레이터 레이어의 재료 선정에 있어 굴절률을 조정하여 층마다 개별 설계 배치를 이루어 시각적 불편함을 해소하는 구조를 취할 수도 있다.

[0089] 이와 같은 인슐레이터 층은 투명층, 반사층 등 선택적 설계가 가능하며, 설계 사양에 따라 다양한 선택이 가능하다.

[0090] 제 1 나노파이버 메쉬(310a)와 제 2 나노파이버 메쉬(320a)가 준비 제공되는데, 웹 타입을 이루는 제 1 나노파이버 메쉬(310a)와 제 2 나노파이버 메쉬(320a)는 나노파이버 제조 전기 방사 장치(1)를 통하여 제조되는 나노파이버 메쉬로 준비 제공되며, 나노파이버 메쉬의 제조 과정은 앞서 기술한 바 중복된 설명은 생략한다.

[0091] 앞서서의 나노파이버 다발와 마찬가지로 제 1 나노파이버 메쉬(310a)는 n 타입 이나 p 타입의 반도체를 구비하고 제 2 나노파이버 메쉬(320a)는 제 1 나노파이버와 다른 타입을 구비하는 방식을 취하여, 제 1 나노파이버가 n 타입인 경우 제 2 나노파이버가 p 타입을 그리고 제 1 나노파이버가 p 타입인 경우 제 2 나노파이버가 n 타입을 이루는 택일적 구조를 취한다.

[0092] 인슐레이터 레이어(400a)는 제 1 나노파이버 메쉬(310a)와 제 2 나노파이버 메쉬(320a)의 사이에 개재되어 함께 면 적층 구조를 형성하는데, 인슐레이터 레이어(400a)는 예를 들어 본 실시에에서 질화층 내지 산화층을 구비하는 박막 시트로 형성되는데, 이들을 형성하는 재료로는 Al2O3, Ta2O5, SiO2, SiBN 및 Si3N4 등을 포함할 수 있

다.

[0093] 또한, 제 1 전극(210a)과 제 2 전극(220a)이 형성되는데, 본 발명의 일실시예에 따른 제 1 전극(210a)과 제 2 전극(220a)은 도전성 슬러리(conductive slurry) 또는 도전성 솔루션(conductive solution)으로 형성 제조되었는데, 용매가 휘발된 후 금속 등의 도전성 재료만이 잔류하여 동일 단위체 내의 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2 나노파이버 메쉬를 연결하거나 또는 이종 인접 단위체 간의 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2 나노파이버 메쉬를 연결함으로써, 전하유도체의 흐름이 적층된 나노파이버 메쉬 간에 직렬 연속적으로 이루어지도록 할 수도 있다. 이와 같은 적층 구조를 통하여 제 1 전극(210a)은 복수 개가 하나의 열원 측에 그리고 제 2 전극은 복수 개가 다른 하나의 열원 측에 노출되는 구조를 취하게 된다.

[0094] 본 발명의 나노파이버 메쉬 및 인슐레이터 레이어의 적층에 있어 메쉬 교차 영역과 메쉬 비교차 영역을 형성하고 이들의 영역 차이를 이용하여 전극을 형성 배치함으로써, 장치의 컴팩트한 구성을 이루도록 하는 구조를 이룰 수도 있다. 즉, 도 25에 도시된 바와 같이 적층되는 나노파이버 메쉬를 상부에서 평면도의 시점에서 바라볼 때, 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2 나노파이버 메쉬는 경우에 따라 동일한 전체 면적을 갖는 구조를 취하되, 양단이 서로 엇갈리어 양단 정렬되는 구조를 취할 수도 있다. 이와 같은 구조, 즉 평면 상에서 볼 때 각각의 상이한 타입의 나노파이버 메쉬를 평면에 투영시 적층 교차되는 메쉬 교차 영역(Ss)과 메쉬 비교차 영역(Su1,Su2)가 발생한다. 도 22를 참조하면, 도면 부호 lo의 크기를 갖는 최외곽에 배치되는 메쉬 층을 제외하고, 상부로 최외곽 이외의 다른 적층 나노파이버 메쉬의 경우, 메쉬 교차 영역을 형성하도록 나노파이버 메쉬의 길이를 ls+lu1 또는 ls_lu2로 표현되는 길이를 갖고, 적층되는 전체 너비는 ls+lu1+lu2(=lo)의 크기를 갖도록 형성하되 양단 정렬되는 구조를 취하고 메쉬 비교차 영역(Su1,Su2)에는 앞서 기술된 도전성 솔루션 내지 도전성 슬러리가 액상 상태로 토출 도포된 후 경우에 따라 소정의 큐어링 과정을 거쳐 경화된 전극이 형성 배치될 수 있다.

[0095] 이하에서는 도 18에서와 같은 적층 구조의 나노파이버 열전 발전 모듈(10a)을 제조하는 과정을 도 19 내지 도 24를 참조하여 설명한다.

[0096] 먼저, 제 1 나노파이버 메쉬(310a) 및 제 2 나노파이버 메쉬(320a)를 준비 제공하는데, 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2 나노파이버 메쉬의 나노파이버 제조 전기 방사 장치를 이용하여 교번 대전 방식을 통한 제조 과정은 앞서 기술한 바와 동일하므로 중복된 설명은 생략하고 상기로 대체한다. 여기서, 제 1 나노파이버 메쉬 및 제 2 나노파이버 메쉬는 n 타입 또는 p 타입 도체/반도체를 택일적으로 구비하는 구성을 취함은 앞서 설명한 바와 동일하다.

[0097] 그런 후, 제 1 나노파이버 메쉬 및 제 2 나노파이버 메쉬를 구비하는 단위체(TU)를 적층하는 단위체 적층 단계를 실행하는데, 단위체 적층 단계는 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 단위체 인슐레이터 레이어 배치 단계와, 단위체 제 2 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 단위체 제 1 전극 형성 단계와, 단위체 타 인슐레이터 레이어 배치 단계와, 타 단위체 제 1 나노파이버 메쉬 배치 단계와, 단위체 2 전극 형성 단계를 포함하는데, 이와 같은 단위체 적층 단계는 사전 설정된 과정만큼 반복되거나 이후에 개별적인 사전 설정된 만큼의 단위체의 일부 구성이 추가 적층되는 방식으로 제조될 수 있다. 여기서, 단위체는 나노파이버 제조 전기 방사 방식을 통하여 제조된 나노파이버 메쉬를 포함하는 나노파이버 열전 발전 모듈을 형성하는 최소 단위를 나타내고, 단위체는 복수 개가 적층될 수 있고, 하나의 단위체에 연속적으로 적층되거나 또는 하나의 단위체의 형성에 앞서 먼저 형성된 인접한 단위체를 타단위체라 명명한다.

[0098] 도 19에 도시된 바와 같이 제 1 나노파이버 메쉬(310a)가 배치된 후, 인슐레이터 레이어(400a)가 배치되고, 인슐레이터 레이어(400a)의 일면 상에 제 2 나노파이버 메쉬(320a)가 배치된다(도 20 참조). 이때, 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2나노파이버 메쉬 그리고 경우에 따라 이들 사이에 개재되는 인슐레이터 레이어는 앞서 기술된 바 및 도면과 같이 양단 정렬되고 메쉬 교차 영역과 메쉬 비교차 영역을 형성하도록 배치된다. 그런 후, 도전성 슬러리 내지 도전성 솔루션이 액적 상태로 도포(210a-1)되어 제 1 전극(210a)을 형성하여 제 1 나노파이버 메쉬와 제 2 나노파이버 메쉬의 일단을 연결한다(도 21 참조). 그런 후, 단위체 타 인슐레이터(400a)를 배치시키고 상부에 다시 타단위체를 형성하는 제 1 나노파이버 메쉬(310a)를 배치한 후(도 22 참조), 제 1 전극처럼 도전성 슬러리 또는 도전성 솔루션을 도포(220a-1)하여, 제 2전극(220a)을 형성한다(도 23 참조). 여기서, 도 21과 도 23의 단위체 제 1 전극 형성 단계 또는 단위체 제 2 전극 형성 단계는 보다 구체적으로 전극 도포 단계와 전극 경화 단계를 구비할 수 있는데, 도전성 슬러리 내지 도전성 솔루션이 액적 상태로 도포되는 전극 도포 단계와, 이를 일정한 온도 환경 하에서 소정의 시간 동알 노출시켜 열경화시켜 휘발성 재료들을 제거하는 전극 경화 단계가 실행될 수도 있다.

[0099] 이와 같은 단위체를 복수 개를 반복 적층하여 소정의 사전 설정된 개수의 단위체를 갖는 적층 타입의 나노파이

버 열전 발전 모듈을 형성할 수 있다(도 24 참조). 여기서, 최외곽의 나노파이버 메쉬에는 개별적인 전극이 각각 형성될 수 있고, 도시되지는 않았으나 경우에 따라 최외곽 나노파이버 메쉬를 보호하기 위한 인슐레이터 레이어와 같은 보호층이 추가로 배치될 수도 있다.

[0100] 앞선 실시예들에서 제 1 나노파이버와 제 2 나노파이버는 서로 상이한 타입을 취하는 범위에서 택일적 구성이 가능하며, 이에 따라 기판 상의 형성 위치 내지 적층 순서 등은 설계 사양에 따라 변형이 가능하다.

[0101] 상기와 같이 제조되는 본 발명의 열전발전모듈은 자동차 온도조절 시트(Climate C-ntr-l)와 같은 자동차 부품, 반도체(순환기, 냉각판), 바이오(혈액분석기, PCR, 시료온도싸이클 테스터기), 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. 즉, 열원으로부터 열이 방출되는 소자 등에 대하여 면접촉 가능한 구조를 취하여, 열원으로부터 방사상으로 방출되는 열의 전달 방향에 수직하도록 수평 배치되어 대면적화 가능한 하이브리드 구조를 이루는 범위에서 다양한 변형이 가능하며, 플렉서블 기판에 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.

[0102] 또한, 기판 내지 전극을 투명 재료 내지 소정의 재료로 형성하여 빌딩, 차량 등의 유리 등에 설치함으로써 외부 열원을 이용한 발전 설비로 활용할 수도 있다.

[0103] 또한, 도 26에 도시된 바와 같이 소정의 제어부 등의 제어 신호에 따라 작동되는 스위치와 전원부를 통하여 소정의 제어 상태에서 전기를 공급하여 면접촉 내지 이격된 구조(바람직하게는 면접촉)을 통한 포획된 영역에서의 긴급 냉각 동작을 통한 방열성 향상 구조를 형성하여 전체 시스템 장치의 오작동 발생을 방지하도록 할 수도 있음은 상기 사항으로부터 본 발명의 효과로서 명백하다.

[0104] 이상의 설명에서 본 발명의 나노파이버 열전 발전 모듈 및 그 제조방법 및 이를 위한 나노파이버 제조 전기 방사 장치의 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

[0105] 1; 나노파이버 제조 전기 방사 장치

10; 나노파이버 열전 발전 모듈

210; 제 1 전극

220; 제 2 전극

310; 제 1 나노파이버

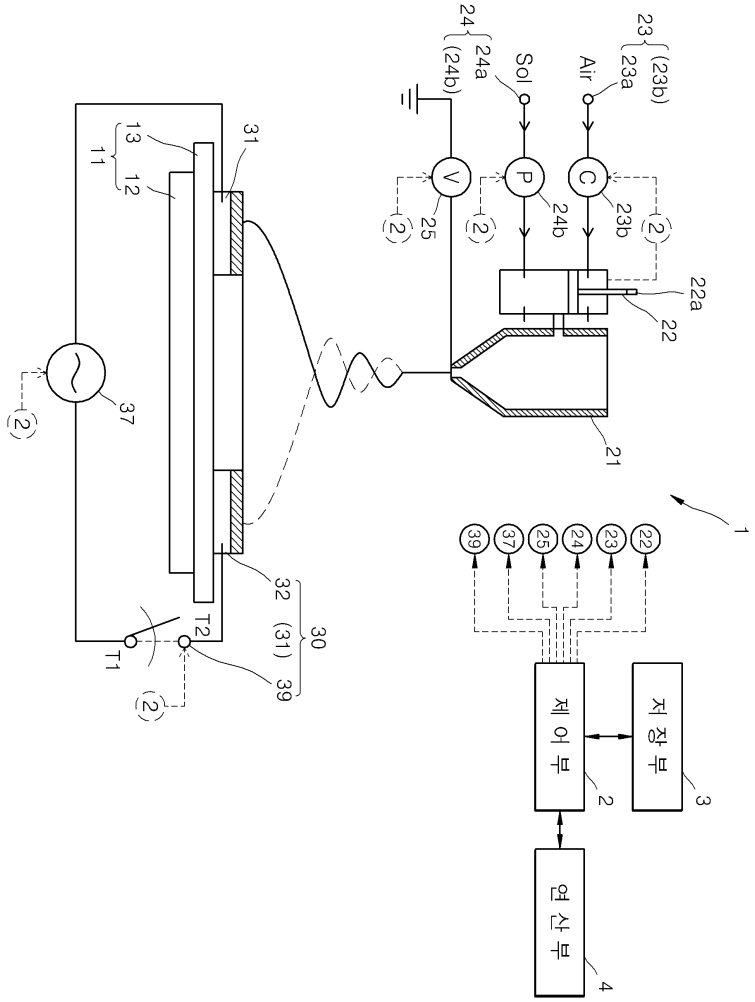
320; 제 2 나노파이버

TH,TL; 열원

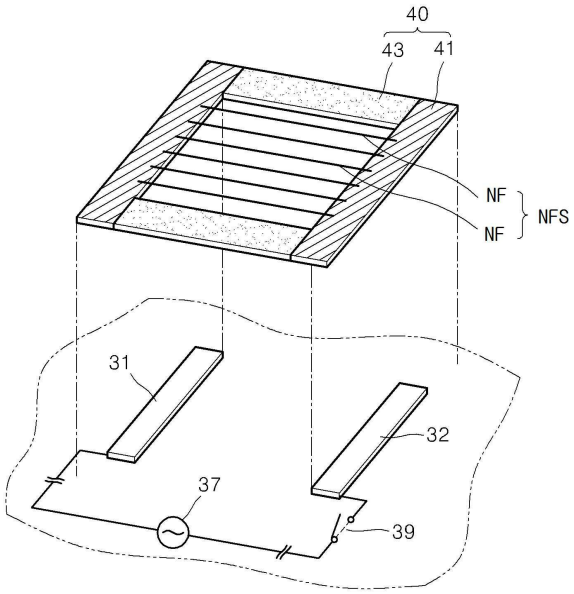
100; 기판

도면

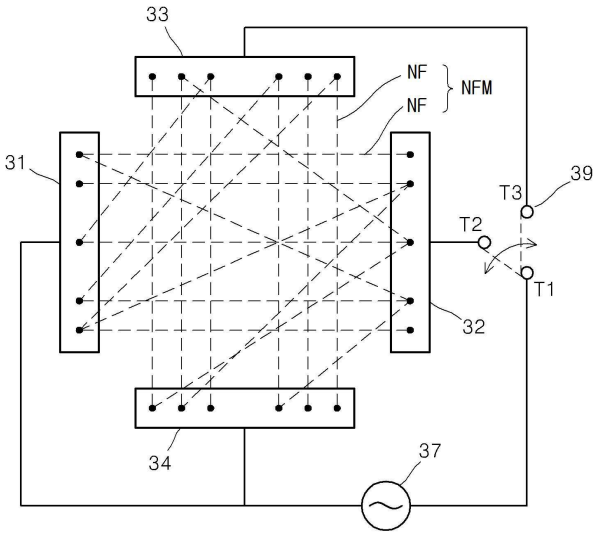
도면1


23
(23b)
23a
Air
Sol
24
24a
(24b)
V
P
C
25
24b
23b
22a
22
21
1
13
11
12
31
37
T2
T1
32
30
(31)
39
제 어 부
2
저 장 부
3
연 산 부
4

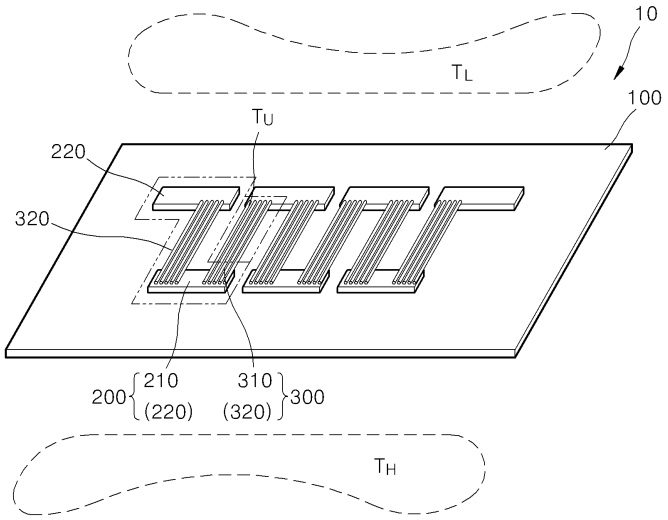
도면2



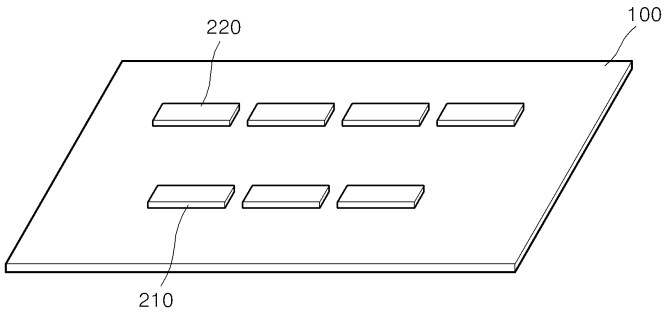
도면3



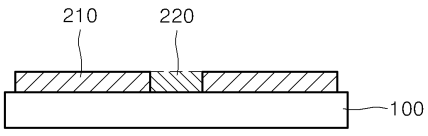
도면4


10
TL
100
TU
220
320
200
210
(220)
310
(320)
300
TH

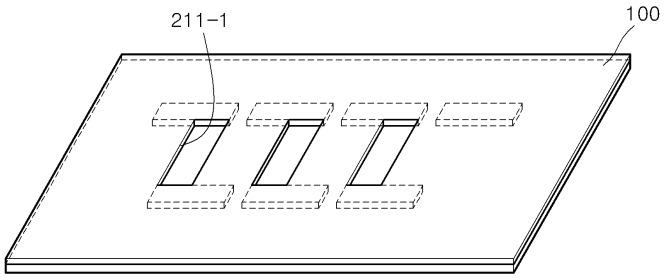
도면5


220
100
210

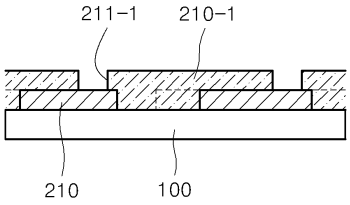
도면6


210
220
100

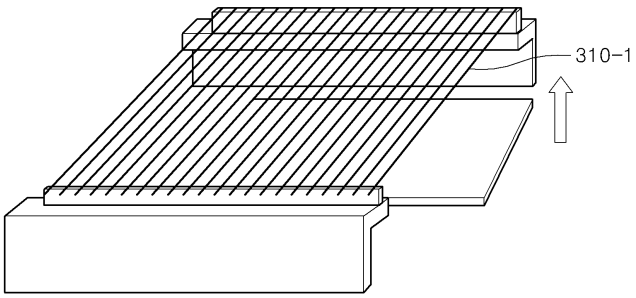
도면7



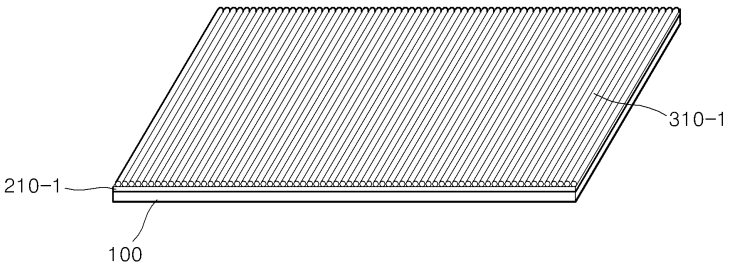
도면8



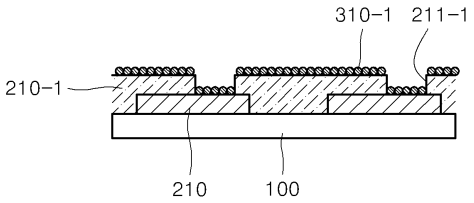
도면9



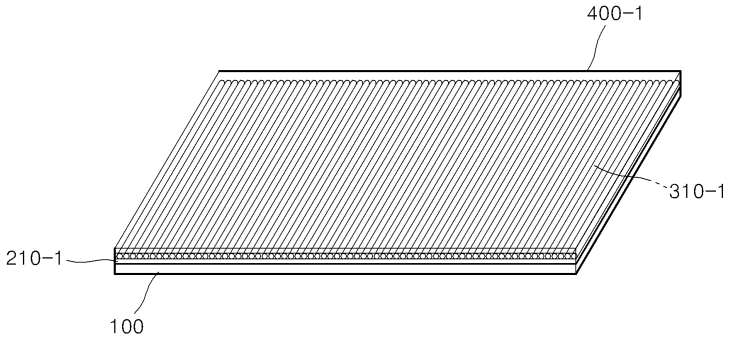
도면10



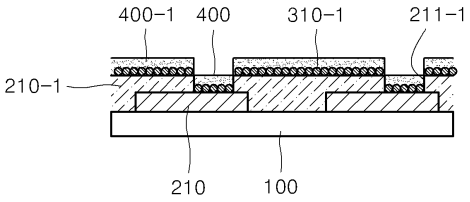
도면11



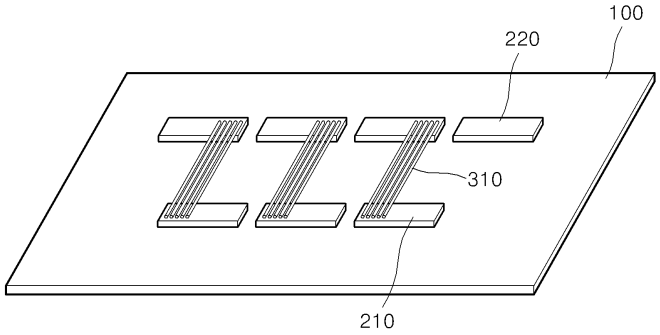
도면12



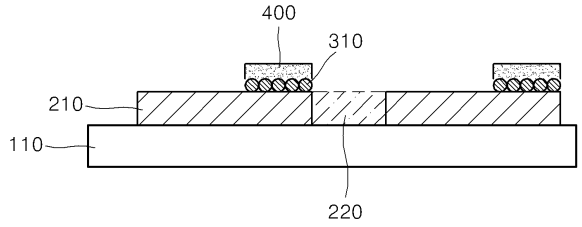
도면13



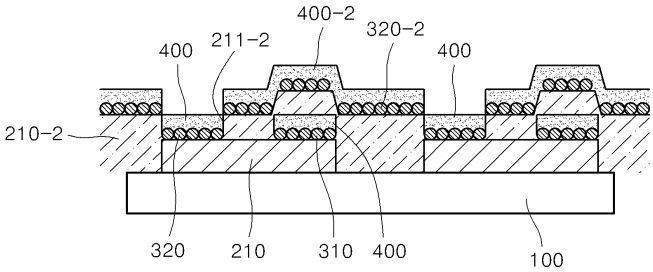
도면14



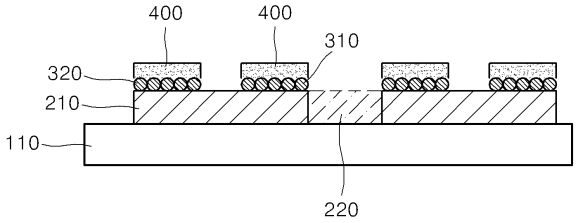
도면15



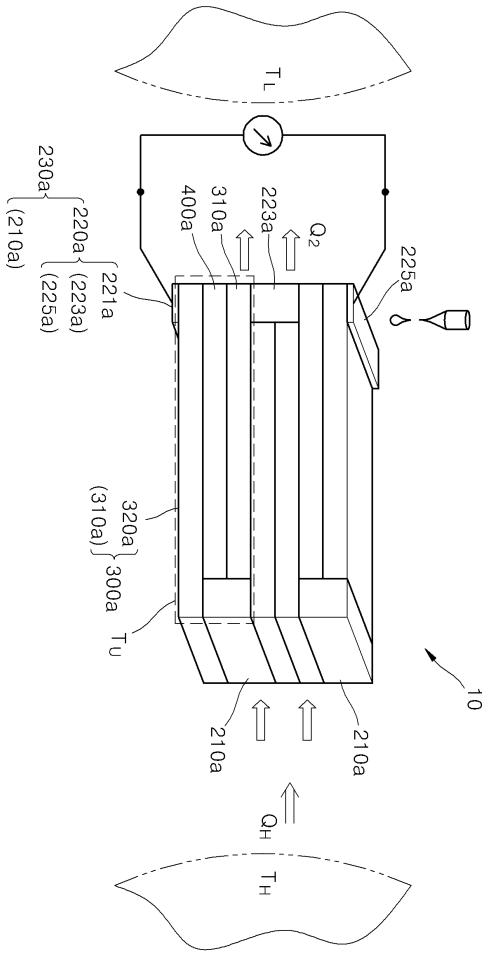
도면16



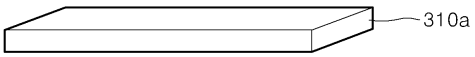
도면17



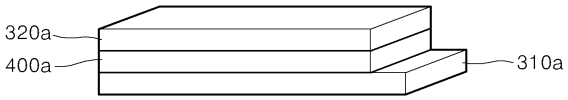
도면18



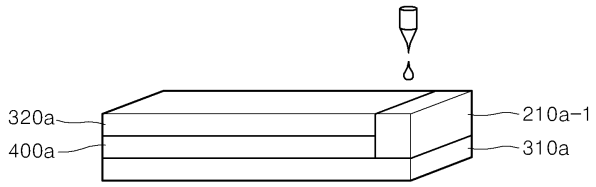
도면19



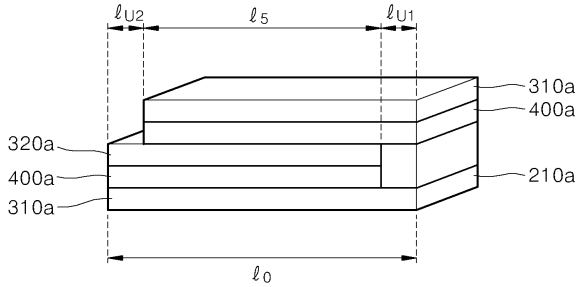
도면20



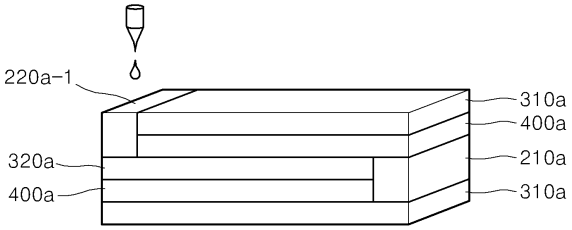
도면21



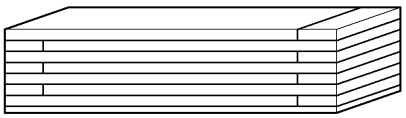
도면22



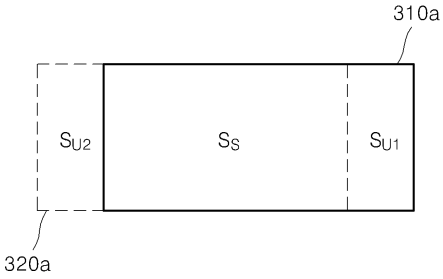
도면23



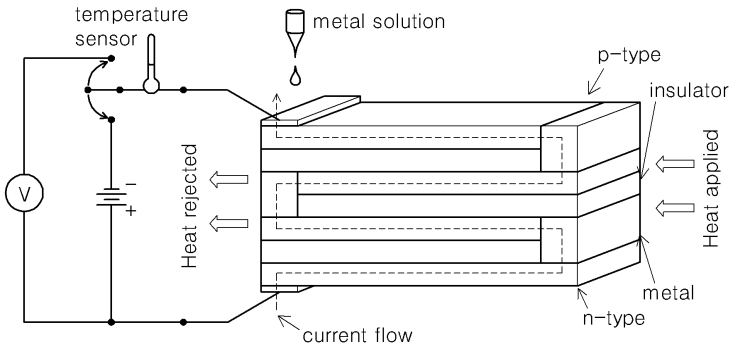
도면24



도면25


310a
S_{U2}
S_S
S_{U1}
320a

도면26


temperature sensor
metal solution
p-type
insulator
Heat applied
Heat rejected
V
metal
n-type
current flow