



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월13일
 (11) 등록번호 10-1340853
 (24) 등록일자 2013년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 35/12 (2006.01) H01L 35/34 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0115764
 (22) 출원일자 2012년10월18일
 심사청구일자 2012년10월18일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2006114826 A
 JP2003174204 A
 KR1020110052300 A
 KR101125075 B1

(73) 특허권자
 한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
 김상민
 대구광역시 수성구 효행로 24, 럭키골든아파트 6-207
 전성재
 충청북도 청주시 흥덕구 예체로 30, 505동 204호 (사직동, 청주푸르지오캐슬아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김종관, 박창희, 권오식

전체 청구항 수 : 총 7 항

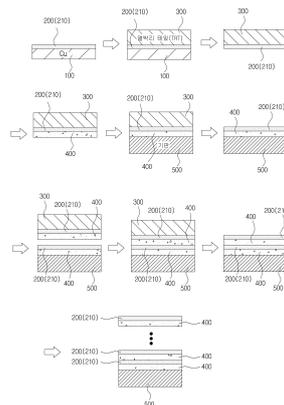
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 **카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막**

(57) 요약

본 발명은 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 그래핀층이 형성된 금속부재를 열박리 테잎 및 에칭을 이용하여 그래핀층을 분리하고, 그래핀층에 열전재료층을 증착한 후 이를 기판위에 전사하며, 이와 같은 과정을 반복하여 기판위에 카본재료층과 열전재료층이 번갈아 적층되도록 열전박막을 형성하여, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있으며 열전박막의 제조시간을 단축시킬 수 있는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김재현

대전광역시 유성구 어은로 57, 한빛아파트 127동
208호

이학주

대전광역시 서구 대덕대로 415, 상아아파트
102-807

현승민

대전광역시 유성구 지족로 317, 106동 1503호 (지
족로, 반석마을1단지아파트)

이후정

경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 709-401 (영통
동, 서광아파트)

정준호

대전광역시 서구 둔산로 223, 청솔아파트 4동1201
호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC0890

부처명 지식경제부

연구사업명 주요사업-일반

연구과제명 3차원 나노구조체 제조기술 고도화 사업 (2/5)

기 여 율 1/1

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

기관(500) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S10);
 상기 카본재료층(200) 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(S20);
 상기 열전재료층(400) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S30); 및
 상기 S20단계 및 S30단계를 반복하여 카본재료층(200)과 열전재료층(400)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(S40); 를 포함하여 이루어지는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 S10단계에서 카본재료층(200)은 그래핀, 탄소나노튜브 또는 그래파이트 중 어느 하나이거나 둘 이상이 혼합 또는 적층된 것을 특징으로 하는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 S20단계 또는 S40단계 후 열전재료층(400)을 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(S25)가 더 수행되는 것을 특징으로 하는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 4

일면에 그래핀층(210)이 형성된 금속부재(100)의 그래핀층(210)에 열박리 테잎(300)을 부착하고 에칭을 이용하여 금속부재(100)를 제거하는 단계(SA10);
 상기 열박리 테잎(300)에 부착된 그래핀층(210)의 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(SA20);
 상기 열전재료층(400)을 기관(500)에 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여, 상기 기관(500)에 열전재료층(400)과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA30);
 상기 기관(500)의 최상층인 그래핀층(210) 상면에, SA10단계 및 SA20단계를 반복하여 형성된 열박리 테잎(300), 그래핀층(210) 및 열전재료층(400) 적층체의 열전재료층(400)을 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA40); 및
 상기 SA40단계를 반복하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(SA50); 를 포함하여 이루어지는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 SA20단계에서 상기 열전재료층(400)은 상온 내지 열박리테잎(300)의 박리온도 미만의 온도 범위에서 증착되는 것을 특징으로 하는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 SA20단계 또는 SA50단계 후 열전재료층(400)은 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(SA25)가 더 수행되는 것을 특징으로 하는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법.

청구항 7

기관(500) 및 상기 기관(500)의 상측에 번갈아 적층 형성되는 열전재료층(400)과 카본재료층(200)을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 열전박막.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기관위에 카본재료층과 열전재료층이 번갈아 적층되도록 열전박막을 형성하여, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있으며 열전박막의 제조시간을 단축시킬 수 있는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 열전 현상(thermoelectric effect)은 열과 전기 사이의 가역적(reversible)이고, 직접적인 에너지 변환을 의미한다. 열전 현상은 재료 내부의 전하 운반자(charge carrier), 즉 전자(electron)와 정공(hole)의 이동에 의해 발생하는 현상이다.

[0003] 그리고 열전소자(thermoelectric element)는 이와 같은 열전 현상을 이용한 소자의 총칭으로, 전류에 의해 열이 흡수 또는 발생하는 현상인 펠티에 효과를 이용한 소자인 펠티에 소자를 주로 의미하며, 필요에 따라서는 열전 소자의 양단의 온도차에 의해 기전력이 발생하는 현상인 제벡 효과를 이용하는 소자를 포함한다.

[0004] 여기에서 제벡 효과(Seebeck effect)는 온도 차이가 전기로 직접적으로 변환되는 것으로서, 재료 양단의 온도 차이로부터 발생하는 기전력을 이용하여 발전분야에 응용된다. 그리고 펠티에 효과(Peltier effect)는 회로에 전류를 흘릴 때 상부 접합(upper junction)에서 열이 발생하고 하부 접합(lower junction)에서 열이 흡수되는 현상으로서, 외부로부터 인가된 전류에 의해 형성된 양단의 온도차를 이용하여 냉각분야에 응용된다. 이러한 펠티에 효과를 이용한 열전소자를 구성하기 위해서는 전기전도 방식이 다른 비스무트, 텔루륨 등의 소재로 만들어진 이종반도체를 교대로 배열하고, 이웃하는 이종반도체들을 직렬로 전기 연결한다. 이와 같이 구성된 열전 모듈에 직류를 공급하면 양단에서 각각 흡열 및 발열 반응을 얻을 수 있다.

[0005] 이와 같은 열전소자는 전류의 방향에 따라 양단에서 흡열 및 발열의 전환이 가능하고, 전류량에 따라 흡열량 및 발열량이 조절되므로, 용량이 적은 냉동기 또는 상온 부근의 정밀한 항온조 제작에 응용된다. 또한, 열전소자는 수동형 냉각 시스템으로 발열 문제 해결이 어려운 반도체 장비 및 전자기기의 능동형 냉각 시스템으로 적용되고 있으며, DNA 연구에 응용되는 정밀 온도제어 시스템 등 기존의 냉매가스 압축방식의 시스템으로는 해결 불가능한 분야에서의 수요가 확대되고 있다. 이러한 열전냉각은 환경문제를 유발하는 냉매가스를 사용하지 않는 무진동, 저소음의 친환경 냉각 기술이다. 그리고 고효율의 열전냉각재료의 개발로 냉각효율을 향상하면 냉장고, 에어컨 등 범용 냉각 분야에까지 응용의 폭을 확대할 수 있으며, 자동차 엔진부, 산업용 공장 등에서 열이 방출되는 부분에 열전모듈을 적용하면 재료 양단에 발생하는 온도차에 의한 발전이 가능하여 신재생 에너지원의 하나로 주목 받고 있다. 또한, 태양에너지 사용이 불가능한 화성, 토성 등의 우주 탐사선에는 이미 이러한 열전 발전 시스템이 가동되고 있다.

[0006] 그리고 열전 소자의 성능은 무차원 성능지수로 통칭되는 식(1)과 같이 정의되는 ZT(figure of merit)값을 통해 나타낼 수 있으며, 현재 최고값은 2.4이다.

$$ZT = \frac{\alpha^2 T}{\rho K_T}$$

[0007] 식(1)

[0008] 위의 식(1)에서, α 는 제백 계수(1K당 온도차로 인하여 발생하는 열기전력; $\mu V/K$), T 는 절대온도, ρ 는 고유저항, K_T 는 열전도도이다.

[0009] 이때, 식 (1)에 나타난 바와 같이 열전 소자의 성능인 ZT 값을 증가시키기 위해서는 제백 계수(α)는 증가시키고 고유저항(ρ)과 열전도도(K_T)는 감소시켜야 한다. 그러나 고유저항이 낮은 금속의 제백 계수는 낮고, 고유저항이 높은 절연 물질의 제백 계수는 높은 편이다. 따라서 열전 소자의 성능을 향상시키는데 큰 제약이 된다.

[0010] 또한, 열전 소자는 도 1과 같이 기판(10) 상에 열전재료층(20)이 형성되도록 벌크(bulk) 형태로 제조되며 물리적 기상 증착(PVD, Physical Vapor Deposition) 방법을 통해 제조되므로, 두께가 두꺼운 열전 소자를 제조하기 위해서는 증착 시간이 많이 소요되어 생산성이 저하되는 단점이 있다.

[0011] 이러한 열전 소자를 제조하기 위한 종래기술로 한국공개특허 "벌크 나노 복합체형 열전재료, 나노 복합체형 열전재료 분체 및 그 제조방법"(2012-0036587)이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-2011-0042023 A (2011.08.17.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 그래핀층이 형성된 금속부재를 열박리 테잎 및 에칭을 이용하여 그래핀층을 분리하고, 그래핀층에 열전재료층을 증착한 후 이를 기판위에 전사하며, 이와 같은 과정을 반복하여 기판위에 카본재료층과 열전재료층이 번갈아 적층되도록 열전박막을 형성하여, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있으며 열전박막의 제조시간을 단축시킬 수 있는 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법은, 기판(500) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S10); 상기 카본재료층(200) 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(S20); 상기 열전재료층(400) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S30); 및 상기 S20단계 및 S30단계를 반복하여 카본재료층(200)과 열전재료층(400)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(S40); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 S10단계에서 카본재료층(200)은 그래핀, 탄소나노튜브 또는 그래파이트 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 S20단계 또는 S40단계 후 열전재료층(400)을 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(S25)가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 그리고 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법은, 일면에 그래핀층(210)이 형성된 금속부재(100)의 그래핀층(210)에 열박리 테잎(300)을 부착하고 에칭을 이용하여 금속부재(100)를 제거하는 단계(SA10); 상기 열박리 테잎(300)에 부착된 그래핀층(210)의 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(SA20); 상기 열전재료층(400)을 기판(500)에 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여, 상기 기판(500)에 열전재료층(400)

과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA30); 상기 기관(500)의 최상층인 그래핀층(210) 상면에, SA10단계 및 SA20 단계를 반복하여 형성된 열박리 테잎(300), 그래핀층(210) 및 열전재료층(400) 적층체의 열전재료층(400)을 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA40); 및 상기 S40단계를 반복하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(SA50); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 SA20단계에서 상기 열전재료층(400)은 상온 내지 열박리테잎(300)의 박리온도 미만의 온도 범위에서 증착되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 SA20단계 또는 S50단계 후 열전재료층(400)을 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(SA25)가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 그리고 본 발명의 열전박막은, 기관(500) 및 상기 기관(500)의 상층에 번갈아 적층 형성되는 열전재료층(400)과 카본재료층(200)을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막은 그래핀층이 형성된 금속부재를 열박리 테잎 및 에칭을 이용하여 그래핀층을 분리하고, 그래핀층에 열전재료층을 증착한 후 이를 기관위에 전사하며, 이와 같은 과정을 반복하여 기관위에 카본재료층과 열전재료층이 번갈아 적층되도록 열전박막을 형성하여, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있으며 열전박막의 제조시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 종래의 열전박막을 나타낸 개략도.
 도 2는 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법의 전체 단계를 나타낸 개략도.
 도 3 내지 도 9는 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법의 각 단계를 나타낸 개략도.
 도 10 및 도 11은 본 발명의 열전박막의 실시예를 나타낸 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 상기한 바와 같은 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막을 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0024] 도 2 내지 도 9는 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법을 나타낸 개략도이며, 도 10 및 도 11은 본 발명의 열전박막을 나타낸 개략도이다.

[0025] 우선, 본 발명의 열전박막(1000)은 도 10 및 도 11과 같이 기관(500) 및 상기 기관(500)의 상층에 번갈아 적층 형성되는 열전재료층(400)과 카본재료층(200)을 포함하여 이루어진다. 즉, 기관(500) 상면에 열전재료층(400)이 형성되고 그 위에 카본재료층(200)이 형성되어, 기관(500)위에 열전재료층(400)과 카본재료층(200)이 교대로 적층되도록 형성된다. 이때, 기관(500) 상면에 열전재료층(400)이 형성되고 그 위에 카본재료층(200)이 형성되도록 적층될 수 있고, 반대로 기관(500) 상면에 카본재료층(200)이 형성되고 그 위에 열전재료층(400)이 형성되도록 적층될 수도 있다.

[0026] 이때, 기관(500)은 SiO₂/Si, PET(polyethylene terephthalate), 폴리이미드(polyimide), AlN(aluminum nitride), Diamond 등 다양한 재질로 형성될 수 있다. 그리고 카본재료층(200)은 그래핀(graphene), 탄소나노튜브(CNT; carbon nanotube) 또는 그라파이트(graphite) 등의 카본재료가 사용될 수 있다. 여기에서 상기 그래핀은 탄소만의 sp² 결합으로 형성된 2차원 나노물질이며, 원자 한 층으로 형성된다. 이러한 그래핀은 5층 이하로 적층된 형태의 나노박막이 사용되는 것이 바람직하나, 그 이상의 층이 적층된 형태로도 사용될 수 있다. 이때, 5층 이상으로 적층된 그래핀은 그라파이트와 유사하며 이러한 그래핀 또는 그라파이트가 카본재료층(200)으로 사용될 수도 있다.

[0027] 또한, 열전재료층(400)은 Bi-Te계, Pb-Te계, Co-Sb계, Si-Ge계 또는 Fe-Si계의 물질로 이루어질 수 있다. 그러

나 상기 기관, 카본재료층 및 열전재료층이 이들 물질로 한정되는 것은 아니다.

[0028] 이와 같이 형성된 본 발명의 열전박막(1000)의 성능은 무차원 성능지수로 통칭되는 식(1)과 같이 정의되는 ZT(figure of merit)값을 통해 나타낼 수 있다.

$$ZT = \frac{\alpha^2 T}{\rho K_T} \tag{1}$$

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{K_L + K_e} \approx \frac{\alpha^2}{\left(\frac{K_L}{\mu p q}\right) + L_0 T} \tag{2}$$

[0031] 위의 식(1)에서, α 는 제벡 계수(1K당 온도차로 인하여 발생하는 열기전력; $1\mu V/K$), T 는 절대온도, ρ 는 고유 저항, K_T 는 열전도도이다.

[0032] 그리고 식 (1)은 식 (2)와 같이 Z 값에 대해 나타낼 수 있다. 여기에서 K_L 은 격자구조 열전도도(lattice thermal conductivity), K_e 는 전자 열전도도(electronic thermal conductivity), σ 는 전기전도도(conductivity), L_0 는 로렌츠 넘버(lorenz number), μ 는 전자이동도(carrier mobility), p 는 전자농도(carrier density), q 는 전자전하량(electronic charge)이다.

[0033] 이때, 식 (2)에서 K_L 값이 감소하고 μ 값이 증가하면 Z 값은 커지게 된다. 그리하여 본 발명의 열전박막(1000)은 카본재료층(200)에 의해 μ 값을 증가시킬 수 있어 Z 값을 크게 할 수 있으므로, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 카본재료층(200)을 형성하는 물질들 중 그래핀을 사용할 수 있으며, 그래핀은 μ 값이 약 $200,000\text{cm}^2/Vs$ 로 높아 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0034] 이와 같은 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법은, 기관(500) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S10); 상기 카본재료층(200) 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(S20); 상기 열전재료층(400) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계(S30); 및 상기 S20단계 및 S30단계를 반복하여 카본재료층(200)과 열전재료층(400)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(S40); 를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0035] 먼저, S10단계는 기관(500)의 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계이며, 상기 카본재료층(200)은 그래핀(graphene), 탄소나노튜브(carbon nanotube) 또는 그라파이트(graphite)중 어느 하나이거나 둘 이상이 혼합 또는 적층된 것일 수 있다.

[0036] 여기에서 카본재료층(200)을 기관(500)에 전사하는 방법은 다양하며, 그래핀을 사용할 경우 대표적으로 CVD(Chemical vapor deposition)방법을 이용하여 구리 박막(copper foil)에 합성된 그래핀을 습식 또는 건식전사 할 수 있고, 또는 그라파이트로부터 액상 박리(liquid phase exfoliation) 시켜 만들어진 그래핀 필름을 이용할 수도 있다. 그라파이트 또한 건식전사 방법을 이용할 수 있으며, 탄소나노튜브를 사용하는 경우 액상 분산 기술을 이용한 코팅방법인 스프레이코팅 등을 이용할 수 있다.

[0037] 그리고 S20단계는 S10단계를 거쳐 기관(500) 상면에 형성된 카본재료층(200) 위에 열전재료층(400)을 증착하는 단계로, 일반적으로 이온화된 원자(Ar)를 전기장에 의해 가속시켜 원하는 재료에 충돌시켜 이때 튀어나오는 원자들이 원하는 표면에 부착되도록 하는 스퍼터링(sputtering)증착을 포함한 물리적기상증착(PVD) 방법을 이용할 수 있으며, 전기화학증착(electrochemical deposition) 방법을 이용하여 원하는 열전재료(Bi-Te, Sb-Te, Bi-Sb-Te, Bi-Sb-Te-Se 등)를 카본재료층(200) 위에 증착할 수 있다.

[0038] 또한, S30단계는 S20단계를 거쳐 증착된 열전재료층(400) 상면에 카본재료층(200)을 전사하는 단계로, 상기한 바와 같이 전사할 수 있다.

[0039] 그리하여 상기 S20단계 및 S30단계를 반복하여 카본재료층(200)과 열전재료층(400)이 번갈아 적층되도록 하여 열전박막(1000)을 형성할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 S20단계 또는 S40단계 후 열전재료층(400)을 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(S25)가 더 수행될 수 있다. 이는 열전재료층(400)을 후열처리 하여 열전박막의 성능을 향상시키기 위함이며, 이하의 열전박막 제조방법에서 보다 상세히 설명하기로 한다.

- [0041] 그리고 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법은, 일면에 그래핀층(210)이 형성된 금속부재(100)의 그래핀층(210)에 열박리 테잎(300)을 부착하고 에칭을 이용하여 금속부재(100)를 제거하는 단계(SA10); 상기 열박리 테잎(300)에 부착된 그래핀층(210)의 상면에 열전재료층(400)을 증착하는 단계(SA20); 상기 열전재료층(400)을 기관(500)에 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여, 상기 기관(500)에 열전재료층(400)과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA30); 상기 기관(500)의 최상층인 그래핀층(210) 상면에, SA10단계 및 SA20 단계를 반복하여 형성된 열박리 테잎(300), 그래핀층(210) 및 열전재료층(400) 적층체의 열전재료층(400)을 밀착시키고 가열하면서 열박리 테잎(300)을 제거하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)을 전사하는 단계(SA40); 및 상기 SA40 단계를 반복하여 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 번갈아 적층되도록 형성하는 단계(SA50); 를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0042] SA10단계는 도 3 내지 도 6과 같이 CVD 방법을 이용하여 구리 박막(copper foil)과 같은 금속부재(100)에 합성된 그래핀층(210)에 열박리 테잎(300)을 부착하고, 금속부재(100)를 에칭을 이용하여 제거하여 열박리 테잎(300)에 그래핀층(210)만이 남아 있도록 하는 단계이다.
- [0043] 이때, 도 3과 같이 열박리 테잎(300) 상면에 그래핀층(210)이 부착되도록 한 후, 한 쌍의 가압 롤러(700)를 통과시켜 열박리 테잎(300)에 그래핀층(210)이 밀착될 수 있다. 이후 열박리 테잎(300)에 그래핀층(210)과 금속부재(100)가 부착된 상태로 도 5와 같이 에칭 용액에 담가 금속부재(100)를 녹여 제거하고 건조하면 도 6와 같이 열박리 테잎(300)에 그래핀층(210)만이 남아있게 된다.
- [0044] SA20단계는 도 6과 같이 형성된 열박리 테잎(300)의 상면에 부착된 그래핀층(210) 위에 도 7과 같이 열전재료층(400)을 증착하는 단계로, 스퍼터링 증착을 포함한 물리적기상증착(PVD) 방법을 이용할 수 있으며, 전기화학증착 방법을 이용하여 원하는 열전재료를 그래핀층(210) 위에 증착할 수 있다. 이때, 열박리 테잎(300)은 80℃ 이상에서 박리가 진행되므로, 열전재료층(400)은 상온 내지 열박리테잎(300)의 박리온도 미만의 온도 범위에서 증착되는 것이 바람직하다.
- [0045] SA30단계는 SA20 단계를 거쳐 열박리 테잎(300) 상면에 그래핀층(210)과 열전재료층(400)이 차례대로 적층된 상태에서 이를 뒤집어 기관(500)에 열전재료층(400)이 밀착되도록 하고, 이들을 가열하여 열박리 테잎(300)을 떼어내는 단계이다. 즉, 도 8과 같이 기관(500), 열전재료층(400), 그래핀층(210) 및 열박리 테잎(300)이 차례대로 적층된 상태로 가열 롤러(800)를 통과시켜 열박리 테잎(300)을 제거하면, 기관(500)위에 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 차례대로 적층된 상태로 전사된다. 이때 가열 롤러(800)는 열박리 테잎(300)을 떼어낼 수 있는 80℃ 이상으로 가열되며, 기관(500)에 열전재료층(400)이 밀착될 수 있도록 적절한 압력으로 가압되는 것이 바람직하다.
- [0046] 그리고 SA40단계는 상기 기관(500)에 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 전사되어 적층된 상태에서, 그 위에 다시 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 적층되도록 전사하는 단계이다. 즉, 열박리 테잎(300), 그래핀층(210) 및 열전재료층(400) 적층체를 만들기 위해 SA10단계와 SA20 단계를 반복하고, 이 적층체를 뒤집어 열전재료층(400)이 그래핀층(210)에 밀착되도록 하여 열박리 테잎(300)을 제거하는 것이다.
- [0047] 그리하여 이와 같은 과정(SA50단계)을 반복함으로써, 도 9 및 도 10과 같이 기관(500)위에 열전재료층(400)과 그래핀층(210)이 번갈아 적층되는 구조로 열전박막(1000)이 형성될 수 있다. 그리고 이 방법에서 기관(500) 상면에 먼저 그래핀층(210)을 전사하고 각 단계를 수행하면, 도 11과 같은 구조의 열전박막(1000)을 제조할 수도 있다.
- [0048] 또한, 상기 SA20단계 또는 SA50단계 후 열전재료층(400)을 특정한 온도 및 특정한 가스 분위기에서 후열처리 하는 단계(SA25)가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 이는 열전재료층(400)을 후열처리 하여 열전박막의 성능을 향상시키기 위함이며, 진공, 아르곤, 질소 또는 기타 불활성 기체 분위기에서 100℃ 내지 500℃의 온도 범위로 일정시간 동안 가열하면 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0050] 그리하여 본 발명의 카본 재료를 이용한 열전박막 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전박막은 그래핀층이 형성된 금속부재를 열박리 테잎 및 에칭을 이용하여 그래핀층을 분리하고, 그래핀층에 열전재료층을 증착한 후 이를 기관위에 전사하며, 이와 같은 과정을 반복하여 기관위에 카본재료층과 열전재료층이 번갈아 적층되도록 열전박막을 형성하여, 열전박막의 성능을 향상시킬 수 있으며 열전박막의 제조시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0051] 그리고 이러한 열전박막 제조방법을 롤투를 공정에 적용하면 열전박막의 연속적인 제조가 가능하며, 유연한 기

판에 제작하면 곡면에도 부착하여 사용할 수 있다.

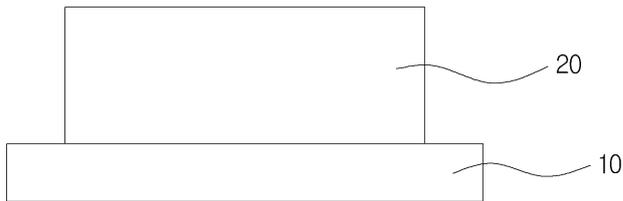
[0052] 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

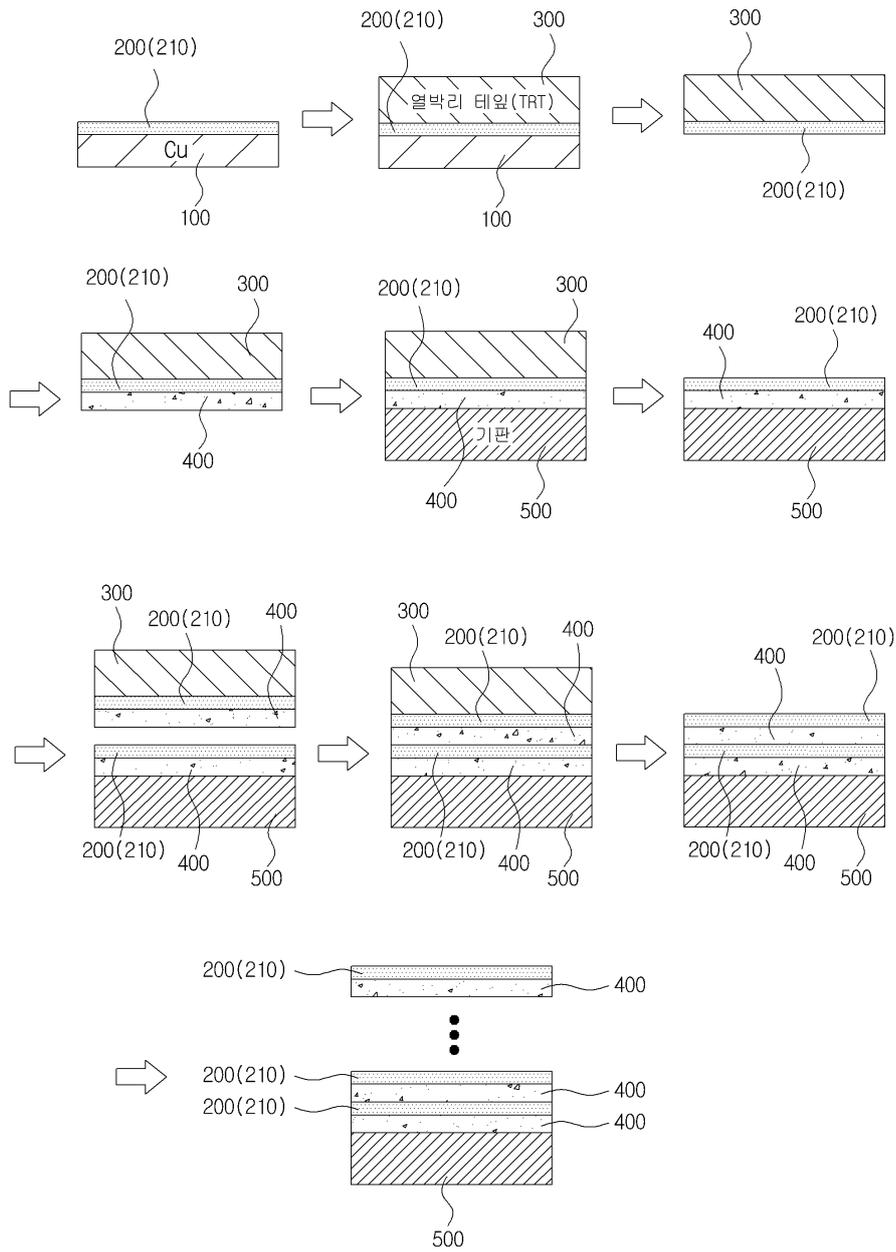
- [0053] 1000 : 열전박막
100 : 금속부재
200 : 카본재료층
210 : 그래핀층
300 : 열박리 테잎
400 : 열전재료층
500 : 기관
700 : 가압 롤러
800 : 가열 롤러

도면

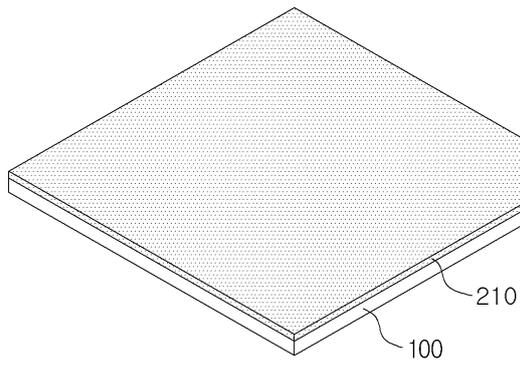
도면1



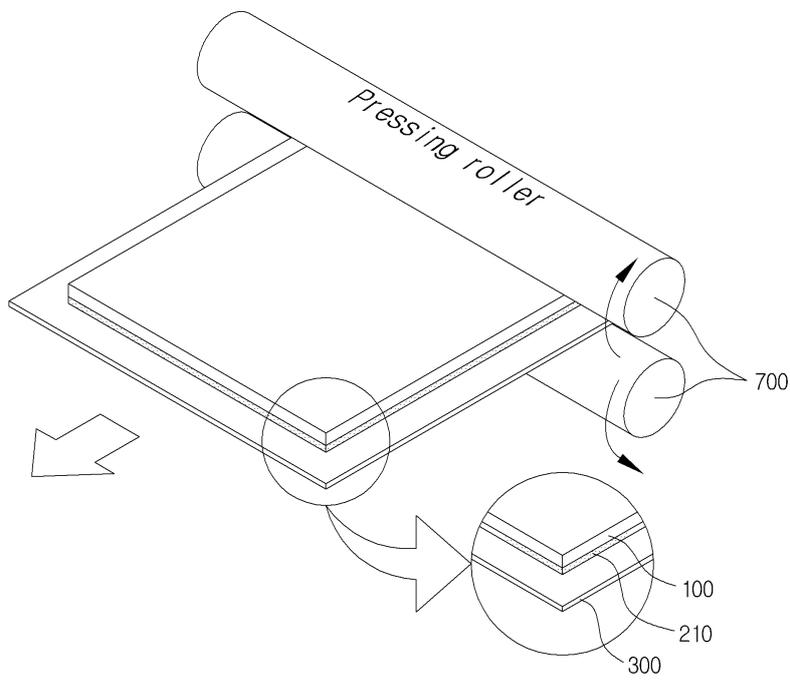
도면2



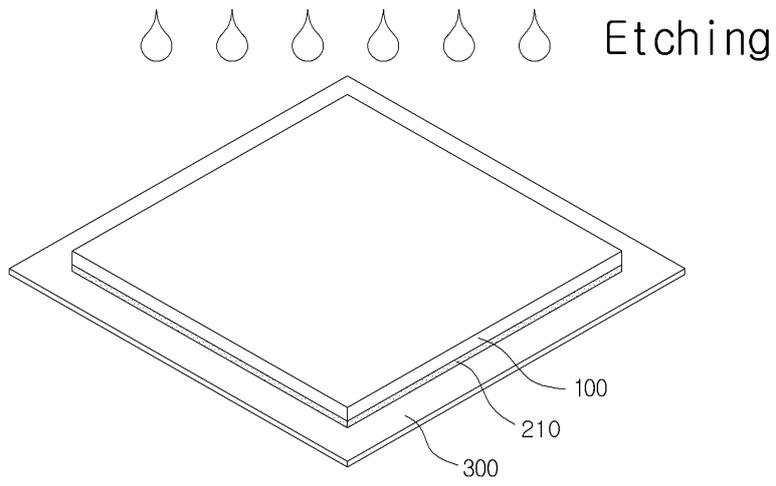
도면3



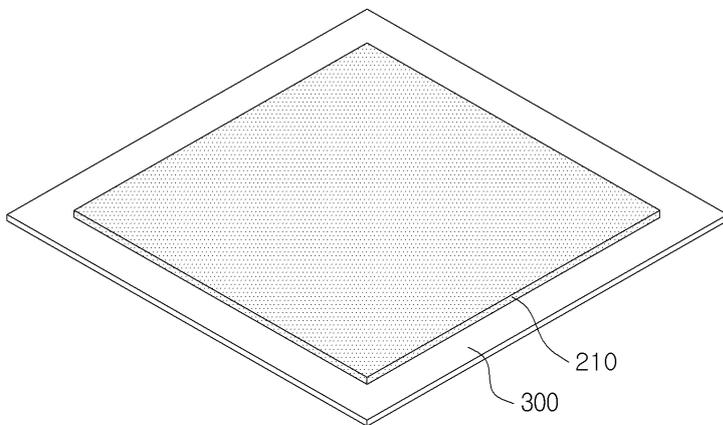
도면4



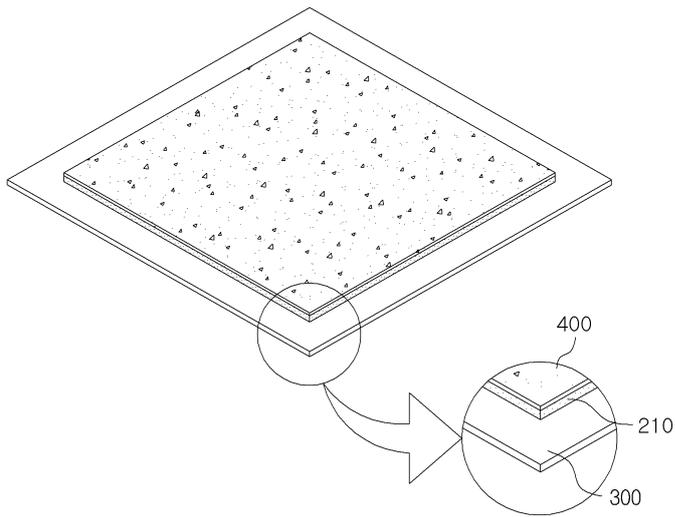
도면5



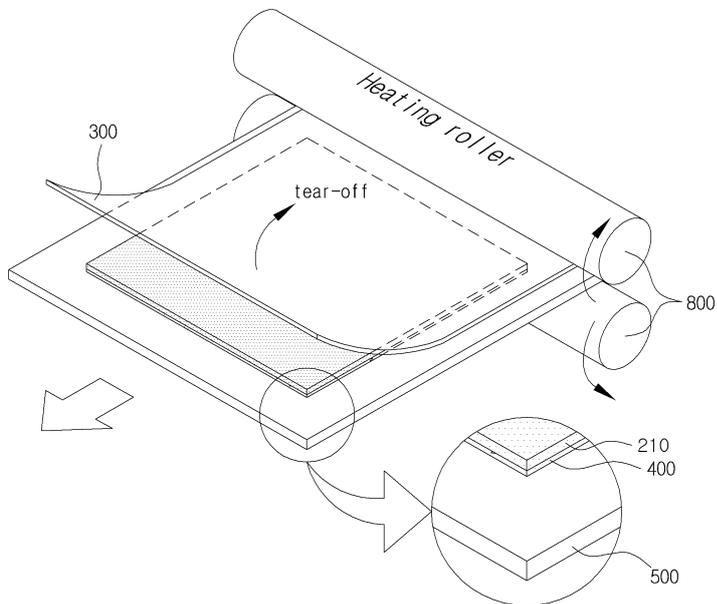
도면6



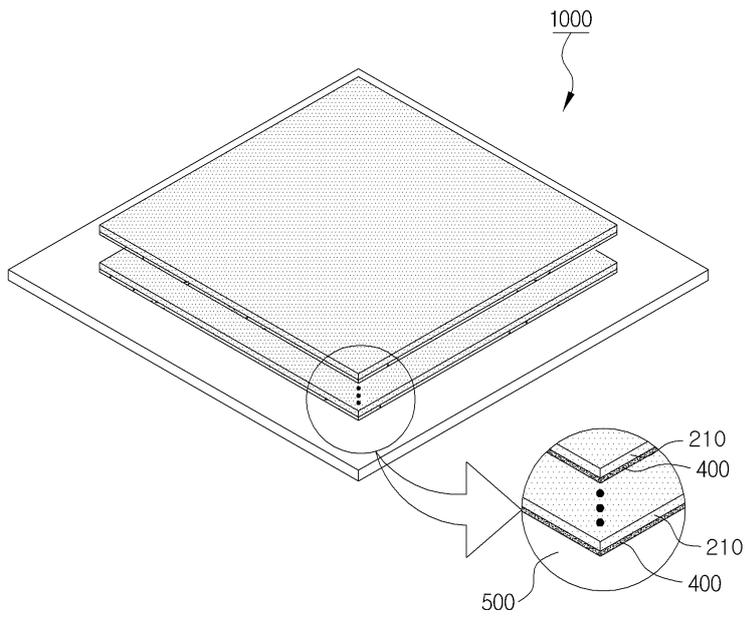
도면7



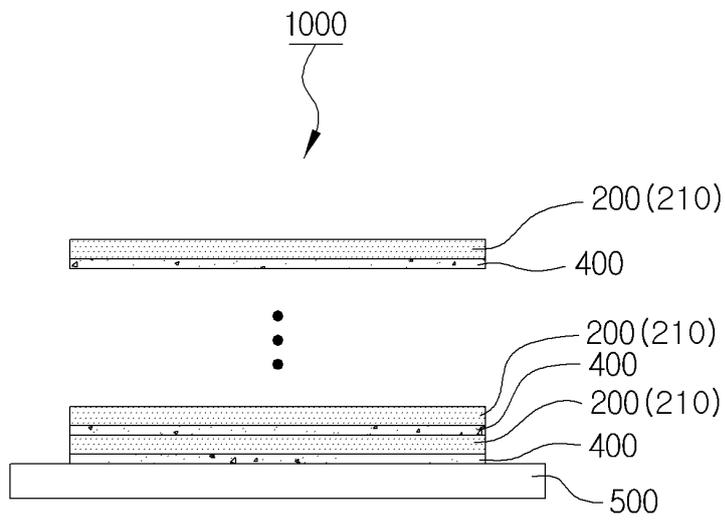
도면8



도면9



도면10



도면11

