



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0117261
(43) 공개일자 2024년08월01일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/653 (2014.01) B01J 13/00 (2018.01)
C01B 32/194 (2017.01) C01B 32/198 (2017.01)
H01M 10/6551 (2014.01) H01M 10/658 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01M 10/653 (2015.04)
B01J 13/0091 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-0009408
(22) 출원일자 2023년01월25일
심사청구일자 2023년01월25일</p> | <p>(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)</p> <p>(72) 발명자
김덕중
경남 진주시 가호로 26
배강현
경남 김해시 월산로 111-48
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
김중석</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 21 항

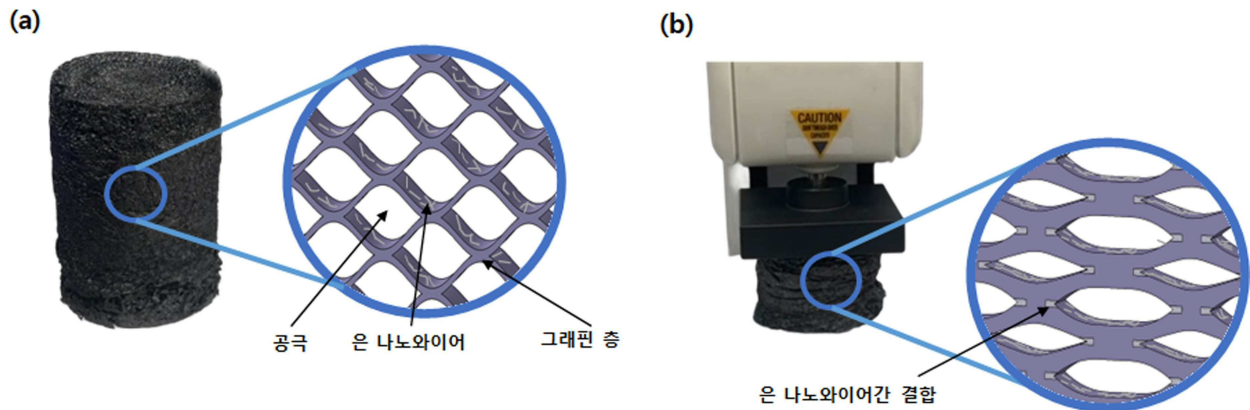
(54) 발명의 명칭 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법 및 이를 이용한 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템

(57) 요약

본 발명은 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법 및 이를 이용한 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템에 관한 것으로, 압축 전 그래핀 에어로젤은 여러 그래핀층과 많은 공극으로 이루어져 있어 열전도도가 공기와 유사한 수준이므로 단열 소재로 사용 가능하고, 압축 후에는 그래핀 에어로젤의 공극이 줄어들어 그래핀 층간 접합면이 늘어가게 되므로 열전도도가 증가하면서 방열 소재로 사용 가능한 효과가 있다.

본 발명에 따른 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템은, 물리적 및 화학적 가교결합에 의해 공극이 마련된 그래핀 에어로젤층; 및 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 그래핀 에어로젤층이 결합된 온도 조절부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C01B 32/194 (2017.08)

C01B 32/198 (2021.01)

H01M 10/6551 (2015.04)

H01M 10/658 (2015.04)

(72) 발명자

한승훈

경남 창원시 마산회원구 내서읍 호원로 361-3

정애림

경남 사천시 각산로 35

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180555
과제번호	20212050100010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에특)
연구과제명	전기화학적 압축기를 이용한 화학흡착식 히트펌프 시스템 개발
기 여 율	25/100
과제수행기관명	한국기계연구원
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153769
과제번호	2021R1A2C2004207
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	고열전도성/고강도 테셀레이션 (Tessellation) 소재 연구
기 여 율	75/100
과제수행기관명	경상국립대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)을 혼합하여 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계;

은-나노와이어 분산액과 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계; 및

상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트 싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 결합시키는 온도 조절부 제조 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계는,

상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반하는 제1-1단계;

상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료하는 제1-2단계;

상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 초음파 세척기로 균일화하는 제1-3단계;

상기 균일화된 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 환원된 산화그래핀 하이드로젤을 제조하는 제1-4단계;

상기 환원된 산화그래핀 하이드로젤을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 제1-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L 인 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 제1-1단계는 상기 가열교반기에서 40 ℃까지 가열하며 교반하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 내지 0.025 중량부를 혼합하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 제1-5단계는 -65 내지 -55 ℃에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 ℃에서 3일 동안 동결 건조하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA) 제조 단계는,

에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액과 증류수를 혼합한 후, 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조하는 제2-1단계;

상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 오토클레이브에 넣은 후, 진공장치에 넣어 방치하는 제2-2단계;

상기 오토클레이브에서 꺼낸 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 제2-3단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 은-나노와이어 분산액은 밀도가 20 g/L 인 것을 특징으로 하는, 그래 에어로젤 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액 1 중량부에 대하여 상기 증류수 5 중량부를 혼합하는 것을 특징으로 하는, 그래 에어로젤 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 제2-3단계는 -65 내지 -55 ℃에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 ℃에서 3일 동안 동결 건조하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 11

산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 및 은-나노와이어 분산액을 수열반응하여 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계; 및

상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)를 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 결합시키는 온도 조절부 제조 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계는,

상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반하는 제3-1단계;

상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료하는 제3-2단계;

상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 은-나노와이어 분산액을 추가 혼합하여 조임과 세척기로 균일화하고 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조하는 제3-3단계;

상기 균일화된 은-나노와이어 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 제조하는 제3-4단계;

상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 제3-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L 인 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 14

제 12항에 있어서,

상기 제3-1단계는 상기 가열교반기에서 40 ℃까지 가열하며 교반하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 15

제 12항에 있어서,

상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 내지 0.025 중량부를 혼합하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 16

제 12항에 있어서,

상기 은-나노와이어 분산액은 밀도가 20 g/L 인 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 17

제 12항에 있어서,

상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 은-나노와이어 분산액 0.020 내지 0.025 중량부를 혼합하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 18

제 12항에 있어서,

상기 제3-5단계는 -65 내지 -55 ℃에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 ℃에서 3일 동안 동결 건조하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법.

청구항 19

물리적 및 화학적 가교결합에 의해 공극이 마련된 그래핀 에어로젤층; 및

배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 그래핀 에어로젤층이 결합된 온도 조절부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 그래핀 에어로젤층은 변형 또는 압축이 가해졌을 때, 방열재로 사용되는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템.

청구항 21

제 19항에 있어서,

상기 그래핀 에어로젤층은 변형 또는 압축이 제거되었을 때, 단열재로 사용되는 것을 특징으로 하는, 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 발명은 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법 및 이를 이용한 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템에 관한 것으로, 압축 전 그래핀 에어로젤은 여러 그래핀층과 많은 공극으로 이루어져 있어 열전도도가 공기과 유사한 수준이므로 단열 소재로 사용 가능하고, 압축 후에는 그래핀 에어로젤의 공극이 줄어들어 그래핀 층간 접합면이 늘어가게 되므로 열전도도가 증가하면서 방열 소재로 사용 가능한 효과가 있다.

배경 기술

[0003]

일정한 온도범위에서 최적의 성능을 내는 배터리와 같은 전기, 전자부품의 경우 기존 고정된 열전도도를 갖는 열 계면 소재로는 저온 환경에서 빠른 방열로 인해 부품의 온도 저하를 야기하고 이는 에너지 출력의 저하, 충전 속도의 저하로 연결되기에 저온에서의 사용이 제한된다. 저온에서의 전기, 전자부품의 효율 상승을 위해 단열 소재를 적용한다면, 고온 환경에서 과열의 문제가 발생되어 사용이 제한되어, 여러 온도환경에서 사용되는

부품의 경우 열 계면 소재의 능동적 열전도도 조절이 요구된다.

- [0004] 일반적인 배터리 모듈의 경우 작동 온도에 따라 문제가 발생하는데, 적절한 작동 온도 외의 고온 환경에서 작동한다면 열폭주 현상과 효율 저하, 저온에서는 충전 속도의 저하와 효율 저하를 일으키고, 따라서 적절한 온도 이외의 온도에서 작동은 배터리 효율의 저하를 유발한다고 볼 수 있다. 그러므로 배터리의 온도를 일정하게 유지시켜 효율을 유지하기 위해서는 외기 온도에 따라 유동적으로 열전도도를 조절하는 열 계면 소재가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제 10-1496042 (2015.02.16)호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 상기 요구사항을 충족하는 기존 상태에서 열전도도가 낮아 단열소재로 사용될 수 있으며, 압축에 따른 열전도도의 증가로 방열 소재로 전환되어 사용할 수 있으며, 압축을 통한 방열 및 단열 모드의 유연한 전환이 가능한 다공성 물질을 “온도 조절 시스템”로 이용하여 전기 전자 부품의 안정성 및 성능을 향상할 수 있게 제공하는 것이다.
- [0008] 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] (1) 본 발명에 따른 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법은,
- [0011] 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)을 혼합하여 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계;
- [0012] 은-나노와이어 분산액과 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계; 및
- [0013] 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트 싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 결합시키는 온도 조절부 제조 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계는,
- [0015] 상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반하는 제1-1단계;
- [0016] 상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료하는 제1-2단계;
- [0017] 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 초음파 세척기로 균일화하는 제1-3단계;
- [0018] 상기 균일화된 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 환원된 산화그래핀 하이드로젤을 제조하는 제1-4단계;
- [0019] 상기 환원된 산화그래핀 하이드로젤을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 산화그래

핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 제1-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0020] 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA) 제조 단계는,
- [0021] 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액과 증류수를 혼합한 후, 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조하는 제2-1단계;
- [0022] 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 오토클레이브에 넣은 후, 진공장치에 넣어 방치하는 제2-2단계;
- [0023] 상기 오토클레이브에서 꺼낸 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 제2-3단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] (2) 본 발명에 따른 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법은,
- [0026] 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 및 은-나노와이어 분산액을 수열반응하여 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계; 및
- [0027] 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)를 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 결합시키는 온도 조절부 제조 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계는,
- [0029] 상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반하는 제3-1단계;
- [0030] 상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료하는 제3-2단계;
- [0031] 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 은-나노와이어 분산액을 추가 혼합하여 초음파 세척기로 균일화하고 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조하는 제3-3단계;
- [0032] 상기 균일화된 은-나노와이어 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로젤을 제조하는 제3-4단계;
- [0033] 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로젤을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)을 제조하는 제3-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] (3) 본 발명에 따른 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템은,
- [0036] 물리적 및 화학적 가교결합에 의해 공극이 마련된 그래핀 에어로젤층; 및
- [0037] 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 그래핀 에어로젤층이 결합된 온도 조절부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 상기 그래핀 에어로젤층은 변형 또는 압축이 가해졌을 때, 방열재로 사용되는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 상기 그래핀 에어로젤층은 변형 또는 압축이 제거되었을 때, 단열재로 사용되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0041] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 압축을 통해 방열모드와 단열모드로 자유로운 전환이 가능한 열 계면 소재로 방열 및 단열이 동시에 필요한 전기 전자부품의 안정성 및 성능 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른, 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템의 압축전(a) 및 압축후(b) 은-나노와이

어 그래핀 에어로젤의 형태를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따라, 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계에 따른 제작 공정도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라, 은-나노와이어 분산액과 상기 산화그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계에 따른 제작 공정도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라, 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 및 은-나노와이어 분산액을 수열반응하여 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계에 따른 제작 공정도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 비열 측정 실험예에서 사용된 DSC를 이용한 비열 측정기(a) 및 아르키메데스 법 밀도 측정기(b)이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 열전도도 측정 실험예에서 사용된 HOT DISK와 인장압축시험기이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 인장압축시험기를 이용한 실험예에서 변형이 없을 때의 측정(a) 및 변형이 있을 때의 측정(b) 사진이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 열전도도 측정 실험예에서 변형에 따른 측방향 열전도도 결과이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따라 열전도도 측정 실험예에서 변형에 따른 반경방향 열전도도 결과이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른, 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법에 대한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0045] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0046] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함” 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0047] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0048] 본 발명에 대한 해결하고자 하는 과제, 과제의 해결 수단, 발명의 효과를 포함한 구체적인 사항들은 다음에 기재할 실시예 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0049] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0051] 본 발명은 압축을 통해 방열모드와 단열모드로 자유로운 전환이 가능한 열 계면 소재가 결합된 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템에 관한 것으로, 방열 및 단열이 동시에 필요한 전기 전자부품의 안정성 및 성능 향상할 수 있는 열전도도 제어가 가능한 그래핀 에어로젤 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템이다.
- [0052] 적절한 온도범위에서 최적의 성능을 내는 배터리와 같은 전기 전자부품의 경우 기존 고정된 열전도도를 갖는 열 계면 소재로는 저온 환경에서 빠른 방열로 인해 부품의 온도 저하를 야기하고 이는 에너지 출력의 저하, 충전 속도의 저하로 연결되기에 저온에서의 사용이 제한된다.
- [0053] 저온에서의 전기 전자부품의 효율성 상승을 위해 단열 소재를 적용한다면, 고온 환경에서 과열의 문제가 발생되어 사용이 제한되어, 여러 온도환경에서 사용되는 부품의 경우 열 계면 소재의 능동적 열전도도 조절이 요구된

다.

- [0054] 상기 요구사항을 충족하는 기존 상태에서의 열전도도는 $0.01 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이내로 공기와 유사한 수준으로 단열소재로 사용될 수 있고, 압축 후 열전도도가 대략 $1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이내로 방열소재로 사용될 수 있는 압축을 통한 열전도도 조절이 가능한 그래핀 에어로젤을 이용하고자 한다.
- [0055] 그래핀 에어로젤의 경우, 외기 온도에 따라 압축을 통해 열전도도를 제어하여 유연하게 열적 대응을 할 수 있고, 능동적 열전도도 제어를 통해 부품의 안정성 및 성능 향상 가능하다.
- [0057] 본 발명에 따른 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법은, 도 10에 나타난 바와 같이 두 가지 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0058] (1) 먼저 제1방법은, 산화 그래핀 에어로젤(GOA)을 제조하는 단계, 은-나노와이어 산화 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계 및 온도 조절부 제조하는 단계이다.
- [0059] 제1단계(S10)는 산화 그래핀 에어로젤(GOA)을 제조하는 단계로, 도 2에 나타내었다. 상기 제1단계(S10)는 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)을 혼합하여 산화 그래핀 에어로젤(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조하는 단계이다.
- [0060] 보다 구체적으로, 상기 제1단계(S10)는 아래 단계에 의해 구체적으로 수행된다.
- [0061] 먼저, 제1-1단계(S11)는 상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반한다.
- [0062] 상기 상온의 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L 인 것이 바람직하다. 상기 상온의 산화 그래핀 분산액(밀도 : 10 g/L) 100 mL 를 비커에 담아 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 40°C 까지 가열하며 교반을 진행한다.
- [0063] 상기 가열교반기에서 40°C 미만의 온도로 수행하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)의 혼합이 미미할 수 있고, 상기 가열교반기에서 40°C 를 초과하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액의 변형이 발생할 수 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.
- [0064] 상기 제1-1단계(S11)를 통해 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)을 형성할 수 있다.
- [0066] 다음으로, 제1-2단계(S12)는 상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료한다. 40°C 에 도달한 상기 산화 그래핀 분산액에 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 분산액에 천천히 투입하며 분산하였고, 가열교반기의 가열기능을 종료하였다.
- [0067] 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 내지 0.025 중량부를 혼합하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.02 중량부를 혼합한다.
- [0068] 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 중량부 미만으로 혼합하는 경우 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)이 상기 산화 그래핀 분산액에 충분히 균일화 되지 못할 우려가 있고, 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.025 중량부를 초과하여 혼합하는 경우 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)이 형성되지 못할 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0070] 다음으로, 제1-3단계(S13)는 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 초음파 세척기로 균일화한다.
- [0071] 보다 구체적으로, 상기 산화 그래핀 분산액 혼합물이 상온에 도달할 때까지 교반하고, 상기 산화 그래핀 분산액 혼합물이 담긴 비커를 초음파 세척기에 담가 40 kHz 로 20분간 균일화 시킨 후, 테플론 용기에 혼합물을 넣는다.
- [0072] 상기 초음파 세척기에 40 kHz 미만 및 20분 미만으로 균일화하는 경우 균일화가 충분히 수행되지 못하고, 40 kHz 초과 및 20분을 초과하여 균일화하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액 혼합물의 물리적 및 화학적 가교결합

(cross linking)이 분리될 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행되는 것이 바람직하다.

- [0074] 다음으로, 제1-4단계(S14)는 상기 균일화된 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 환원된 산화그래핀 하이드로겔을 제조한다.
- [0075] 보다 바람직하게는 상기 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 조립한 뒤, 강제 순환식 건조기에 넣어 상온에서 160 ℃까지 도달한 후, 3 시간 동안 수열반응을 진행한다. 이후, 1 시간 정도 공기 중에서 식힌 후, 상기 환원된 산화 그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 가볍게 세척하여 잔여물을 제거한다.
- [0076] 상기 균일화된 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에서 150 ℃ 미만으로 도달하는 경우 상기 환원된 산화그래핀 하이드로겔의 형성이 미미하고, 상온에서 170 ℃를 초과하여 수행하는 경우 상기 환원된 산화그래핀 하이드로겔이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0077] 또한, 상기 균일화된 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 2.5 시간 미만으로 수열 반응하는 경우 상기 환원된 산화그래핀 하이드로겔의 형성이 미미하고, 3.5 시간을 초과하여 수열 반응하는 경우 상기 환원된 산화그래핀 하이드로겔이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0079] 다음으로, 제1-5단계(S15)는 상기 환원된 산화그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조한다.
- [0080] 상기 제1-5단계(S15)는 -65 내지 -55 ℃에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 ℃에서 3일 동안 동결 건조하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, -60 ℃에서 4 시간 동안 동결시키고, 진공 상태로 만들어 -60 ℃에서 3 일간 동결 건조한다.
- [0081] -65 ℃ 미만에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)의 가교결합이 파괴될 우려가 있고, -55 ℃를 초과한 온도로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0082] 또한, 3.5 시간 미만으로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있고, 4.5 시간을 초과한 시간에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)의 가교결합이 파괴될 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0083] 또한, -65 내지 -55 ℃에서 3일 미만으로 동결 건조하는 경우 건조가 미미하여 아래 제2단계(S20)에서 은-나노와이어 분산액과 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)의 혼합이 잘 형성되지 않을 우려가 있고, -65 내지 -55 ℃에서 3일을 초과하여 동결 건조하는 경우 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)의 구조가 변형될 우려가 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.
- [0085] 다음으로, 제2단계(S20)는 은-나노와이어 산화그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계로, 도 3에 나타난 바와 같다. 상기 제2단계(S20)는 은-나노와이어 분산액과 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 산화그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GOA)을 제조하는 단계이다.
- [0086] 보다 구체적으로, 상기 제2단계(S20)는 아래 단계에 의해 구체적으로 수행된다.
- [0087] 먼저, 제2-1단계(S21)은 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액과 증류수를 혼합한 후, 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 혼합하여 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조한다.
- [0088] 상기 은-나노와이어 분산액은 밀도가 20 g/L인 것이 바람직하다. 상기 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액(밀도 : 20g/L) 1 중량부에 대하여 상기 증류수 5 중량부의 비율로 섞어 테플론 용기에 넣어두었고, 상기 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 상기 은-나노와이어 분산액이 있는 테플론 용기에 담아둔다.
- [0089] 상기 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액 1 중량부에 대하여 상기 증류수 5 중량부 미만으로 혼합하는 경우 상기 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액의 균일화가 어렵고, 상기 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액 1

중량부에 대하여 상기 증류수 5 중량부를 초과하여 혼합하는 경우 아래 제2-2단계(S22)에서 진공장치에 넣는 시간이 오래 걸리므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

- [0091] 다음으로, 제2-2단계(S22)는 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 오토클레이브에 넣은 후, 진공장치에 넣어 방치한다.
- [0092] 보다 구체적으로, 상기 은-나노와이어 분산액이 있는 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 단단히 조립한 뒤, 공기가 통하도록 약간 풀어준다. 이후, 오토클레이브를 진공장치에 넣어 24시간 동안 방치한다.
- [0094] 다음으로, 제2-3단계(S23)은 상기 오토클레이브에서 꺼낸 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 제조한다.
- [0095] 보다 구체적으로, 상기 제2-3단계(S23)는 -65 내지 -55 °C에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 °C에서 3일 동안 동결 건조한다. 보다 바람직하게는, 상기 오토클레이브에서 꺼낸 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 4 시간 동안 -60 °C에서 동결하였고, 진공상태로 만들어 3일 동안 -60 °C에서 동결 건조 하였다.
- [0096] -65 °C 미만에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물의 가교결합이 파괴될 우려가 있고, -55 °C를 초과한 온도로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0097] 또한, 3.5 시간 미만으로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있고, 4.5 시간을 초과한 시간에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물의 가교결합이 파괴될 우려가 있으므로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0098] 또한, -65 내지 -55 °C에서 3일 미만으로 동결 건조하는 경우 건조가 미미하여 제조된 상기 은-나노와이어 산화 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)이 잘 형성되지 않을 우려가 있고, 또한, -65 내지 -55 °C에서 3일을 초과하여 동결 건조하는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)의 구조가 변형될 우려가 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.
- [0100] 다음으로, 제4단계(S40)는 온도 조절부를 제조하는 단계로, 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 결합하여 온도 조절부를 제조 한다.
- [0102] (2) 다음으로 제2방법은, 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계(S30) 및 온도 조절 시스템을 제조하는 단계(S40)이다.
- [0103] 제3단계(S30)는 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계로, 도 4에 나타내었다.
- [0104] 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 및 은-나노와이어 분산액을 수열반응하여 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire Graphene Aerogel, Ag-Nanowire GA)을 제조하는 단계이다.
- [0105] 보다 구체적으로, 상기 제3단계(S30)는 아래 단계에 의해 구체적으로 수행된다.
- [0106] 먼저, 제3-1단계(S31)는 상온의 산화 그래핀 분산액을 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 가열하며 교반한다.
- [0107] 상기 상온의 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L인 것이 바람직하다. 상기 상온의 산화 그래핀 분산액(밀도 : 10 g/L) 100 mL를 비커에 담아 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 40 °C까지 가열하며 교반을 진행한다.
- [0108] 상기 가열교반기에서 40 °C 미만의 온도로 수행하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액과 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)의 혼합이 미미할 수 있고, 상기 가열교반기에서 40 °C를 초과하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액의 변형이 발생할 수 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.

- [0109] 상기 제3-1단계(S31)를 통해 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)을 형성할 수 있고, 상기 은-나노와이어 결합을 형성할 수 있다.
- [0111] 다음으로, 제3-2단계(S32)는 상기 가열 교반 된 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 투입하며 분산시킨 후 상기 가열교반기의 가열을 종료한다. 40 ℃에 도달한 상기 산화 그래핀 분산액에 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)를 분산액에 천천히 투입하며 분산하였고, 가열교반기의 가열기능을 종료하였다.
- [0112] 보다 구체적으로, 상기 40 ℃에 도달한 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 2ml를 분산액에 천천히 투입하며 분산하였고, 가열교반기의 가열기능을 종료하였다.
- [0113] 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 내지 0.025 중량부를 혼합하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.02 중량부를 혼합한다.
- [0114] 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.015 중량부 미만으로 혼합하는 경우 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)이 상기 산화 그래핀 분산액에 충분히 균일화 되지 못할 우려가 있고, 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 0.025 중량부를 초과하여 혼합하는 경우 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)이 형성되지 못할 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0116] 다음으로, 제3-3단계(S33)는 상기 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate)에 분산된 산화 그래핀 분산액 혼합물을 상온에 도달할 때까지 교반 후, 은-나노와이어 분산액을 추가 혼합하여 초음파 세척기로 균일화하고 은-나노와이어 분산액 혼합물을 제조한다.
- [0117] 보다 구체적으로, 상기 산화 그래핀 분산액 혼합물이 상온에 도달할 때까지 교반하고, 상기 은-나노와이어 분산액(밀도 : 20g/L) 2.15 mL를 투하한다. 이후 비커를 초음파 세척기에 담가 20 분 동안 균일화 시킨 후, 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물 테플론 용기에 넣는다.
- [0118] 상기 초음파 세척기에 40 kHz 미만 및 20분 미만으로 균일화하는 경우 균일화가 충분히 수행되지 못하고, 40 kHz 초과 및 20분을 초과하여 균일화하는 경우 상기 산화 그래핀 분산액 혼합물의 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)이 분리될 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행되는 것이 바람직하다.
- [0119] 상기 은-나노와이어 분산액은 밀도가 20 g/L인 것이 바람직하다. 상기 상온의 산화 그래핀 분산액(밀도 : 10 g/L) 1 중량부에 대하여 상기 은-나노와이어 분산액 0.020 내지 0.025 중량부를 섞어 테플론 용기에 넣어두었고, 상기 은-나노와이어 분산액 혼합물을 테플론 용기에 담아둔다. 보다 바람직하게는 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 은-나노와이어 분산액 0.0215 중량부를 혼합한다.
- [0120] 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 은-나노와이어 분산액 0.020 중량부 미만으로 혼합하는 경우 상기 은-나노와이어 분산액이 상기 산화 그래핀 분산액에 충분히 균일화 되지 못할 우려가 있고, 상기 산화 그래핀 분산액 1 중량부에 대하여 상기 은-나노와이어 분산액 0.025 중량부를 초과하여 혼합하는 경우 물리적 및 화학적 가교결합(cross linking)이 형성되지 못할 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0122] 다음으로, 제3-4단계(S34)는 상기 균일화된 은-나노와이어 분산액 혼합물을 상온에서 150 내지 170℃ 까지 도달 후, 2.5 내지 3.5 시간 동안 수열 반응하여 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 제조한다.
- [0123] 보다 바람직하게는 상기 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 조립한 뒤, 강제 순환식 건조기에 넣어 상온에서 160 ℃까지 도달한 후, 3 시간 동안 수열반응을 진행한다. 이후, 1 시간 정도 공기 중에서 식힌 후, 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 가볍게 세척하여 잔여물을 제거한다.
- [0124] 상기 균일화된 은-나노와이어 분산액 혼합물을 상온에서 150 ℃ 미만으로 도달하는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔의 형성이 미미하고, 상온에서 170 ℃를 초과하여 수행하는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

- [0125] 또한, 상기 균일화된 은-나노와이어 분산액 혼합물을 2.5 시간 미만으로 수열 반응하는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔의 형성이 미미하고, 3.5 시간을 초과하여 수열 반응하는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0127] 다음으로, 제3-5단계(S35)는 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 세척 후 잔여물을 제거하고, 동결 건조하여 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)을 제조한다.
- [0128] 보다 구체적으로, 상기 제3-5단계(S35)는 -65 내지 -55 ℃에서 3.5 내지 4.5 시간 동안 동결하여 진공상태로 만든 후, -65 내지 -55 ℃에서 3일 동안 동결 건조한다. 보다 바람직하게는, 상기 오토클레이브에서 꺼낸 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔을 4 시간 동안 -60 ℃에서 동결하였고, 진공상태로 만들어 3일 동안 -60 ℃에서 동결 건조 하였다.
- [0129] -65 ℃ 미만에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔의 가교결합이 파괴될 우려가 있고, -55 ℃를 초과한 온도로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0130] 또한, 3.5 시간 미만으로 동결하여 진공상태로 만드는 경우 동결이 미미하여 진공이 어려울 우려가 있고, 4.5 시간을 초과한 시간에서 동결하여 진공상태로 만드는 경우 상기 은-나노와이어 산화그래핀 하이드로겔의 가교결합이 파괴될 우려가 있으므로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0131] 또한, -65 내지 -55 ℃에서 3일 미만으로 동결 건조하는 경우 건조가 미미하여 제조된 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)이 잘 형성되지 않을 우려가 있고, 또한, -65 내지 -55 ℃에서 3일을 초과하여 동결 건조하는 경우 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)의 구조가 변형될 우려가 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.
- [0133] 다음으로, 제4단계(S40)는 온도 조절부를 제조하는 단계로, 앞서 기재된 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)를 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 결합하여 온도 조절부를 제조하는 단계와 동일하게 상기 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)을 온도 조절부로 마련하여 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA)을 결합하여 온도 조절 시스템을 제조한다.
- [0135] (3) 본 발명에 따른 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템은, 상기 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법에 의해 제조되는 것이 바람직하다.
- [0136] 도 1에 나타난 바와 같이, 물리적 및 화학적 가교결합에 의해 공극이 마련된 그래핀 에어로젤층과 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 그래핀 에어로젤층이 결합된 온도 조절부로 구성된다.
- [0137] 상기 그래핀 에어로젤층은 물리적 및 화학적 가교결합에 의해 공극이 마련된다.
- [0138] 은-나노와이어는 상기 그래핀 에어로젤층 내에 분산시켜 상기 그래핀 에어로젤층을 고정시킨 것이다.
- [0139] 상기 그래핀 에어로젤층 및 그래핀 에어로젤층은 적층되는 형태가 아닌, 앞서 기재된 그래핀 에어로젤을 이용한 온도 조절 시스템 제조방법에 의해 제조된 상기 그래핀 에어로젤층에서 상기 은-나노와이어가 분산되는 형태로 제조된다. 상기 제조된 은-나노와이어 산화그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GOA) 및 은-나노와이어 그래핀 에어로젤(Ag-Nanowire GA)를 이용하여 제조된다.
- [0140] 상기 온도 조절부는 배터리(battery)와 히트싱크(heat sink) 사이에 상기 그래핀 에어로젤층이 결합된 형태로 마련된다.
- [0142] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른, 그래핀 에어로젤 온도 조절 시스템의 압축전(a) 및 압축후(b) 은-나노와이어 그래핀 에어로젤의 형태를 나타낸 도면이다.
- [0143] 상기 그래핀 에어로젤층은 변형 또는 압축이 가해졌을 때, 방열재로 사용될 수 있고, 변형 또는 압축이 제거되

었을 때, 단열재로 사용되는 것을 특징으로 한다.

[0144] 온도 조절은 작동 온도에 따라 방열 및 단열이 필요한 제품을 다공성 물질의 열전도도를 압축을 통해 크게 증가시킬 수 있다면, 본 발명은 열전도성 소재로 이루어진 다공성 물질의 압축에 따른 열전도도의 변화를 조사하였다.

[0145] 적절한 온도에서 작동시켜, 제품의 고성능과 안정성을 이룰 수 있는 중요한 요소이다. 방열 및 단열 모드로의 자유로운 전환이 가능하고, 이는 주변 온도의 극적인 변화에 열적으로 유연한 변환을 할 수 있는 “열 시스템”으로의 사용이 가능하다.

[0147] 이하, 기존의 방법으로 제조된 비교예와 실시예를 비교하고 실험예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 본 발명의 목적, 특징, 장점은 이하의 실시예를 통하여 쉽게 이해될 것이다. 본 발명은 여기서 설명하는 실시예에 한정되지 않고, 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 여기서 소개되는 실시예는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 이하의 실시예에 의해 본 발명이 제한되어서는 안 된다.

[0149] 실시예 1 : 산화그래핀 에어로겔(Graphene Oxide Aerogel, GOA)을 제조

[0150] ① 상온의 산화 그래핀 분산액 (밀도 : 10 g/L) 100ml를 비커에 담아 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 40℃까지 가열하며 교반을 진행하였다.

[0151] ② 40℃에 도달한 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 2ml를 분산액에 천천히 투입하며 분산하였고, 가열교반기의 가열기능을 종료하였다. 다음으로, 혼합물이 상온에 도달할 때까지 교반하였고, 상온의 혼합물이 담긴 비커를 초음파 세척기에 담가 40kHz로 20분간 균일화 시켰고, 테플론 용기에 혼합물을 넣었다.

[0152] ③ 상기 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 조립한 뒤, 강제 순환식 건조기에 넣어 상온에서 160℃까지 도달한 후, 3시간 동안 수열반응을 진행하였다. 1시간 정도 공기 중에서 식힌 후, 환원된 산화 그래핀 하이드로겔을 증류수에 담가 가볍게 세척하여 잔여물을 제거하였다.

[0153] ④ 다음으로, 상기 샘플을 -60℃에서 4시간 동안 동결시켰고, 진공 상태로 만들어 -60℃에서 3일간 동결 건조하였다.

[0155] 실시예 2 : 은-나노와이어 산화그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GOA)을 제조

[0156] ① 에탄올에 분산된 은-나노와이어 분산액 (밀도 : 20g/L)와 증류수를 1:5의 비율로 섞어 테플론 용기에 넣어두었고, 산화그래핀 에어로겔을 분산액이 있는 테플론 용기에 담아두었다.

[0157] ② 상기 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 단단히 조립한 뒤, 공기가 통하도록 약간 풀어준다. 이후, 오토클레이브를 진공장치에 넣어 24시간 동안 방치했다.

[0158] ③ 다음으로, 오토클레이브에서 꺼낸 샘플을 4시간 동안 -60℃에서 동결하였고, 진공 상태로 만들어 3일동안 -60℃에서 동결 건조 하였다.

[0160] 실시예 3 : 은-나노와이어 그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GA) 제조

[0161] ① 상온의 산화 그래핀 분산액 (밀도 : 10 g/L) 100ml를 비커에 담아 상온의 물 수조에 담가 가열교반기에서 40℃까지 가열하며 교반을 진행하였다.

[0162] ② 40℃에 도달한 산화 그래핀 분산액에 하이드라진 하이드레이트(Hydrazine hydrate) 2 mL를 분산액에 천천히 투입하며 분산하였고, 가열교반기의 가열기능을 종료하였다. 다음으로, 혼합물이 상온에 도달할 때까지 교반하였고, 은-나노와이어 분산액 (밀도 : 20g/L) 2.15mL를 혼합물에 투하하였다. 이후 비커를 초음파 세척기에 담가 20분간 균일화 시켰고, 테플론 용기에 혼합물을 넣었다.

[0163] ③ 상기 테플론 용기를 오토클레이브에 넣고 조립한 뒤, 강제 순환식 건조기에 넣어 상온에서 160℃까지 도달한 후, 3시간 동안 수열반응을 진행하였다. 1시간 정도 공기 중에서 식힌 후, 은 나노와이어 산화 그래핀 하이드로 겔을 증류수에 담가 가볍게 세척하여 잔여물을 제거하였다.

[0164] ④ 다음으로, 상기 샘플을 -60℃에서 4시간 동안 동결시켰고, 진공 상태로만들어 -60℃에서 3일간 동결 건조하였다.

[0166] 실험예 1 : 비열 측정

[0167] 도 5에 나타난 DSC를 이용한 비열 측정기(a) 및 아르키메데스법 밀도 측정기(b)를 이용하여 측정된 상기 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L, 상기 은-나노와이어 분산액은 밀도가 20 g/L 및 상기 산화 그래핀 분산액은 밀도가 10 g/L로 측정되었다.

[0169] 실험예 2 : 열전도도 측정

[0170] 도 6에 HOT DISK와 인장압축시험기를 이용하여 본 발명에 의해 제조된 은-나노와이어 산화그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GOA) 및 은-나노와이어 그래핀 에어로겔(Ag-Nanowire GA)의 열전도도를 측정하였다. 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 인장압축시험기를 이용한 실험예에서 변형이 없을 때의 측정(a) 및 변형이 있을 때의 측정(b) 사진이다.

[0171] 압축변형은 인장압축시험기를 이용하여 30 %, 60 %, 80 %, 85 %, 90 %, 95 % 및 96.5 %의 변형률을 주었다. 열전도도는 HOT DISK의 Isotropic module, Anisotropic module과 Kapton#5465sensor를 이용하여 변형이 없을 때, 30 % 변형률이 있을 때, 가열 전력 7 mW, 측정 시간 5 s의 조건, 60 % 이상의 변형률에서 가열 전력 10mW, 측정 시간 5 s의 조건으로 측정하였다.

[0172] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 열전도도 측정 실험예에서 변형에 따른 측방향 열전도도 결과이고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따라 열전도도 측정 실험예에서 변형에 따른 반경방향 열전도도 결과이다.

[0173] 측방향 열전도도는 변형에 따라 감소하는 추세를 보이며, 변형이 없을 때 0.04 W/mK 에서 최대 변형률 96.5 %에서 최솟값 0.0147 W/mK 을 가짐을 확인하였다.

[0174] 반경방향 열전도도는 변형에 따라 증가하는 추세를 보이며, 80 % 이상 변형률에서 급격히 증가하는 추세를 나타내었다. 변형이 없을 때 0.03 W/mK 에서 최대 변형률 96.5 %에서 최댓값 2.02 W/mK 까지 약 6700 % 증가함을 확인하였다.

[0176] 본 발명에서 열전도성 물질로 이루어진 다공성 물질의 압축에 따른 열전도도를 측정하였다. 이에 따라, 압축에 따라 측방향 열전도도는 감소하고, 반경방향 열전도도는 증가하였으며, 특히 80 % 이상의 변형률에서 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

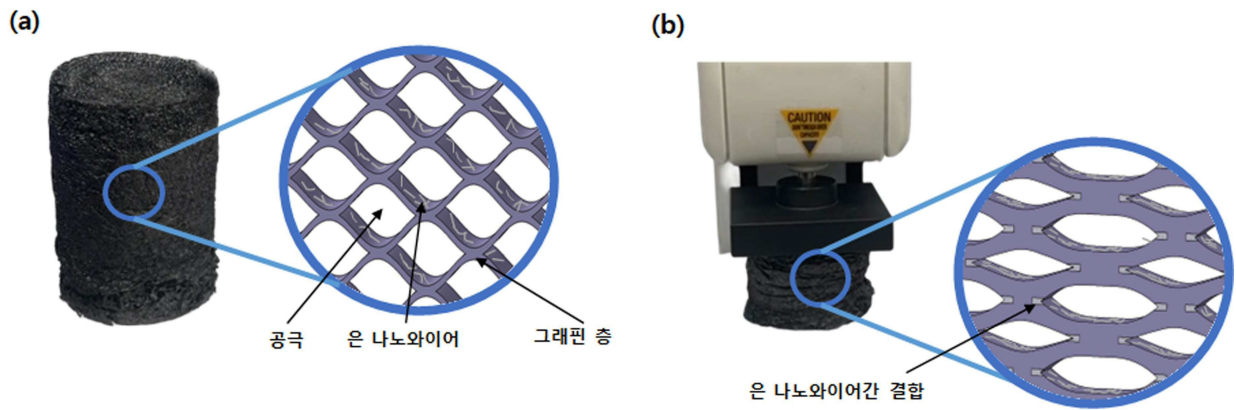
[0178] 상기 과제에 해결 수단에 의해, 본 발명은 압축을 통해 방열모드와 단열모드로 자유로운 전환이 가능한 열 계면 소재로 방열 및 단열이 동시에 필요한 전기 전자부품의 안정성 및 성능 향상시키는 효과가 있다.

[0180] 이와 같이, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

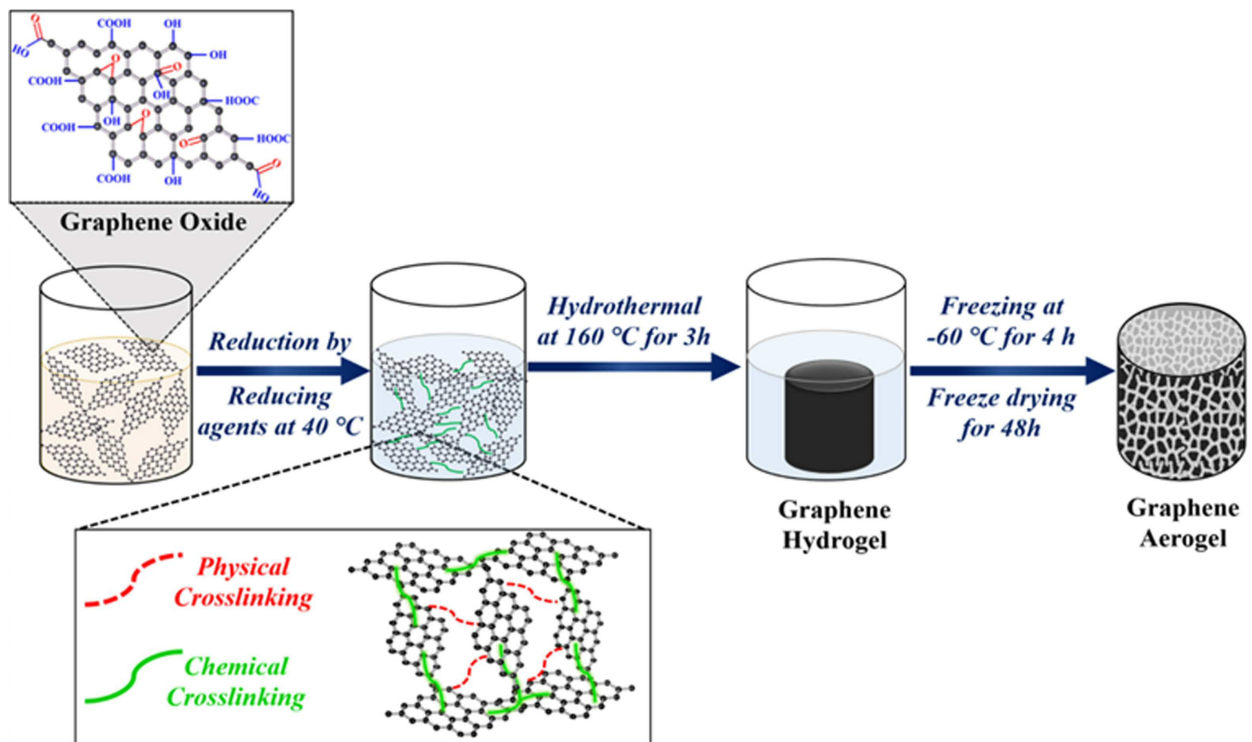
[0181] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

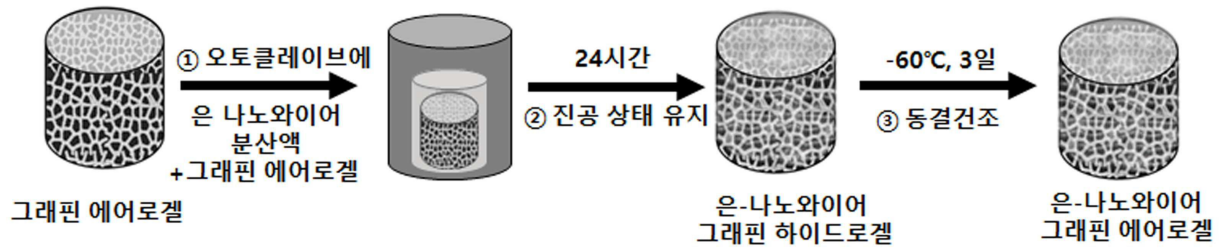
도면1



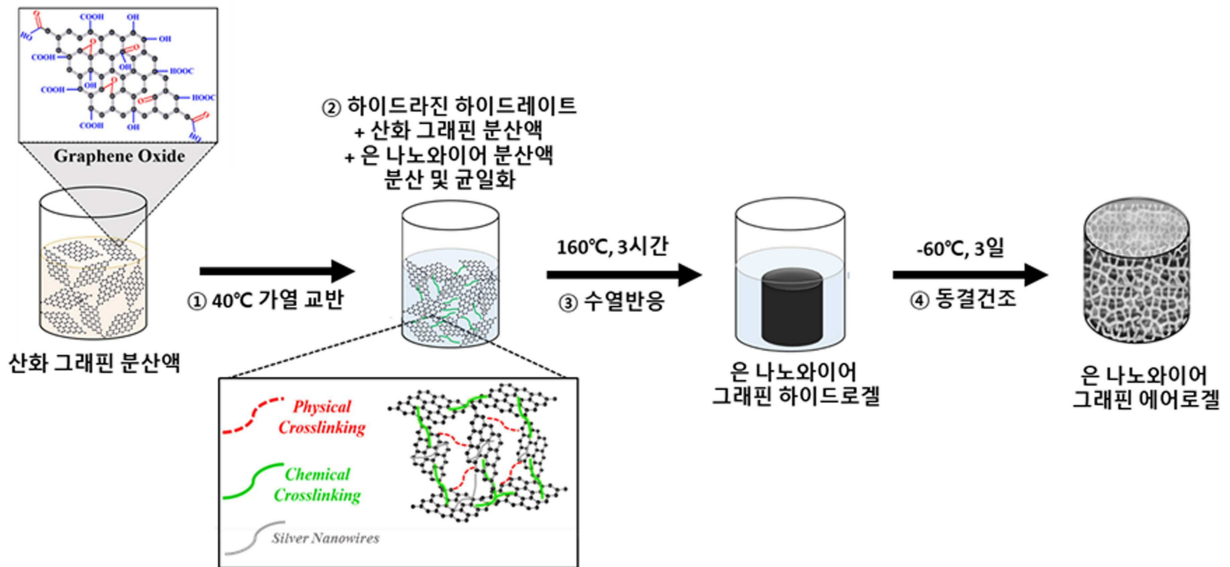
도면2



도면3

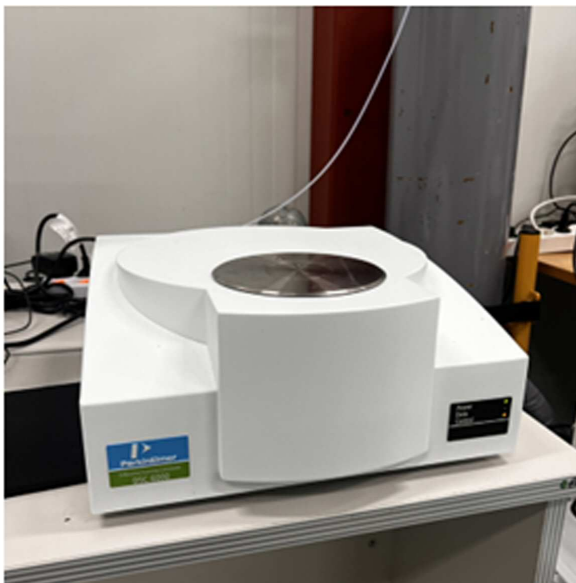


도면4



도면5

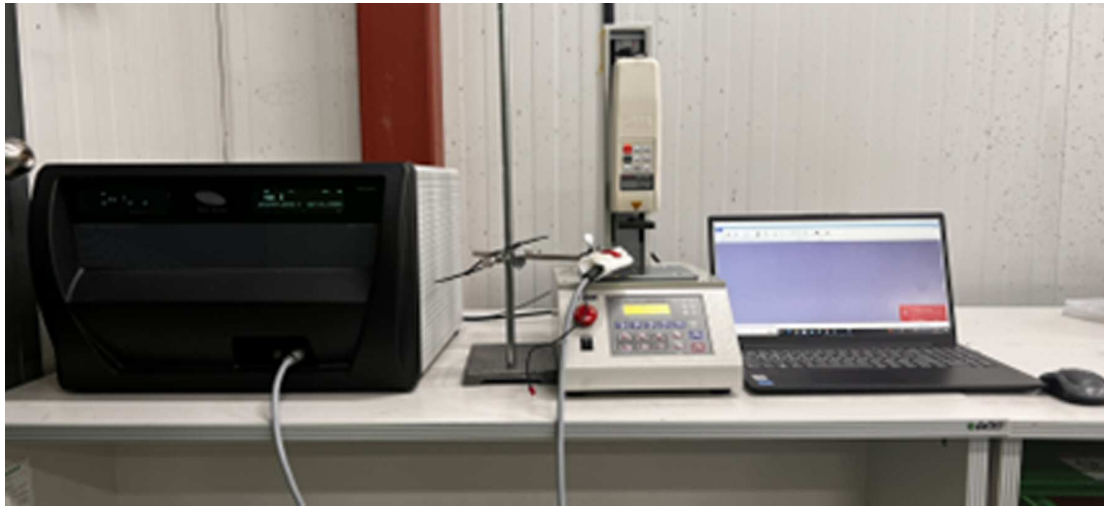
(a)



(b)

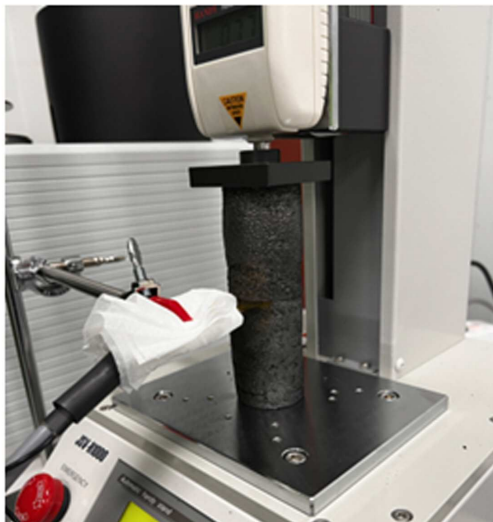


도면6

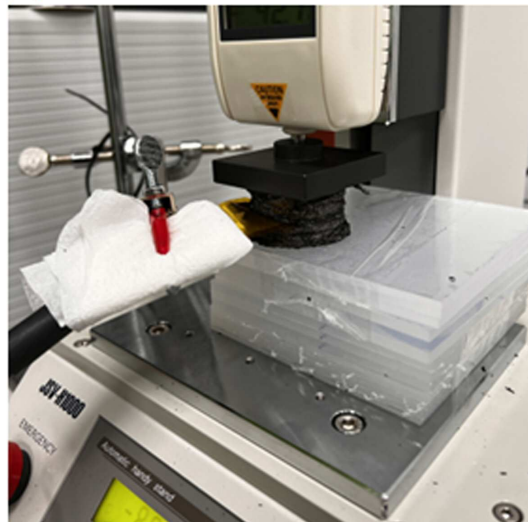


도면7

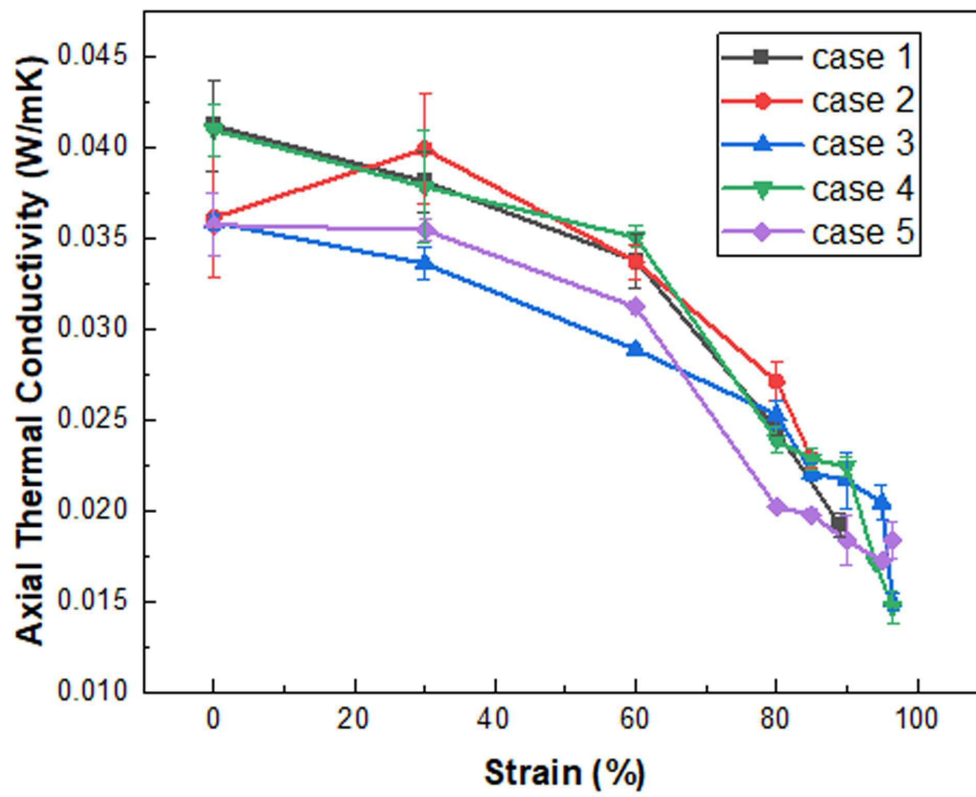
(a)



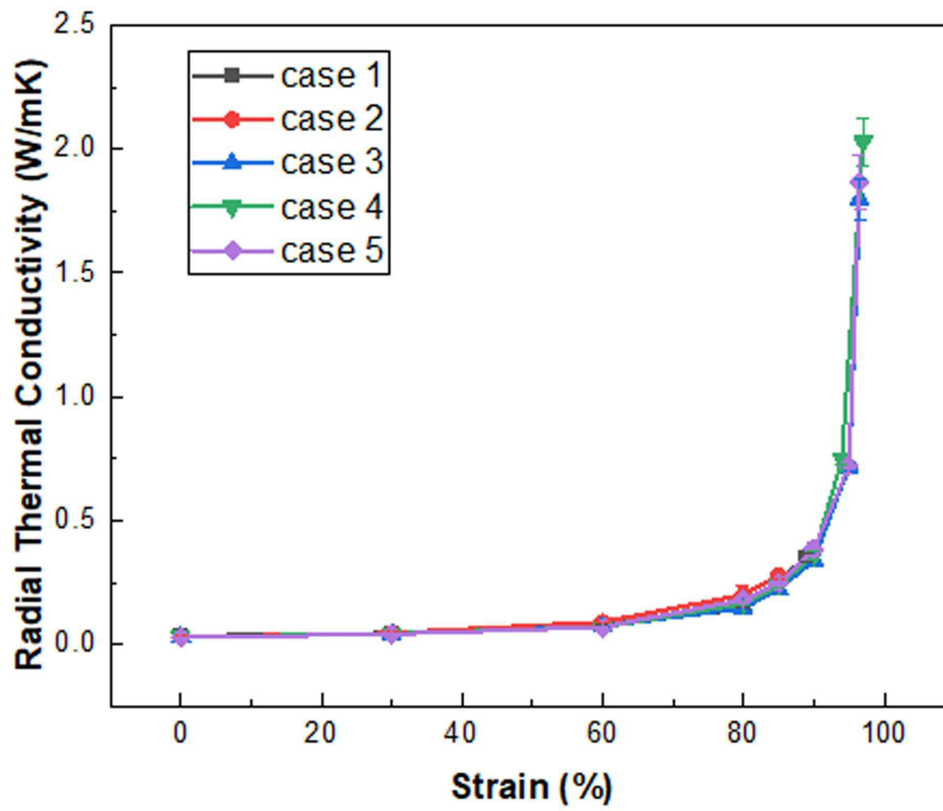
(b)



도면8



도면9



도면10

