



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월12일
(11) 등록번호 10-2624065
(24) 등록일자 2024년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01C 7/02 (2006.01) H01C 17/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01C 7/027 (2013.01)
H01C 17/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0164067
(22) 출원일자 2021년11월25일
심사청구일자 2021년11월25일
(65) 공개번호 10-2023-0077132
(43) 공개일자 2023년06월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020200094421 A
KR1020120030030 A
KR1020150131907 A
KR1020040016675 A

(73) 특허권자
전북대학교산학협력단
전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)
(72) 발명자
나창운
전라북도 전주시 덕진구 오공로 100 302동 801호
박창신
전라남도 담양군 수북면 고리대길 106-30
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박중환

전체 청구항 수 : 총 17 항

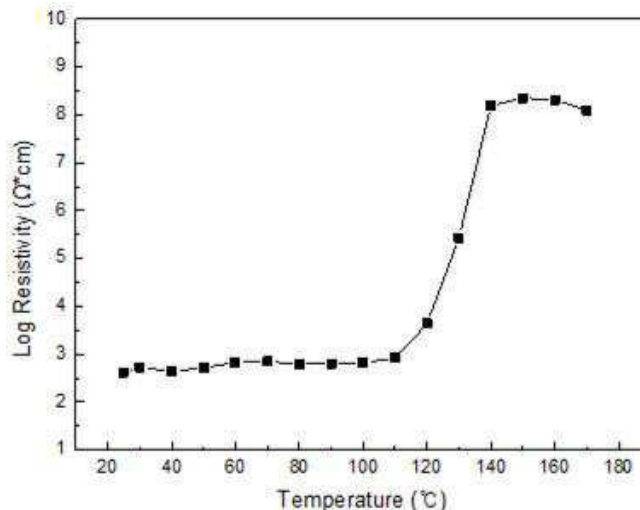
심사관 : 방인환

(54) 발명의 명칭 이중 전도성 고분자를 이용한 적층구조의 PTC 소자 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 본 발명은 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제1 나노복합체층 및 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고무수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제2 나노복합체층이 적층된 구조의 PTC 소자 및 그 제조방법을 제공한다. 본 발명에 의하면, PTC 소자의 유연성을 향상시킬 수 있고 우수한 PTC 효과를 갖는 PTC 소자를 구현함으로써, 유연성이 요구되는 분야에 유용하게 적용될 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자
이기쁨
전라북도 군산시 동메3길 40 한국주택 A동 105호

김선홍
전라북도 군산시 대야면 만자3길 10-1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415175350
과제번호	20012558
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	소재부품장비혁신lab기술개발사업
연구과제명	센서 및 바이오의료 산업에서의 나노탄소복합소재 상용화
기여율	1/1
과제수행기관명	(주)씨비에이치
연구기간	2020.06.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

90℃에서 200 내지 250 e^{-6}/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제1 나노복합체층, 및 90℃에서 90 내지 120 e^{-6}/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고무수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제2 나노복합체층이 적층된 구조의 PTC 소자.

청구항 2

제 1 항에서,

상기 적층된 구조는 제2 나노복합체층을 가운데 두고 제1 나노복합체층이 상하로 적층된 샌드위치 구조인 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 3

제 1 항에서,

상기 90℃에서 200 내지 250 e^{-6}/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에스테르 및 폴리아세탈로 이루어지는 그룹에서 선택되는 1종 이상의 고분자 및 고분자 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 4

제 1 항에서,

상기 고무수지는 천연고무, 합성고무 또는 천연고무와 합성고무의 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 5

제 1 항에서,

상기 전도성 나노 필러는 흑연, 카본블랙, 케찬블랙, 퍼니스블랙, 금속 입자, 금속 질화물, 금속 규화물, 탄소 나노튜브 및 그래핀으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상과 carbon nanohorn(CNH)의 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 6

제 5 항에서,

상기 제1 나노복합체층은 전체 중량을 기준으로 전도성 나노 필러를 10 내지 30 중량%의 비율로 포함하며;

상기 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 CNH를 1.5 내지 3 중량%의 비율로 포함하는 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 7

제 5 항에서,

상기 제2 나노복합체층은 고무수지 100 중량부, 전도성 필러 30 내지 50 중량부, 가소제 2 내지 5 중량부, 산화아연 2.2 내지 4.8 중량부, 스테아린산 0.5 내지 1.5 중량부, 열노화방지제 1.2 내지 2.4 중량부, 가교제 1.5 내지 2.4 중량부 및 촉진제 2 내지 5 중량부를 포함하며;

상기 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 CNH를 1 내지 3 중량%의 비율로 포함하는 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 8

제 1 항에서,

상기 제1 나노복합체층은 120~140℃의 범위에서 PTC 효과가 나타나는 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 9

제 1 항에서,

상기 제2 나노복합체층은 120~140℃의 범위에서 PTC 효과가 나타나는 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 10

제 1 항에서,

상기 제1 나노복합체층의 두께는 제2 나노복합체층의 두께 대비 1/2 내지 1/10의 두께 범위인 것을 특징으로 하는, PTC 소자.

청구항 11

90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제1 나노복합체를 제조하는 단계;

90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제2 나노복합체를 제조하는 단계;

상기 제2 나노복합체로부터 제2 나노복합체층을 형성하는 단계; 및

상기 제2 나노복합체층 위 및 아래 면에 제1 나노복합체로부터 제조되는 제1 나노복합체층을 적층하는 단계를 포함하는 PTC 소자의 제조방법.

청구항 12

제 11 항에서,

상기 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리이미드, 폴리에스테르 및 폴리아세탈로 이루어지는 그룹에서 선택되는 1종 이상의 고분자 및 고분자 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

청구항 13

제 11 항에서,

상기 고무수지는 천연고무, 합성고무, 또는 천연고무와 합성고무의 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

청구항 14

제 11 항에서,

상기 전도성 나노 필러는 흑연, 카본블랙, 케찬블랙, 퍼니스블랙, 금속 입자, 금속 질화물, 금속 규화물, 탄소 나노튜브 및 그래핀으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상과 carbon nanohorn(CNH)의 혼합물인 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

청구항 15

제 11 항에서,

상기 제1 나노복합체를 제조하기 위해 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하는 것은,

자일렌(Xylene), 톨루엔(Toluene), 벤젠(Benzene), 디부틸프탈레이트(dibutylphthalate(DBP)), 3,4-에틸렌디옥시티오펜(3,4-Ethylenedioxythiophene(EDOT)), 디메틸포름아미드(Dimethylformamide(DMF)), 및 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran(THF))으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상을 용매로 사용하여,

- (a) 상기 고분자 수지와 상기 용매를 1 : 15 내지 1 : 25 의 비율로 혼합하여 110 내지 130 °C에서 120 내지 150분 동안 분산하는 과정;
- (b) 상기 전도성 나노 필러와 상기 용매를 1 : 300 내지 1 : 500의 비율로 혼합하여 상온에서 120 내지 150분 동안 분산하는 과정;
- (c) 상기 (a) 및 (b) 단계에서 제조된 분산용액을 혼합하여 110 내지 130 °C에서 20 내지 22시간 동안 분산하는 과정; 및
- (d) 여과지로 용매를 제거하고 석출물을 세척 및 건조하는 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

청구항 16

제 11 항에서,

상기 제2 나노복합체를 제조하기 위해 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하는 것은, 고무배합 믹싱(internal mixing)법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

청구항 17

제 11 항에서,

상기 제1 나노복합체층의 두께는 제2 나노복합체층의 두께 대비 1/2 내지 1/10의 두께 범위가 되도록 적층하는 것을 특징으로 하는, PTC 소자의 제조방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 이중 전도성 고분자를 이용하여 PTC(Positive Temperature Coefficient)의 효과를 높이면서 유연성을 지닌 PTC 소자 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 PTC 특성이란 상온에서는 낮은 저항으로 인해 전류가 잘 흐를 수 있지만, 온도가 특정 범위 내로 상승하게 되면 전기저항이 급격하게 증가하는 특성으로, 주로 주위 온도 및 전류 조건에 따라 저항이 변화할 수 있는 보호회로 소자 등에 적용된다. 종래의 PTC 소자는 세라믹 물질(BaTiO₃)을 이용한 PTC Thermistor로 널리 이용되고 있지만, 상온에서 높은 전기저항으로 가지며, 고온(120 ~ 140℃)에서의 PTC 효과를 위해 세라믹 물질에 도핑을 해야하고, 이때 요구되는 높은 공정비용 및 도핑 시 환경유해물질이 사용되기 때문에 실제 사용범위에 제한을 받는다는 문제점이 있다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해 상온에서 낮은 전기저항을 유지하며, 세라믹 물질을 이용한 공정에 비해 상대적으로 제조가 간단하고 용이한 전도성 고분자 복합체를 이용한 PTC 조성물이나 소자 등이 개발되고 있다.

[0005] 전도성 고분자 PTC 소자는 고분자 매트릭스 내에 전도성 충전재인 카본블랙이나 금속을 고르게 분산하여, 전기적으로 전도성을 띠고 온도상승에 따라 저항이 증가하는 스위칭 온도(switching temperature) 특성에 의해 PTC 효과를 나타낸다.

[0006] 고분자 PTC 소자의 매트릭스는 주로 결정성 고분자 수지를 이용함에 따라 종래의 세라믹 소자와 마찬가지로 단단한 소자의 특성으로 인해, 최근 플렉시블(flexible) 또는 웨어러블(wearable) 디바이스에 적용할 수 있는 유연성에 다소 한계가 있다. 한편, 결정성 고분자 수지 대신 비결정성 고무수지를 이용한 PTC 소자는 탄성소재로 유연성이 뛰어나지만, 결정성 고분자 수지 대비 PTC 효과가 낮거나 저항의 변화가 일정하지 않는 등 안정화 문제의 해결이 중요하다.

본 발명의 기술과 관련된 선행기술 문헌은 하기와 같다:

1. 대한민국 공개특허 제10-2013-0112704호(2013.10.14.)
2. 대한민국 공개특허 제10-2011-0104247호(2011.9.22.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 결정성 고분자 수지에 전도성 물질을 충전하여 PTC 효과가 뛰어난 나노복합체와 비결정성 고무수지에 전도성 물질을 충전하여 전기전도성과 유연성이 우수한 나노복합체를 적층구조로 제조함으로써 유연성과 PTC 효과가 우수한 고분자 PTC 소자 및 그 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 열팽창계수가 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위인 고분자 수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제1 나노복합체층 및 열팽창계수가 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위인 고무수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제2 나노복합체층이 적층된 구조의 PTC 소자를 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은 열팽창계수가 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위인 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제1 나노복합체를 제조하는 단계; 열팽창계수가 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위인 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제2 나노복합체를 제조하는 단계; 상기 제2 나노복합체로부터 제2 나노복합체층을 형성하는 단계; 및 상기 제2 나노복합체층 위 및 아래 면에 제1 나노복합체로부터 제조되는 제1 나노복합체층을 적층하는 단계를 포함하는 PTC 소자의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 의한 이중 전도성 고분자로 이루어진 적층구조의 PTC 소자는 유연성을 향상시킬 수 있고 우수한 PTC 효과를 갖는 PTC 소자를 구현함으로써, PTC 소자에 대해 유연성이 요구되는 분야에 유용하게 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명에 따른 이중 전도성 고분자를 이용한 PTC의 적층구조를 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 나노복합체층의 온도에 따른 저항률을 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 나노복합체층의 온도에 따른 저항률을 나타낸 것이다.
- 도 4는 실시예에서 제조된 PTC 소자에 온도에 따른 저항률을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명은 PTC(Positive Temperature Coefficient) 특성을 갖는 이중의 전도성 고분자를 적층구조로 제조하여 PTC 효과와 유연성을 갖는 PTC 소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- [0017] 상기 이중의 전도성 고분자란 열팽창률이 높은 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제조된 제1 나노복합체층 및 유연성 있는 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제조된 제2 나노복합체층을 의미한다. 따라서, 본 발명은 상기 제1 및 제2 나노복합체층이 적층된 구조의 PTC 소자 및 그 제조방법을 제공한다.
- [0018] 구체적으로, 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제1 나노복합체층 및 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고무수지 및 전도성 나노 필러를 포함하는 제2 나노복합체층이 적층된 구조의 PTC 소자를 제공한다.
- [0019] 상기 적층 구조는 바람직하게, 제2 나노복합체층을 가운데 두고 제1 나노복합체층이 상하로 적층된 샌드위치 구조이다. 또한 본 발명의 소자는 이러한 샌드위치 구조를 1개 이상 포함하는 것으로, 2개 이상의 샌드위치 구조를 포함하는 경우에는 직렬로 연속하여 적층된 구조이다. 따라서 본 발명의 소자는 제1 나노복합체층을 2개 이상 및 제2 나노복합체층을 1개 이상 포함한다.
- [0020] 상기 제1 나노복합체층에 포함되는 고분자 수지는 열팽창률이 높은 고분자 수지로서, 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지이며, 결정성 고분자 수지로서, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에스테르 및 폴리아세탈로 이루어지는 그룹에서 선택되는 1종 이상의 고분자 및 고분자 혼합물이다. 여기에 전도성 나노 필러를 충전하여 특정 온도 범위에서 PTC 효과가 발생하도록 한 것이 제1 나노복합체층이다. 상기 특정 온도 범위는 120~140℃이다. 즉, 120℃ 이상의 온도에서 저항의 급격한 변화, 즉 고분자의 열팽창에 의해 내부에 포함된 전도성 필러의 간격이 멀어짐에 따라 저항이 급격하게 변화하는 PTC 효과가 나타나며, 이러한 현상은 120~140℃의 온도 범위에서 발생한다.
- [0021] 상기 전도성 나노 필러는 흑연, 카본블랙, 케찬블랙, 퍼니스블랙, 금속 입자, 금속 질화물, 금속 규화물, 탄소 나노튜브 및 그래핀으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상과 carbon nanohorn(CNH)의 혼합물이다.
- [0022] 상기 제1 나노복합체층은 전체 중량을 기준으로 전도성 나노 필러를 10 내지 30 중량%의 비율로 포함한다. 또한 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 CNH를 1.5 내지 3 중량%의 비율로 포함한다.
- [0023] 상기 제1 나노복합체층은 120℃ 미만의 온도에서 온도에 따른 저항의 증가 수준을 보이다가 120℃ 이후 140℃에 이를 때까지 급격한 증가하는 특성을 나타낸다.
- [0024] 다음으로, 상기 제2 나노복합체층에 포함되는 고무수지는 유연성 있는 고무수지로서, 열팽창계수가 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위인 고무수지이며, 비결정성 고무수지로서, 천연고무, 합성고무 또는 이들의 혼합물이다. 상기 합성고무로는 이에 제한되는 것은 아니지만, 예로서 BR, SBR, NBR, EPDM, Silicone rubber, IIR, HNBR, FKM, CR 등을 사용할 수 있다. 여기에 전도성 나노 필러를 충전하여 특정 온도 범위에서 PTC 효과가 발생하도록 한 것이 제2 나노복합체층이다. 상기 특정 온도 범위는 120 내지 140℃이다.
- [0025] 상기 전도성 나노 필러는 흑연, 카본블랙, 케찬블랙, 퍼니스블랙, 금속 입자, 금속 질화물, 금속 규화물, 탄소 나노튜브 및 그래핀으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상과 carbon nanohorn(CNH)의 혼합물이다.
- [0026] 상기 제2 나노복합체층은 고무수지 100 중량부, 전도성 필러 30 내지 50 중량부, 가소제 2 내지 5 중량부, 산화아연 2.2 내지 4.8 중량부, 스테아린산 0.5 내지 1.5 중량부, 열노화방지제 1.2 내지 2.4 중량부, 가교제 1.5 내지 2.4 중량부 및 촉진제 2 내지 5 중량부를 포함한다. 또한 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 CNH를

1 내지 3 중량%의 비율로 포함한다.

- [0027] 상기 제2 나노복합체층은 120℃ 미만의 온도에서 온도에 따른 저항의 증가 수준을 보이다가 120℃ 이후 140℃에 이를 때까지 급격한 증가하는 특성, 즉 PCT 효과를 나타낸다.
- [0028] 상기 제1 나노복합체층은 전기전도성과 PTC 효과가 높지만 유연성이 낮은 특징을 갖는 것이고, 상기 제2 나노복합체층은 제1 나노복합체층보다 전기전도성과 유연성이 우수하지만 PTC 효과가 낮은 특징을 갖는 것이다. 따라서 본 발명의 PTC 소자는 이중 전도성 고분자를 이용하여 PTC 효과를 높이면서 유연성을 지닌 것이다. 구체적으로, 본 발명의 소자는 120℃ 미만의 온도에서 온도 증가에 따른 저항의 증가 수준을 유지하다가, 120℃ 이후 140℃에 이를 때까지 급격한 증가하는 특성, 즉 PTC 효과를 나타낸다.
- [0029] 상기 제1 나노복합체층 두께는 제2 나노복합체층 두께보다 작다. 바람직하게, 제1 나노복합체층의 두께는 제2 나노복합체층 대비 1/2 내지 1/10의 두께 범위로 하며, 두께 제어를 통해 적절한 유연성 및 PTC 효과의 제어가 가능하다.
- [0031] 본 발명은 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제1 나노복합체를 제조하는 단계; 90℃에서 90 내지 120 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하여 제2 나노복합체를 제조하는 단계; 상기 제2 나노복합체로부터 제2 나노복합체층을 형성하는 단계; 및 상기 제2 나노복합체층 위 및 아래 면에 제1 나노복합체로부터 제조되는 제1 나노복합체층을 적층하는 단계를 포함하는 PTC 소자의 제조방법을 제공한다.
- [0032] 상기 90℃에서 200 내지 250 e⁻⁶/K 범위의 열팽창계수를 갖는 고분자 수지로는 결정성 고분자 수지로서, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에스테르 및 폴리아세탈로 이루어지는 그룹에서 선택되는 1종 이상의 고분자 및 고분자 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0033] 상기 고무수지로는 비결정성 고무수지로서, 천연고무, 합성고무 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0034] 상기 전도성 나노 필러로는 흑연, 카본블랙, 케찬블랙, 퍼니스블랙, 금속 입자, 금속 질화물, 금속 규화물, 탄소나노튜브 및 그래핀으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상과 carbon nanohorn(CNH)의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0035] 상기 제1 나노복합체를 제조하기 위해 고분자 수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하는 방법에서는, 자일렌(Xylene), 톨루엔(Toluene), 벤젠(Benzene), 디부틸프탈레이트(dibutylphthalate(DBP)), 3,4-에틸렌디옥시티오펜(3,4-Ethylenedioxythiophene(EDOT)), 디메틸포름아미드(Dimethylformamide(DMF)), 및 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran(THF))으로 이루어진 그룹에서 선택되는 1종 이상을 용매로 사용하는 용액 믹싱(solution mixing)법을 사용할 수 있다.
- [0036] 상기 용액 믹싱법은 (a) 고분자 수지와 상기 용매를 1 : 15 내지 1 : 25 의 비율로 혼합하여 110 내지 130 ℃에서 120 내지 150분 동안 분산하는 과정; (b) 전도성 나노 필러와 상기 용매를 1 : 300 내지 1 : 500의 비율로 혼합하여 상온에서 120 내지 150분 동안 분산하는 과정; (c) 상기 (a) 및 (b) 단계에서 제조된 분산용액을 혼합하여 110 내지 130 ℃에서 20 내지 22시간 동안 분산하는 과정; (d) 여과지로 용매를 제거하고 석출물을 세척 및 건조하는 과정으로 이루어진다.
- [0037] 상기 제1 나노복합체는 전체 중량을 기준으로 전도성 나노 필러를 10 내지 30 중량%의 비율로 포함하도록 제조한다. 또한 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 1.5 내지 3 중량%의 CNH를 포함하도록 제조한다.
- [0038] 상기 제2 나노복합체를 제조하기 위해 고무수지 내에 전도성 나노 필러를 충전하는 방법에서는 고무배합 믹싱(internal mixing)법을 사용할 수 있다. 여기서는 니더(Kneader) 또는 반바리 믹서(banbury mixer)로 고무수지에 차례로 전도성 나노 필러, 가소제, 산화아연, 스테아린산, 열노화방지제, 가교제 및 촉진제를 추가하면서 배합한다.
- [0039] 상기 제2 나노복합체는 고무수지 100 중량부, 전도성 나노 필러 30 내지 50 중량부, 가소제 2 내지 5 중량부, 산화아연 2.2 내지 4.8 중량부, 스테아린산 0.5 내지 1.5 중량부, 열노화방지제 1.2 내지 2.4 중량부, 가교제 1.5 내지 2.4 중량부 및 촉진제 2 내지 5 중량부를 포함하도록 제조한다. 또한 전도성 나노 필러는 전체 중량을 기준으로 CNH를 1 내지 3 중량%의 비율로 포함하도록 제조한다.
- [0040] 이렇게 제조된 제1 및 제2 나노복합체로부터 제1 및 제2 나노복합층을 형성 및 적층하여 본 발명의 소자를 제조

한다. 상기 적층하는 단계에서는 제2 나노복합체층을 가운데 두고 제1 나노복합체층을 상하로 적층하여 샌드위치 구조가 되도록 하며, 나아가 이러한 샌드위치 구조를 1개 이상 직렬로 연속하여 적층할 수 있다.

[0041] 제2 나노복합체로부터 제2 나노복합체층을 형성하는 단계에서는 금형 및 프레스 설비를 이용하여 제2 나노복합체를 시트 형태로 성형 및 가교반응이 일어나도록 한다. 다음으로, 상기 제2 나노복합체층 위 및 아래면에 제1 나노복합체로부터 제조되는 제1 나노복합체층을 적층하는 단계에서는, 상기 형성된 제2 나노복합체층 위와 아래에 상기 제1 나노복합체의 금형을 배치하고 프레스 설비를 이용하여 제1 나노복합체를 시트 형태로 성형함으로써, 제1 나노복합체층 사이에 제2 나노복합체층이 샌드위치되어 있는 구조로 적층한다. 즉, 금형에 가교 완료된 제2 나노복합체를 장착하고 적층을 위해 제1 나노복합체를 놓은 상태에서 프레스에 압력과 열을 가하면, 제1 나노복합체 내의 고분자 수지가 열에 녹아 액상의 상태에서 금형에 의해 형상이 만들어 적층구조를 형성할 수 있다.

[0042] 소자의 특성을 위해 상기 제1 나노복합체층 두께는 제2 나노복합체층 두께보다 작게 한다. 바람직하게, 제1 나노복합체층의 두께는 제2 나노복합체층 대비 1/2 내지 1/10의 두께 범위가 되도록 한다.

[0044] 이하 실시예를 통해 본 발명에 대해 상세하게 설명한다.

[0045] 실시예

[0046] 고분자 수지로 폴리에틸렌과 용매로 자일렌을 1 : 20의 비율로 혼합하여 120 °C에서 120분 동안 분산했으며, 전도성 나노 필러로 흑연과 CNH의 혼합물(2중량% CNH 포함)와 용매 자일렌을 1 : 400의 비율로 혼합하여 상온에서 120분 동안 분산했다. 그런 후, 상기 분산된 용액을 혼합하여 110°C에서 20시간 동안 분산했다. 여과지로 용매를 제거하고 석출물을 세척 및 건조하여 제1 나노복합체를 제조했다.

[0047] 고무수지 100 중량부 및 전도성 나노 필러로 흑연과 CNH의 혼합물(2중량% CNH 포함) 30중량부를 반바리 믹서(banbury mixer)에 넣은 후, 차레로 가소제 2 중량부, 산화아연 2.2 중량부, 스테아린산 1 중량부, 열노화방지제 2 중량부, 가교제 2.1 중량부 및 촉진제 2 중량부를 추가하면서 배합하여 제2 나노복합체를 제조했다.

[0049] 상기 제2 나노복합체를 금형에 넣고 160°C의 온도 및 180psi의 압력에서 프레스하여 시트 형태의 제2 나노복합체층을 제조하였다. 다음으로, 상기 제2 나노복합체층 위 및 아래면에 금형을 배치하고 160°C의 온도 및 180psi의 압력에서 프레스하여 시트 형태의 제1 나노복합체층을 형성함으로써, 제1 나노복합체층 사이에 제2 나노복합체층이 샌드위치되어 있는 구조의 PTC 소자를 제조했다.

[0051] 평가

[0052] 상기 제조된 제1, 제2 나노복합체 및 PTC 소자의 저항률을 측정하였다. 제1 및 제2 나노복합체는 금형 및 프레스 설비를 이용하여 상기 실시예에서와 같은 온도 및 압력에서 제1 및 제2 나노복합체로부터 각각 별도로 제조된 것을 사용했다.

[0053] 15x15x2 mm 크기의 제1, 제2 나노복합체 및 PTC 소자 위면과 아랫면에 각각 와이어를 연결하고, 접촉저항을 줄이기 위해 silver paste로 코팅한 후, 핫플레이트 위에 놓고 온도에 따른 저항 변화를 digital multimeter로 측정하였다. 결과를 도 2 내지 4에 나타냈다.

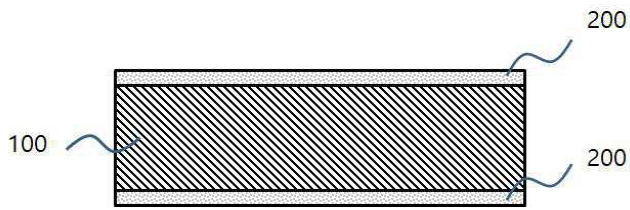
[0054] 제1, 제2 나노복합체 및 PTC 소자에서 모두 120~140°C 온도범위에서 PTC 효과가 나타났고, 제1 나노복합체 단독의 경우보다 PTC 소자에서 더 향상된 PTC 효과를 확인할 수 있었다.

부호의 설명

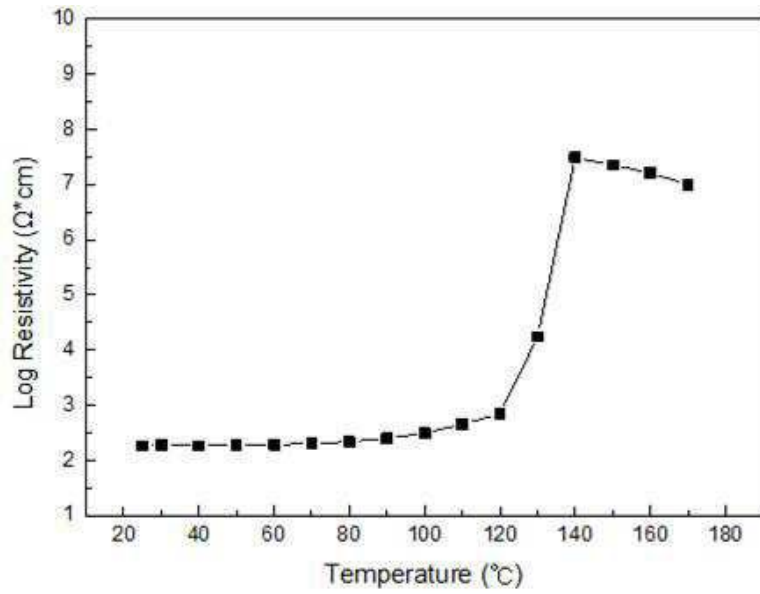
- [0056] 100 : 나노복합체 2
- 200 : 나노복합체 1

도면

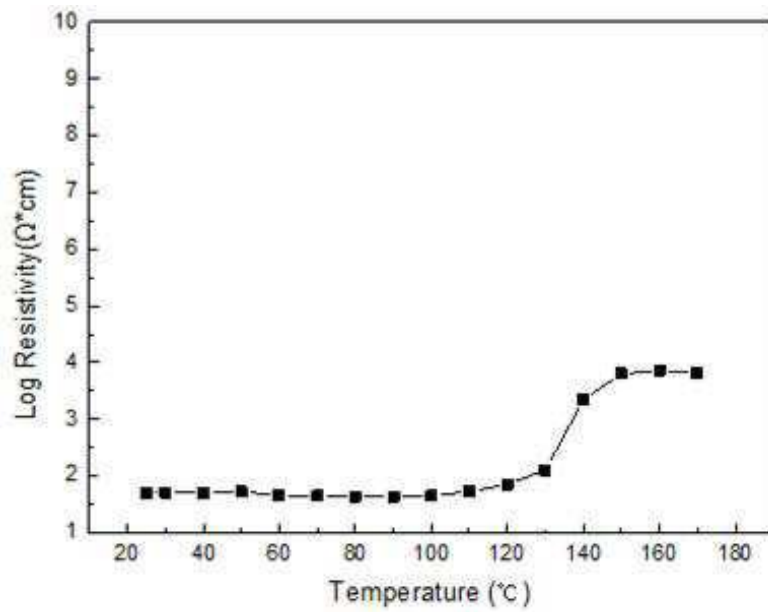
도면1



도면2



도면3



도면4

