



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0072161
(43) 공개일자 2023년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 3/34 (2006.01) H05B 3/03 (2006.01)

H05B 3/14 (2006.01) H05B 3/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H05B 3/34 (2013.01)

H05B 3/03 (2018.08)

(21) 출원번호 10-2021-0158614

(22) 출원일자 2021년11월17일

심사청구일자 2021년11월17일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

김선희

경기도 과천시 별양로 163, 705동 404호(별양동, 래미안 센트럴스위트)

지승현

경기도 광주시 오포읍 문형산길47번길 38-37, 402호(위너스뷰 오투)

(74) 대리인

안준형

전체 청구항 수 : 총 16 항

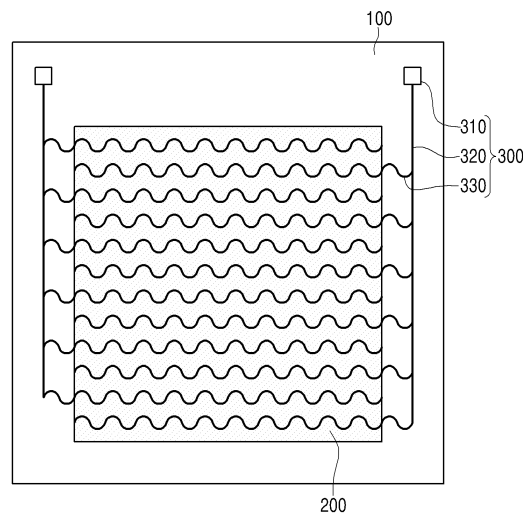
(54) 발명의 명칭 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 과열을 억제하면서 안정적인 온도 조절이 가능한 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 관한 것이다

본 발명에 따른 유연성 면상 발열체는 휘어지는 유연성 기재부; 상기 유연성 기재부에 적어도 부분적으로 제공된 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴; 및 상기 정온 발열 패턴에 전원을 공급하는 전극 패턴;을 포함하고, 상기 정온 발열 패턴은, 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H05B 3/145 (2013.01)

H05B 3/36 (2013.01)

H05B 2203/017 (2013.01)

H05B 2203/019 (2013.01)

H05B 2203/02 (2013.01)

H05B 2203/036 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019030400
과제번호	2019R1G1A109994113
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	생애첫연구사업
연구과제명	패션과 디자인을 구현할 수 있는 스마트 의류용 전도성 직물 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인천대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

휘어지는 유연성 기재부;

상기 유연성 기재부에 적어도 부분적으로 제공된 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴; 및

상기 정온 발열 패턴에 전원을 공급하는 전극 패턴;을 포함하고,

상기 정온 발열 패턴은, 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 유연성 면상 발열체.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 카본 나노 튜브는 음의 온도계수를 갖는 유연성 면상 발열체.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 정온 발열 패턴은 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 인쇄하여 형성되고,

상기 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 포함된 유연성 면상 발열체.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 정온 발열 패턴이 제공된 유연성 기재부 부분의 상부면과 하부면 중 적어도 하나에 제공되는 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층을 더 포함하는 유연성 면상 발열체.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 전극 패턴은,

외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부;

상기 전극 패드부로 연장되는 메인 전극부; 및

상기 메인 전극부에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부;를 포함하는 유연성 면상 발열체.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 제공되는 유연성 면상 발열체.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 유연성 기재부는 신축성 직물을 포함하고,

상기 전극 패턴은 전기 전도성 원사를 상기 신축성 직물에 자수하여 제공되는 유연성 면상 발열체.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중에서 어느 한항의 유연성 면상 발열체를 포함하는 기능성 발열 의류.

청구항 9

휘어지는 유연성 기재부를 준비하는 과정;

양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 준비하는 과정;

상기 유연성 기재부에 전극 패턴을 형성하는 과정; 및

상기 전극 패턴에 전기적으로 연결되도록 상기 복합 페이스트를 도포하여 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정;을 포함하는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 카본 나노 튜브는 음의 온도계수를 갖는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 포함된 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 정온 발열 패턴이 인쇄된 신축성 직물 부분의 상부면과 하부면 중 적어도 하나에 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층을 형성하는 과정을 더 포함하는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정은,

상기 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제1 음압력을 가하면서 상기 유연성 기재부 상에 제1 정온 발열패턴을 인쇄하는 제1 인쇄 과정; 및

상기 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제2 음압력을 가하면서 상기 제1 정온 발열패턴 상에 제2 정온 발열패턴을 인쇄하는 제2 인쇄 과정;을 포함하고,

상기 제2 음압력은 제1 음압력보다 낮은 음압력인 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 전극 패턴은,

외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부;

상기 전극 패드부로 연장되는 메인 전극부; 및

상기 메인 전극부에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부;를 포함하는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 형성되는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

청구항 16

청구항 9에 있어서,

상기 유연성 기재부는 신축성 직물을 포함하고,

상기 전극 패턴을 형성하는 과정은 상기 신축성 직물에 전기 전도성 원사를 자수하여 수행되는 유연성 면상 발열체 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 과열을 억제하면서 안정적인 온도 조절이 가능한 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 유연성 면상 발열체는 전도성 좋은 재료를 실 형태로 만들어 이를 이용하여 그물망 형상의 발열체를 만들거나 또는 필름 상부에 전도성 물질을 스크린 인쇄하여 이를 발열체로 사용한다.

[0004] 그러나 상기의 전도성 재료를 실 형태로 만들어 사용한 발열체는 열효율 및 전기적 저항이 낮아 사용할 때 열선에 고열이 발생하며, 이로 인한 과열로 위험성을 내포하고 발열체의 저항이 일정하지 않아 사용시 발열체의 표면온도가 변화하는 문제점이 있으며, 그리고 상기의 필름에 전도성 물질을 인쇄하여 사용하는 발열체는 흔히 전극의 접합을 라미네이트로 함으로 인해 사용시간이 경과함에 따라 접합부분의 전극이 쉽게 단락되어 사용시 안전에 위험이 발생하는 문제점이 있다.

[0005] 기존의 유연성 면상 발열체는 사용 중의 과열 등에 의한 사용자의 화상과 화재의 위험성이 늘 존재하는데, 과열 문제를 해결하기 위해서는 온도 조절 즉 입력 전력의 크기를 조절하는 외부 컨트롤러가 반드시 구비되어야 한다. 이는 유연성 면상 발열체를 다양한 용도로 응용하는데 있어서, 특히 유연성 면상 발열체인 발열성 섬유, 활용범위 및 활용성을 확대하는데 가장 큰 문제점으로 인식된다. 또한, 온도 상승에 따라 지속적으로 필요한 소비전력의 양의 증가는 유연성 면상 발열체를 착용형 의류로 적용함에 있어 가장 큰 문제 중 하나이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1810784호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 과열을 억제하면서 안정적인 온도 조절이 가능한 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 작은 소비전력을 사용하면서도 안정적인 온도 조절이 가능한 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체는 휘어지는 유연성 기재부; 상기 유연성 기재부에 적어도 부분적

으로 제공된 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴; 및 상기 정온 발열 패턴에 전원을 공급하는 전극 패턴;을 포함하고, 상기 정온 발열 패턴은, 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함할 수 있다.

- [0011] 상기 카본 나노 튜브는 음의 온도계수를 가질 수 있다.
- [0012] 상기 정온 발열 패턴은 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 인쇄하여 형성되고, 상기 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 포함될 수 있다.
- [0013] 상기 정온 발열 패턴이 제공된 유연성 기재부 부분의 상부면과 하부면 중 적어도 하나에 제공되는 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층을 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 전극 패턴은, 외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부; 상기 전극 패드부로 연장되는 메인 전극부; 및 상기 메인 전극부에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부;를 포함할 수 있다.
- [0015] 복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 제공될 수 있다.
- [0016] 상기 유연성 기재부는 신축성 직물을 포함하고, 상기 전극 패턴은 전기 전도성 원사를 상기 신축성 직물에 자수하여 제공될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법은 휘어지는 유연성 기재부를 준비하는 과정; 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 준비하는 과정; 상기 유연성 기재부에 전극 패턴을 형성하는 과정; 및 상기 전극 패턴에 전기적으로 연결되도록 상기 복합 페이스트를 도포하여 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정;을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 카본 나노 튜브는 음의 온도계수를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 포함될 수 있다.
- [0021] 상기 정온 발열 패턴이 인쇄된 신축성 직물 부분의 상부면과 하부면 중 적어도 하나에 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층을 형성하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정은, 상기 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제1 음압력을 가하면서 상기 유연성 기재부에 제1 정온 발열패턴을 인쇄하는 제1 인쇄 과정; 및 상기 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제2 음압력을 가하면서 상기 제1 정온 발열패턴 상에 제2 정온 발열패턴을 인쇄하는 제2 인쇄 과정;을 포함하고, 상기 제2 음압력은 제1 음압력보다 낮은 음압력일 수 있다.
- [0023] 상기 전극 패턴은, 외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부; 상기 전극 패드부로 연장되는 메인 전극부; 및 상기 메인 전극부에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부;를 포함할 수 있다.
- [0024] 복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 형성될 수 있다.
- [0025] 상기 유연성 기재부는 신축성 직물을 포함하고, 상기 전극 패턴을 형성하는 과정은 상기 신축성 직물에 전기 전도성 원사를 자수하여 수행될 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 의하면, 외부의 온도 조절 장치 없이도 소정의 온도를 유지하면서 과열을 억제하고 안정적인 온도 조절이 가능할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에서는 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 사용하여 정온 발열 패턴을 형성함으로써 외력에 의해 변형한 형상에 쉽게 친숙해지는 유연성을 나타내 뿐만 아니라, 반복해서 신축하는 경우에도 발열 특성이 저하되지 않고 유지되어 사용감과 신뢰성을 향상할 수 있다.
- [0029] 더욱이, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 의하면 소비전력을 최소화할 수 있어서 작고 간단한 전원공급장치만으로도 발열이 가능하여 휴대성 및 착용성을

향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 구성도.
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 온도에 따른 저항 변화를 나타낸 그래프.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 전기적 특성 변화를 나타낸 그래프.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 양의 온도계수 비 특성 변화를 나타낸 그래프.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 가열 균일성을 나타낸 이미지.
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 위치별 온도 특성을 설명하는 이미지.
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 발열 온도 특성을 나타낸 그래프.
 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 신축 안정성 특성을 나타낸 그래프.
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 발열 효과를 설명하는 이미지.
 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법의 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 설명 중, 동일 구성에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하도록 하고, 도면은 본 발명의 실시예를 정확히 설명하기 위하여 크기가 부분적으로 과장될 수 있으며, 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 구성도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체는 휘어지는 유연성 기재부(100); 상기 유연성 기재부(100)에 적어도 부분적으로 제공된 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴(200); 및 상기 정온 발열 패턴(200)에 전원을 공급하는 전극 패턴(300);을 포함할 수 있다.
- [0036] 유연성 기재부(100)은 유연성 면상 발열체를 사용함에 있어서 그 구조를 전체적으로 지지하는 역할을 수행하는 것으로, 외력에 의해서 자유롭게 휘어질 수 있으면 족하다. 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리이미드(PI), 유리섬유 강화 플라스틱(FRP) 등과 같은 유연한 플라스틱 기재, 유연한 플라스틱 메쉬, 초박형 유리, 신축성 직물 등일 수 있는데 재료에 특별한 한정되지는 않는다.
- [0037] 정온 발열 패턴(200)은 유연성 기재부(100)에 적어도 부분적으로 제공되어 전원이 공급되면 저항 성분에 의해서 발열하는 구성으로, 양의 온도계수(Positive Temperature Coefficient; PTC)를 갖는다. 정온 발열 패턴(200)은 온도상승에 의해 저항치가 상승하고, 어떤 온도에 달하면 저항치가 급격하게 증가하는 저항 온도특성(즉 저항이 양의 온도계수)을 가짐으로 해서 전류가 감소하여 소정의 온도 이상으로 과열되지 않고 정온 발열 패턴은 자기 온도 조절 기능을 갖게 된다.
- [0038] 전극 패턴(300)은 외부의 전원공급부로부터 전원을 전달받아 정온 발열 패턴(200)에 전원을 공급할 수 있다. 이때, 전극 패턴(300)은 유연성 기재부(100) 상에 제공될 수도 있고, 유연성 기재부(100) 내에 제공될 수도 있다.
- [0039] 그리고, 정온 발열 패턴(200)은 양의 온도계수(PTC)를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함할 수 있다.
- [0040] 정온 발열 물질은 온도가 상승함에 따라 전기저항이 증가하는 물질이면 족하고, 그 형태는 분말일 수 있다. 예를 들어, 상전이를 이용하는 티탄산 바륨(BaTiO_3) 등과 같은 페로브스카이트 물질로 이루어진 분말 또는 터널링 현상을 이용하는 도전성 탄소 분말일 수 있다.

- [0041] 티탄산 바륨(BaTiO_3)은 높은 유전율을 갖는 페로브스카이트 구조를 갖는 물질로서, 미량의 희토류 원소를 첨가해서 전도성을 갖게 한 일종의 N형 산화물 반도체로 BaTiO_3 의 결정구조는 Curie 온도 이하에서는 정방정(tetragonal)이지만 그 이상의 온도에서는 입방정계(cubic)로 변하므로 큐리온도 이상에서 저항 값이 급격히 증가하는 정온 발열 성질을 갖는다. 또한, Ba의 일부를 Sr 또는 Pb로 치환하여 큐리온도의 이동이 가능하며 어떤 온도에 도달하면 상전이(Phase Transition)에 의해 온도가 상승함에 따라 급격히 저항 값이 증가시킬 수도 있다.
- [0042] 도전성 탄소 분말의 경우는, 도전성 탄소분말 입자 사이에는 매트릭스로 채워지는 미세한 공간을 두고 탄소분말이 응집되어 있는 구조로 배향되며, 이 때 미세한 공간이 포텐셜 장벽 역할을 하며, 열적 동요에 의해 전자가 이 미세한 공간을 넘어 터널링됨으로써 전기 전도성이 발현된다. 이러한 터널링 전류는 상기 매트릭스로 이루어진 미세한 공간의 차이가 1 nm 이내로 접근한 상태로 유지될 때 상기 미세한 공간 사이를 흐르게 되며, 거리에 매우 민감해서 매트릭스의 열팽창 거리의 변화에 지수 함수적으로 반비례하게 변화한다. 따라서, 전극단자를 통해 전원을 인가하게 되면 온도 상승과 함께 상기 매트릭스가 열팽창으로 도전성 탄소입자간 거리를 넓혀 전류를 억제하는 역할을 하게 되어 정온 발열 특성을 갖게 되는 것이다.
- [0043] 티탄산 바륨(BaTiO_3)계 세라믹 분말의 경우는 높은 유전율과 저항으로 인해서 낮은 전압을 인가하는 경우에는 발열을 위한 전류가 흐르기가 어려워서 전기 전도성을 보완하기 위해서 도전성 탄소분말을 혼합하여 사용할 수도 있다.
- [0044] 이러한 정온 발열 물질들은 분말 혹은 분말이 응집된 형태로 정온 발열 패턴 내에 존재하게 되므로, 유연성 기재부가 일정 수준 이상으로 많이 휘게 되거나 반복해서 신축하게 되면 분말 혹은 분말의 응집체 사이의 거리와 접촉상태가 변화하게 되어 급격한 저항 혹은 전류의 변화가 발생할 수 있다.
- [0045] 특히, 유연성 기재부로서 신축성 직물을 사용하는 경우에는 본 발명에 따른 유연성 면상 발열체는 의류에 부착되거나 의류의 일부가 될 수 있어서 사용 시에 사람의 움직임에 따라 많은 신장과 수축이 반복될 수도 있고, 의류를 보관하거나 세척하는 동안에는 휘어지는 정도가 매우 심하고 휘어진 상태를 오랫동안 유지할 수도 있다. 이러한 경우에는 정온 발열 패턴(200)의 급격한 저항 혹은 전류의 변화가 발생할 수 있고, 나아가 발열 특성의 안정적으로 이루어지지 않고 심지어 단락되어 발열이 불가능하게 될 수도 있다.
- [0046] 이런 문제점을 해결하기 위해서 본 발명에서는 정온 발열 패턴(200)에 일방향으로 길게 연장될 수 있는 카본 나노 튜브를 더 포함하도록 하였다. 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질로 이루어진 분말 혹은 분말의 응집체들이 기계적 강도가 우수하고 전기 전도성을 갖는 카본 나노 튜브에 접촉된 상태로 존재하므로, 유연성 면상 발열체가 일정 수준 이상으로 많이 휘게 되거나 반복해서 신축하게 되더라도 구조적으로 안정화가 될 수 있고, 동시에 안정적으로 전기가 흐를 수 있는 경로를 제공할 수 있게 된다.
- [0047] 한편, 정온 발열 패턴(200)에 포함되는 카본 나노 튜브는 음의 온도계수(Negative Temperature Coefficient; NTC)를 가질 수 있다.
- [0048] 정온 발열 패턴이 정온 발열 물질만으로 이루어진 경우에는, 온도 상승에 따라 빠르게 자체 저항이 증가하여 특정 온도 이상에서는 저항체 수준이되어 저전력의 공급하에서는(예를 들어 휴대용 배터리 등) 더 이상의 발열 특성을 유지하기가 어려워진다. 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체를 착용형 기능성 발열 의류 등에 적용하기 위해서 저전력 공급이 요구되므로 저전력 공급하에서 발열 특성을 유지하지 못하는 경우는 응용가능성을 저하시키는 문제가 될 수 있다.
- [0049] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체에서는 정온 발열 패턴(200)이 온도 상승에 따라 빠르게 자체 저항이 증가하는 정온 발열 물질 뿐만 아니라, 온도 상승에 따라 저항이 감소하는 음의 온도계수(Negative Temperature Coefficient; NTC)를 갖는 카본 나노 튜브를 함께 포함하도록 복합화하였다.
- [0050] 즉, 정온 발열(PTC) 특성을 갖는 정온 발열 물질과 부온 발열(NTC) 특성을 갖는 카노 나노 튜브를 복합화함으로써 정온 발열 물질의 온도 상승에 따른 저항 증가분을 부분적으로 카본 나노 튜브가 감소시켜줌으로써 적절한 수준의 발열이 가능한 면상 발열체를 구현할 수 있게 된다.
- [0051] 정온 발열(PTC) 특성을 갖는 정온 발열 물질과 부온 발열(NTC) 특성을 갖는 카노 나노 튜브를 복합화하면, 전력 인가 초기(저온) 단계에서는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브에 도시에 전류가 흐르게 되어 저온에서는 낮은 전류값에서도 유연성 면상 발열체는 빠른 온도 상승을 보여준다. 온도가 어느 정도 상승하게 되면 정온 발열 물질의 저항이 증가하여 전류가 잘 흐르지 않게 되는 반면에 부온 특성의 카본 나노 튜브의 저항이 낮아짐에 따

라 정온 발열 패턴(200)을 통한 전체적인 전류는 발열에 필요한 정도는 유지할 수 있게 된다. 따라서, 최대 달성 온도나 원하는 발열 수준과 이를 위한 전력 소모량은 정온 발열 물질과 부온 특성을 갖는 카본 나노 튜브의 함유량을 적절히 조절함으로써 제어할 수 있다.

[0052] 정온 발열 패턴(200)은 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 인쇄하여 형성할 수 있는데, 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 포함될 수 있다.

[0053] 정온 발열 패턴(200)을 인쇄하기 위한 복합 페이스트는 티탄산바륨 분말 및/또는 카본 분말 등의 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브 외에도, 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 분말 혹은 분말의 응집체 형태로 지지하면서 유연성 기재부(100)에 강력히 부착되도록하는 폴리비닐알코올(PVA), 에틸렌초산비닐(EVA), 바인더를 포함할 수 있다. 복합 페이스트가 뭉치지 않도록 하는 분산제, 용액 볼밀 작업시 거품이 일어나는 것을 방지하는 소포제 등을 더 포함할 수 있다.

[0054] 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체는 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 함으로써 자기 온도 조절 기능을 갖기 위해서 정온 발열 패턴(200)이 양의 온도 계수를 가질 뿐만 아니라, 저전력 공급 하에서도 안정적인 발열 특성을 유지할 수 있다. 이를 통하여 휴대용 배터리에 의한 저전력 공급 하에서도 인체의 체온 유지에 필요한 수준의 발열 특성을 갖는 유연성 면상 발열체의 구현이 가능하다.

[0055] 카본 나노 튜브를 0wt% 포함하는 경우(즉, 정온 발열 물질만 포함하는 경우)는 온도 상승에 따라 빠르게 자체 저항이 증가하여 특정 온도 이상에서는 저항체 수준이되어 저전력의 공급하에서는(예를 들어 휴대용 배터리 등) 더 이상의 발열 특성을 유지하기가 어려워 지는 문제점이 있다. 반면에, 카본 나노 튜브를 0.5wt%보다 더 많이 포함하는 경우에는, 정온 발열 패턴(200)에 의해서 발열되는 실제 발열 총량과 소모되는 전력량이 동시에 증가하여 과열 현상이 발생되거나 휴대용 배터리로서 전원공급이 불가능하게 될 수 있다. 나아가, 부온(NTC) 특성을 나타내는 카본 나노 튜브를 과다하게 포함하면 정온 발열 특성을 나타내지 못하게 될 수 있음은 당연하다. 또한, 카본 나노 튜브를 0.5wt%보다 더 많이 포함하는 경우에는 전기적 특성 뿐만 아니라 인쇄 특성도 저하되어 미세한 크랙이 발생되어, 사용중에 정온 발열 패턴이 벗겨지거나 찌그러질 가능성을 증대시킨다.

[0056] 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체는 정온 발열 패턴(200)이 제공된 유연성 기재부(100) 부분의 상부면과 하부면 중 적어도 하나에 제공되는 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[0057] 유연성 면상 발열체 사용시에 전기적 절연성을 확보함과 동시에 외부의 물리적 요인에 의한 손상을 최소화하기 위해서 정온 발열 패턴(200) 상에 절연 보호층을 형성하여 정온 발열 패턴을 밀봉할 수 있다. 절연 보호층은 열가소성 폴리우레탄 필름(Thermo Plastic Polyurethane, TPU)을 열전사 방법으로 접착하여 제공될 수 있다. 정온 발열 패턴(200)이 제공된 유연성 기재부(100) 부분의 상부면과 하부면에 고탄성 TPU 필름을 열전사하여 부착하여 반복되는 신축이나 세탁 등의 극한의 사용에 대한 내구성을 향상시킬 수 있다.

[0058] 상기 전극 패턴(300)은, 외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부(310); 상기 전극 패드부(310)로 연장되는 메인 전극부(320); 및 상기 메인 전극부(320)에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부(330);를 포함할 수 있다. 전극 패드부(310), 메인 전극부(320), 및 가지 전극부(330)은 모두 (+) 전원과 (-) 전원이 공급될 수 있도록 한쌍으로 대칭적으로 제공될 수 있다.

[0059] 전극 패드부(310)는 외부의 전원공급부(예를 들어 휴대용 배터리)로부터 전원을 공급 받아 메인 전극부(320)으로 전달한다. 메인 전극부(320)는 가지 전극부(330)으로 신속하게 전원을 전달하기 위해서 가진 전극부(330)보다 넓은 폭으로 라인 형태로 형성될 수 있다. 가지 전극부(330)는 유연성 면상 발열체의 전체면에 고르게 발열이 될 수 있도록 메인 전극부(320)에 일정한 간격으로 이격되어 복수개가 병렬로 연결되고, (+) 전원과 (-) 전원이 일정하게 공급될 수 있도록 (+) 전원과 (-) 전원이 공급되는 각각의 가지 전극부가 서로 교차하여 삽입된 형태로 배열될 수 있다.

[0060] 복수의 가지 전극부(330) 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 제공될 수 있다. 예를 들어 일정한 주기와 진폭을 갖는 싸인파 형태의 패턴으로 형성될 수 있다. 이를 통해서 유연성 면상 발열체가 다양한 방향으로 휘어지거나 신축되는 경우에도 전극에 인가되는 외력이 고르게 분산될 수 있어서 가지 전극부가 손상되는 것을 억제할 수 있게 된다.

[0061] 유연성 기재부(100)는 일정 수준 이상의 휘어짐이나 반복되는 신축을 견디기 위해서는 신축성 직물을 포함할 수 있다. 신축성 직물을 이루는 재료는 특별히 한정될 필요는 없고, 폴리에스터 86%와 폴리우레탄 14%의 고신축성

복합 수지 섬유일 수 있다. 신축성 직물은 유연성이나 신축성 외에도 직물이 3차원 구조를 이루고 있고, 복합 페이스트의 인쇄 시에 충분히 침지될 수 있어서 인쇄방법으로 형성되는 정온 발열 패턴(200)이 유연성 기재부(100)에 안정적으로 부착될 수 있다는 장점이 있다.

[0062] 전극 패턴(300)은 전기 전도성을 부여하는 금속 실과 고신축성 섬유를 신축할 때 구조적 안정성을 부여하는 고분자 실(예를 들어 Ag 스트링 3가닥과 폴리에스터 스트링 3가닥)을 함께 꼬아서 만든 전도성 원사를 신축성 직물에 자수하여 제공할 수 있다. 자수를 이용하여 전극 패턴을 형성하게 되면 유연성 기재부인 신축성 직물과의 결합력이 매우 우수하여 신축성 직물을 반복하여 신축하더라도 안정적으로 전원 공급이 가능하여 내구성을 현저히 향상시킬 수 있다.

[0063] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 온도에 따른 저항 변화를 나타낸 그래프이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 전기적 특성 변화를 나타낸 그래프로써, 도 2와 도 3은 음의 온도계수를 갖는 카본 나노 튜브를 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0.25wt% 포함하는 복합 페이스트를 이용하여 정온 발열 패턴을 인쇄한 경우이다.

[0064] 도 2는 인가 전압이 0.5V 증가하는 경우에 유연성 면상 발열체의 온도 증가와 저항 변화를 보여주는데, 전압 인가 초기에는 온도가 상승함에 따라 미세한 비선형 특성을 나타내다가 그 이후에는 저항값이 완전히 선형적으로 증가하는 전형적인 정온 발열(PTC) 특성을 보인다. 전압 인가 초기에 나타나는 비선형 특성은 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브 간의 접촉 상태 변화에 의한 것으로 초기 온도 상승 단계에서 주로 발생하며, 온도가 지속적으로 증가함에 따라 그 영향이 감소하여 선형 특성을 나타낸다. 이와 같이 인가 전압에 따라 온도 증가와 저항 변화의 선형 관계는 매우 간단한 온도 제어 회로도도 유연성 면상 발열체의 온도를 조절할 수 있다는 것을 나타낸다. 도 3은 인가되는 전압에 따른 전류와 저항의 변화를 보여준다. 저항 변화는 전체 인가 전압 범위에서 선형과 매우 유사하게 보이지만, 그림 2의 초기 단계와 같이 인가 전압 1.5V까지 부분적으로 비선형 저항 증가 특성을 보인다. 전류는 저항과 달리 초기 전압이 인가될 때 오히려 선형적인 증가를 보이나 2.5V 이후에는 전류의 증가율이 감소한다.

[0065] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 양의 온도계수 비 특성 변화를 나타낸 그래프이다. 카본 나노 튜브의 함량을 달리하는 유연성 면상 발열체의 온도 상승에 따른 PTC 비(RT/R_{25}) 저항의 변화를 나타낸다. 여기서, RT 와 R_{25} 는 각각 특정 온도와 25℃에서의 저항을 나타낸다.

[0066] 모든 유연성 면상 발열체들은 카본 나노 튜브의 함량에 관계없이 온도의 증가에 따라 저항이 증가하는 일반적인 정온(PTC) 발열 특성을 나타낸다.

[0067] 카본 나노 튜브를 0.25wt% 포함하는 복합 페이스트로 1회 스크린 인쇄하는 경우(●) 정온 발열 패턴의 초기 저항값은 $5.05 \Omega\text{-cm}$ 이고 동일한 전압을 인가했을 때 다른 두 조건에서 제작된 유연성 면상 발열체보다 전류값이 낮아져 낮은 온도에서 원하는 온도로 빠르게 온도를 올리기가 어렵다. 카본 나노 튜브를 0.3wt%(○)를 포함하는 복합 페이스트로 1회 인쇄의 경우는, 정온 발열 패턴의 초기 저항값은 $4.35 \Omega\text{-cm}$ 이었고, 카본 나노 튜브를 0.25wt%(▲)를 포함하는 복합 페이스트로 2회 스크린 인쇄한 정온 발열 패턴의 초기 저항값은 $2.66 \Omega\text{-cm}$ 이었고, 표면온도 45℃에서의 저항값은 상온저항 대비 39% 증가하였다.

[0068] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 가열 균일성을 나타낸 이미지이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체의 위치별 온도 특성을 설명하는 이미지이다.

[0069] 카본 나노 튜브를 0.25wt%(▲)를 포함하는 복합 페이스트로 2회 스크린 인쇄하여 정온 발열 패턴을 형성한 유연한 면상 발열체의 전체면에 대한 가열 온도의 균일성을 확인하기 위해 도 5 및 도 6과 같이 35개의 구역으로 나누고 각 구역의 온도와 평균 온도의 차이를 측정하였다. 유연한 면상 발열체의 평균온도와 영역별 측정온도 편차표는 각 구역 온도와 유연한 면상 발열체의 평균온도(41.7°C)의 차이를 나타낸다. 35개 영역 모두 차이의 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 내에서 균일성을 보였다.

[0071] 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류는 앞에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체를 포함할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류를 설명함에 있어서, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체와 관련하여 앞서 설명된 부분과 중복되는 사항들은 생략하도록 한다.

[0072] 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류는 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체를 기능성 발열 의류에 부착하거나, 기능성 발열 의류의 일부가 되는 형태로 형성될 수 있다. 자기 온도 조절 기능을 갖는 유연

성 면상 발열체에 의해서 외부의 온도 조절 장치 없이도 특정 온도를 유지하여 사용중 화상이나 발화 등의 위험성을 나타내는 과열 현상이 발생하지 않을 뿐 아니라, 소비 전력의 최소를 통해 체온 유지 등을 위한 기능성 발열 의류가 가능해 진다.

[0073] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 발열 온도 특성을 나타낸 그래프이다.

[0074] 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류는 유연성 면상 발열체를 기능성 발열 의류에 부착하거나, 기능성 발열 의류의 일부가 되는 방식으로 형성되므로, 유연성 면상 발열체를 실제 사용하는 경우에 사람의 움직임에 따라 많은 신장과 수축이 반복된다. 따라서 다수의 신축에 따른 발열특성의 내구성이 매우 중요한 성능인자가 된다. 이를 확인하기 위해 신장과 수축을 여러 번 반복한 후 인가 전압과 전력에 따른 기능성 발열 의류에 포함된 유연성 면상 발열체의 저항 변화와 가열 온도 값의 변화를 측정했다. 도 7은 기능성 발열 의류를 10000회까지 신장-수축 반복 횟수를 20,000회 증가시키면서 유연성 면상 발열체에 3V 전압을 8분간 인가했을 때의 온도를 나타낸 것이다.

[0075] 도달온도는 신축횟수에 따라 다소 차이가 있으나 초기값 대비 1.3~3.8% 범위에서 변화하는데, 이는 측정 오차범위로서 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류는 반복되는 신장-수축에도 발열 특성의 변화없이 안정적인 온도 제어가 가능하다.

[0076] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 신축 안정성 특성을 나타낸 그래프이다. 10000회 간격으로 100000회까지 신장-수축을 반복한 후, 소비전력에 따른 도달온도를 측정하여 도달온도에 대한 신축수축의 영향을 측정하였다. 도 8은 기능성 발열 의류의 10,000회 내지 100,000회 신축 전과 신축 후 소비전력 평균 도달 온도 특성을 보여주고 있는데, 신축 반복 횟수에 따른 가열 온도의 차이가 5% 이하로 매우 높은 발열 재현성을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0077] 겨울철 등 외기온이 낮은 경우에 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 적용성을 확인하기 위해 5℃에서 발열거동을 측정하였다. DC 5V를 인가하고 기능성 발열 의류에 포함된 유연성 면상 발열체 표면의 온도를 k형 열전대를 이용한 접촉법으로 1분마다 측정하였다. 기능성 발열 의류에 포함된 유연성 면상 발열체는 처음 5분까지는 40℃까지 급격하게 상승하였고, 10분 이내에 45℃에 도달하였고, 40분 후에는 50℃에 도달하여 이 온도를 지속적으로 유지하는 거동을 보였다.

[0078] 한편, 외부온도 25℃에서 5V를 인가하면 유연성 면상 발열체는 56.1℃에 도달해서, 외부온도 5℃의 환경에서 도달한 온도와 가열 속도보다 각각 6℃ 더 높고 더 빠를 수 있다. 그러나, 유연성 면상 발열체는 기능성 발열 의류 내부에 배치될 뿐만 아니라 사용자의 체온 효과도 있기 때문에, 기능성 발열 의류는 영하의 온도에서도 체온을 유지하기에 충분한 보온 기능을 가질 수 있음을 알 수 있다.

[0079] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기능성 발열 의류의 발열 효과를 설명하는 이미지이다.

[0080] 접착 테이프나 원형 밴드 등의 보조 수단 없이 팔꿈치 아래에 기능성 발열 의류에 포함된 유연한 면상 발열체를 제공하여 피부 온도의 변화를 측정하였다. 측정 부위로 손등을 선택한 이유는 손등에 사람의 열감지와 열선호도가 매우 높기 때문이다. 유연한 면상 발열체에 최대 소비전력 7W를 인가하여 51.1℃에 도달했을 때 실험을 진행하였다. 실험 중 피험자들은 휴대전화나 컴퓨터를 사용하는 등의 간단한 동작을 할 수 있도록 하였지만, 이러한 간단한 동작은 피부 온도에 영향을 미치지 않았다. 기능성 발열 의류 착용 전 평균 피부 온도는 27.6℃, 기능성 발열 의류 착용 중 평균 피부 온도는 33.7℃로 6.1℃ 증가했다.

[0081] 도 9는 열화상으로 측정한 시간에 따른 피부 온도의 변화를 나타낸 것으로, (a)는 기능성 발열 의류 착용 전, (b)는 기능성 발열 의류 착용 중, (c)는 기능성 발열 의류 탈착 후의 열화상 이미지를 나타낸다. 기능성 발열 의류를 착용하는 것만으로도 피부 온도가 급격히 상승한다. 기능성 발열 의류를 탈착한 후 20분 이내에 평균 피부 온도가 29.7도로 감소하여 온열 효과가 지속되었음을 나타낸다. 이를 통해 온도(특히 저온)에 민감한 신체 부위에 가까운 기능성 발열 의류의 일부로 본 발명의 실시예에 따른 유연한 면상 발열체를 내부에 배치하면 작은 소비 전력으로도 따뜻한 성질을 갖는 기능성 의류에 적용 가능성이 높음을 알 수 있다.

[0083] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법의 순서도이다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법을 설명함에 있어서, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체와 관련하여 앞서 설명된 부분과 중복되는 사항들은 생략하도록 한다.

[0084] 도 10을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법은 휘어지는 유연성 기재부를

준비하는 과정(S100); 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 준비하는 과정(S200); 상기 유연성 기재부에 전극 패턴을 형성하는 과정(S300); 및 상기 전극 패턴에 전기적으로 연결되도록 상기 복합 페이스트를 도포하여 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정(S400);을 포함할 수 있다.

[0085] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법의 각 과정들은 반드시 시계열적으로 순서에 따라 수행될 필요는 없고, 필요에 따라서 각 과정들은 반대 순서로 수행될 수도 있고 혹은 동시에 수행될 수도 있다. 예를 들어, 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정(S400)을 수행한 후에 전극 패턴을 형성하는 과정(S300)을 수행할 수도 있다.

[0086] 우선, 휘어지는 유연성 기재부를 준비한다(S100 참조). 유연성 기재부는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리이미드(PI), 유리섬유 강화 플라스틱(FRP) 등과 같은 유연한 플라스틱 기재, 초박형 유리, 신축성의 섬유 등일 수 있는데 재료에 특별한 한정되지는 않는다.

[0087] 다음으로, 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 준비한다(S200 참조).

[0088] 정온 발열 물질은 온도가 상승함에 따라 전기저항이 증가하는 물질이면 족하고, 그 형태는 분말일 수 있다. 예를 들어, 상전이를 이용하는 티탄산 바륨(BaTiO_3) 등과 같은 페로브스카이트 물질로 이루어진 분말 또는 터널링 현상을 이용하는 도전성 탄소 분말일 수 있다. 복합 페이스트는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 지지하면서 유연성 기재부(100)에 강력히 부착되도록하는 폴리비닐알코올(PVA), 에틸렌초산비닐(EVA), 바인더를 포함할 수 있다. 복합 페이스트가 뭉치지 않도록 하는 분산제, 용액 불밀 작업시 거품이 일어나는 것을 방지하는 소포제 등을 더 포함할 수 있다.

[0089] 균일한 혼합 및 소포를 위하여 복합 페이스트용 혼합물을 유성 믹서를 이용하여 회전수 1500rpm, 회전수 150rpm으로 3분간 혼합하고 동일한 과정을 총 2회 실시하였다. 다음으로 응집된 혼합물을 3롤 밀(EXAKT 50)을 사용하여 구성 성분들이 균일하게 분포되도록 하였다. 응집된 혼합물은 물을 5회 통과했다. 갭 1과 2 사이의 간격은 첫 번째 패스의 경우 15와 7.5um, 두 번째 패스의 경우 10과 5um, 세 번째 패스의 경우 5와 2.5um, 네 번째 패스의 경우 3과 1.5, 다섯 번째 패스의 경우 1과 1um로 진행했다.

[0090] 그리고, 상기 유연성 기재부에 전극 패턴을 형성하였다(S300 참조). 전극 패턴은 외부의 전원공급부로부터 전원을 전달받아 정온 발열 패턴에 전원을 공급할 수 있다. 이때, 전극 패턴(300)은 인쇄 방법으로 형성될 수도 있고, 전도성 원사를 이용하여 유연성 기재부에 자수하여 형성될 수도 있다.

[0091] 이후에, 전극 패턴에 전기적으로 연결되도록 상기 복합 페이스트를 도포하여 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 패턴을 인쇄한다(S400 참조).

[0092] 복합 페이스트를 유연성 기재부 상에 인쇄한 후에 자연건조 후 130℃ 오븐에서 5분 내지 20분간 건조하였다. 요구되는 저항값에 따라 인쇄 횟수를 반복하여 적층하여 정온 발열 패턴을 형성하였다.

[0093] 복합 페이스트를 준비하는 과정에서 사용되는 카본 나노 튜브는 음의 온도계수를 가질 수 있고, 또한 카본 나노 튜브는 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 복합 페이스트에 포함될 수 있다.

[0094] 복합 페이스트는 정온 발열 패턴(200)이 온도 상승에 따라 빠르게 자체 저항이 증가하는 정온 발열 물질 뿐만 아니라, 온도 상승에 따라 저항이 감소하는 음의 온도계수(Negative Temperature Coefficient; NTC)를 갖는 카본 나노 튜브를 함께 포함하도록 복합화하였다. 즉, 정온 발열(PTC) 특성을 갖는 정온 발열 물질과 부온 발열(NTC) 특성을 갖는 카노 나노 튜브를 복합화함으로써 정온 발열 물질의 온도 상승에 따른 저항 증가분을 부분적으로 카본 나노 튜브가 감소시켜줌으로써 적절한 수준의 발열이 가능한 유연한 면상 발열체를 구현할 수 있게 했다.

[0095] 카본 나노 튜브는 상기 복합 페이스트의 전체 질량에 대해 0wt% 보다는 크고 0.5wt% 이하로 함으로써 자기 온도 조절 기능을 갖기 위해서 정온 발열 패턴이 양의 온도 계수를 가질 뿐만 아니라, 저전력 공급 하에서도 안정적인 발열 특성을 유지할 수 있다. 이를 통하여 휴대용 배터리에 의한 저전력 공급 하에서도 인체의 체온 유지에 필요한 수준의 발열 특성을 갖는 유연성 면상 발열체의 구현이 가능하다. 또한, 정온 발열 패턴을 인쇄한 후에 미세 크랙 등이 발생하는 문제 없이 양호한 인쇄 특성을 확보할 수 있다.

[0096] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유연성 면상 발열체 제조 방법은 정온 발열 패턴이 인쇄된 신축성 직물 부분의

상부면과 하부면 중 적어도 하나에 열가소성 수지로 이루어진 절연 보호층을 형성하는 과정을 더 포함할 수 있다.

- [0097] 유연성 면상 발열체 사용시에 전기적 절연성을 확보함과 동시에 외부의 물리적 요인에 의한 손상을 최소화하기 위해서 정온 발열 패턴(200) 상에 절연 보호층을 형성하여 정온 발열 패턴을 밀봉할 수 있다. 절연 보호층은 열가소성 폴리우레탄 필름(Thermo Plastic Polyurethane, TPU)을 열전사 방법으로 접착하여 제공될 수 있다. 정온 발열 패턴(200)이 제공된 유연성 기재부(100) 부분의 상부면과 하부면에 고탄성 TPU 필름을 열전사하여 부착하여 반복되는 신축이나 세탁 등의 극한의 사용에 대한 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0098] 유연성 면상 발열체를 기능성 발열 의류에 사용하는 경우에는 열가소성 폴리우레탄 필름(Thermo Plastic Polyurethane, TPU) 등으로 이루어진 절연 보호층이 직접 피부에 접하게 되면 이질감 등을 느끼게 될 수도 있으므로, 피부가 접하는 쪽의 절연 보호층 하부에 신축성 직물을 제공하는 과정을 더 포함할 수도 있다.
- [0099] 정온 발열 패턴을 인쇄하는 과정(S400)은, 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제1 음압력을 가하면서 상기 유연성 기재부 상에 제1 정온 발열패턴을 인쇄하는 제1 인쇄 과정(S410); 및 상기 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 제2 음압력을 가하면서 상기 제1 정온 발열패턴 상에 제2 정온 발열패턴을 인쇄하는 제2 인쇄 과정(S420);을 포함할 수 있다. 이때, 상기 제2 음압력은 상기 제1 음압력보다 낮은 음압력일 수 있다.
- [0100] 제1 인쇄 과정(S410)은 복합 페이스트가 유연성 기재부 내부에 충분히 침지되도록 0.2 kg/cm²의 제1 음압력을 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 가하면서 50 mesh 스크린을 이용하여 스크린 인쇄를 수행한다. 인쇄된 복합 페이스트를 5분 동안 공기 건조시킨 후, 130℃의 오븐에서 5분 동안 열건조시킨다.
- [0101] 제2 인쇄 과정(S420) 동안에 스크린 인쇄 시에 가해지는 유연성 기재부의 인쇄면에 대향하는 대향면에 가해지는 음압력이 높을 경우 건조 및 응고된 제1 인쇄된 복합 페이스트에 크랙이나 박리가 발생할 가능성이 있다. 이를 방지하기 위해 제2 인쇄 과정(S420)에서는 제1 음압력의 절반인 0.1kg/cm²의 저압에서 스크린 인쇄를 진행한 후, 공기 건조 없이 130℃ 오븐에서 20분간 건조와 경화를 동시에 진행했다.
- [0102] 전극 패턴을 형성하는 과정(S300)에서 형성된 전극 패턴은, 외부 전원공급부와 연결되는 전극 패드부; 상기 전극 패드부로 연장되는 메인 전극부; 및 상기 메인 전극부에 교차하는 방향으로 연장되는 복수의 가지 전극부;를 포함할 수 있다. 이때, 복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 형성될 수 있다.
- [0103] 전극 패드부는 외부의 전원공급부(예를 들어 휴대용 배터리)로부터 전원을 공급 받아 메인 전극부로 전달하고, 메인 전극부는 가지 전극부로 신속하게 전원을 전달하기 위해서 가지 전극부보다 넓은 폭으로 라인 형태로 형성될 수 있다.
- [0104] 가지 전극부는 유연성 면상 발열체의 전체면에 고르게 발열이 될 수 있도록 메인 전극부에 일정한 간격으로 이격되어 복수개가 병렬로 연결되고, (+) 전원과 (-) 전원이 일정하게 공급될 수 있도록 (+) 전원과 (-) 전원이 공급되는 각각의 가지 전극부가 서로 교차하여 삽입된 형태로 배열될 수 있다. 복수의 가지 전극부 각각은 곡선을 이루는 패턴이 반복되도록 제공될 수 있다. 예를 들어 일정한 주기와 진폭을 갖는 싸인과 형태의 패턴으로 형성될 수 있다. 이를 통해서 유연성 면상 발열체가 다양한 방향으로 휘어지거나 신축되는 경우에도 전극에 인가되는 외력이 고르게 분산될 수 있어서 가지 전극부가 손상되는 것을 억제할 수 있게 된다.
- [0105] 유연성 면상 발열체가 신축할 때 전극 패턴의 손상을 방지하기 위해 총 12개의 라인으로 가지 전극부가 형성될 수 있다. 가지 전극부의 한 라인은 각각 8mm 간격으로 분리된 4mm 진폭의 싸인과 형태로 형성 될 수 있다. 전극선 전체에 고르게 전원을 공급하기 위해 홀수선(+) 6개와 짝수선(-) 6개를 병렬로 연결하고, (+)와 (-) 라인을 연결할 수 있도록 유연성 면상 발열체의 정온 발열 패턴 영역 외부에 전극 패드부 2개를 배치했다.
- [0106] 유연성 기재부는 신축성 직물을 포함하고, 상기 전극 패턴을 형성하는 과정(S300)은 상기 신축성 직물에 전기 전도성 원사를 자수하여 수행될 수 있다. 전원을 공급하기 위한 전극 패턴은 Ag 스트링 3가닥과 폴리에스터 스트링 3가닥(직경 0.5mm)을 꼬아서 만든 전도성 원사를 컴퓨터 자수하여 형성할 수 있다. 자수를 이용하여 전극 패턴을 형성하게 되면 유연성 기재부인 신축성 직물과의 결합력이 매우 우수하여 신축성 직물을 반복하여 신축하더라도 안정적으로 전원 공급이 가능하여 내구성을 현저히 향상시킬 수 있다.
- [0108] 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 의하면, 외부의 온도 조절 장치 없이도 소정의 온도를 유지하면서 과열을 억제하고 안정적인 온도 조절이 가능할 수 있다.

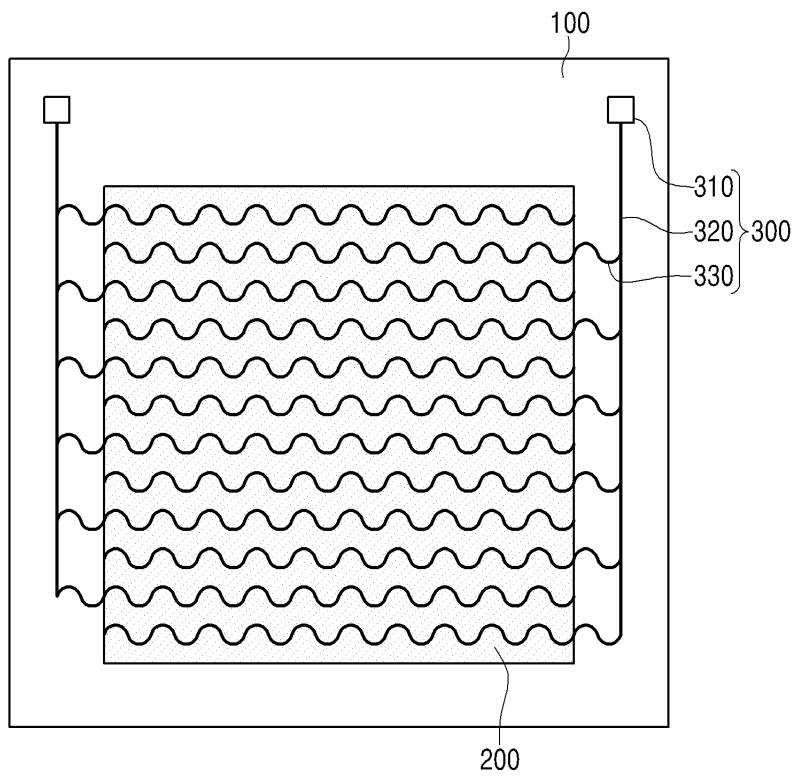
- [0109] 또한, 본 발명에서는 양의 온도계수를 갖는 정온 발열 물질과 카본 나노 튜브를 포함하는 복합 페이스트를 사용하여 정온 발열 패턴을 형성함으로써 외력에 의해 변형한 형상에 쉽게 친숙해지는 유연성을 나타내 뿐만 아니라, 반복해서 신축하는 경우에도 발열 특성이 저하되지 않고 유지되어 사용감과 신뢰성을 향상할 수 있다.
- [0110] 더욱이, 본 발명의 실시예에 따른 유연성 면상 발열체, 기능성 발열 의류, 유연성 면상 발열체 제조 방법에 의하면 소비전력을 최소화할 수 있어서 작고 간단한 전원공급장치(예를 들어, 휴대용 배터리)만으로도 발열이 가능하여 휴대성 및 착용성을 향상시킬 수 있다.
- [0112] 상기 설명에서 사용한 "~ 상에"라는 의미는 직접 접촉하는 경우와 직접 접촉하지는 않지만 상부 또는 하부에 대하여 위치하는 경우를 포함하고, 상부면 또는 하부면 전체에 대하여 위치하는 것뿐만 아니라 부분적으로 대하여 위치하는 것도 가능하며, 위치상 떨어져 대하여하거나 상부면 또는 하부면에 직접 접촉한다는 의미로 사용하였다.
- [0114] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다

부호의 설명

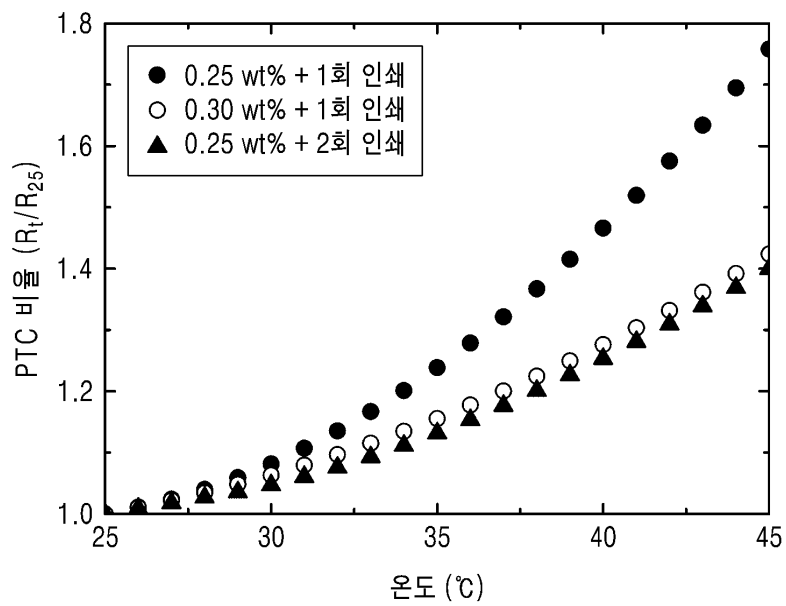
- [0116] 100: 유연성 기재부 200: 정온 발열 패턴
- 300: 전극 패턴 310: 전극 패드부
- 320: 메인 전극부 330: 가지 전극부

도면

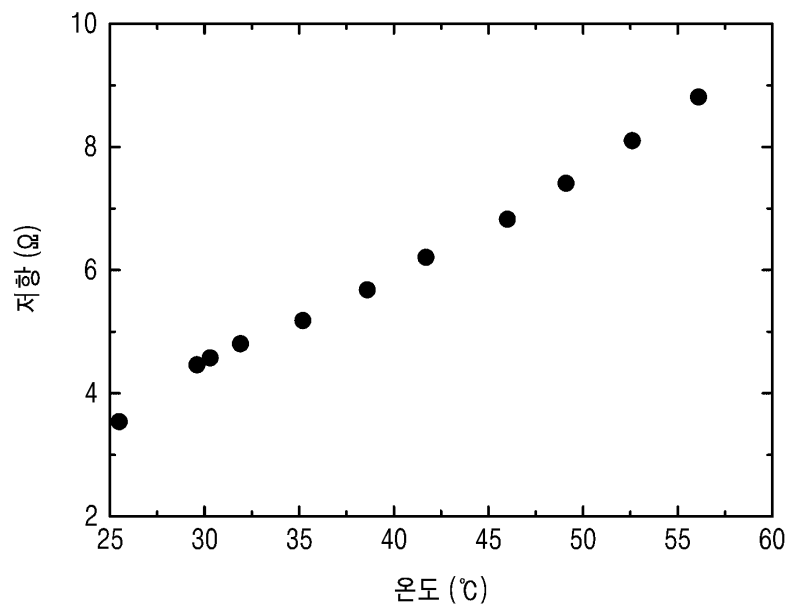
도면1



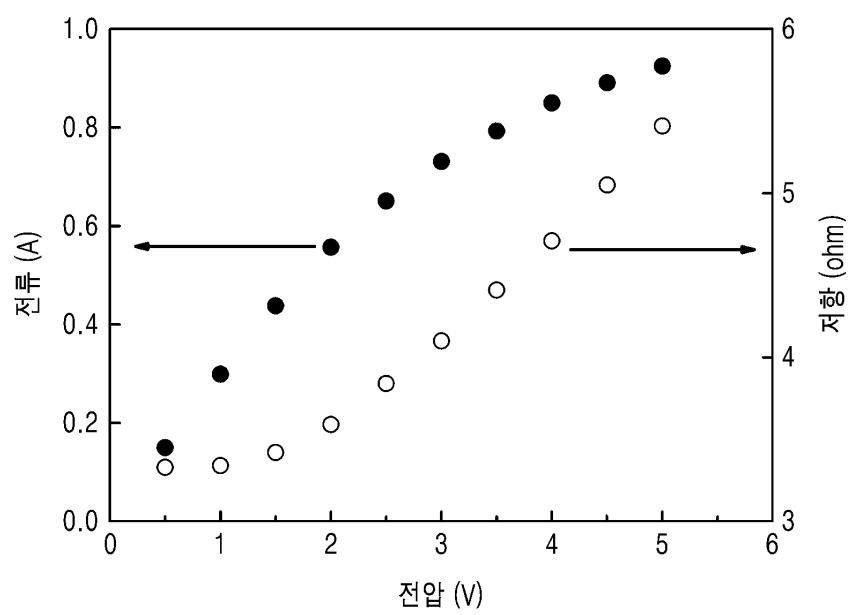
도면2



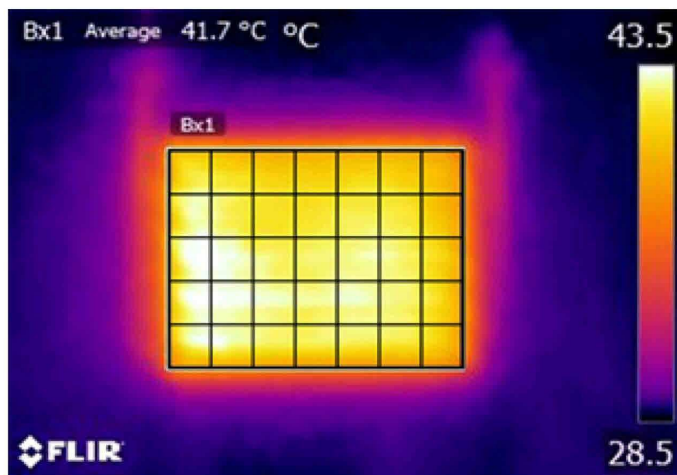
도면3



도면4



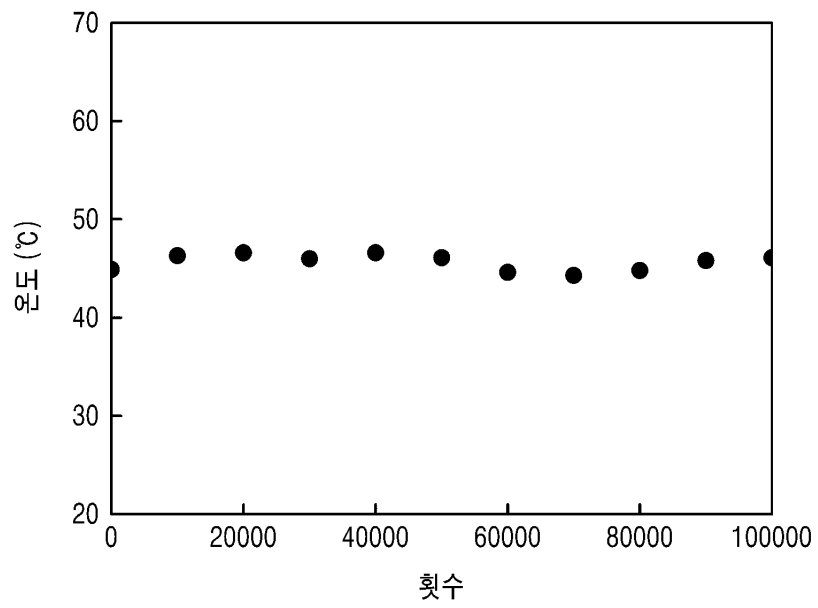
도면5



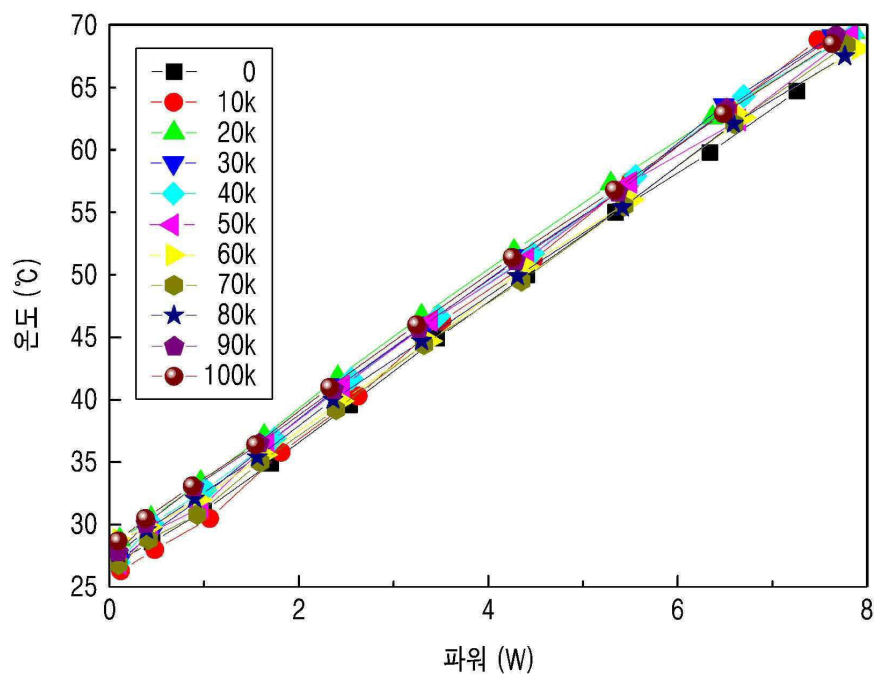
도면6

측정 온도						
41.0	41.0	40.5	40.5	40.6	40.5	39.7
42.3	42.3	41.7	41.7	42.1	42.0	40.5
42.8	42.9	42.3	42.3	42.6	42.5	41.1
42.5	43.2	42.8	42.5	42.9	42.6	41.2
42.2	43.0	42.6	42.4	42.6	42.4	40.9
온도 편차						
-0.7	-0.7	-1.2	-1.2	-1.1	-1.2	-2.0
0.6	0.6	0.0	0.0	0.4	0.3	-1.2
1.1	1.2	0.6	0.6	0.9	0.8	-0.6
0.8	1.5	1.1	0.8	1.2	0.9	-0.5
0.5	1.3	0.9	0.7	0.9	0.7	-0.8

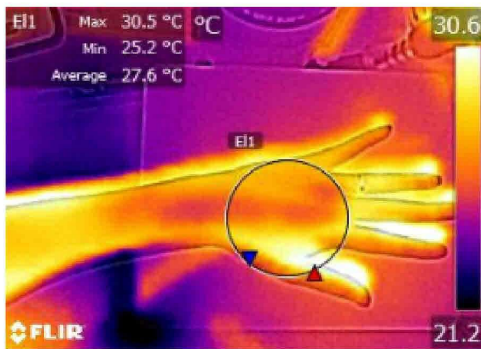
도면7



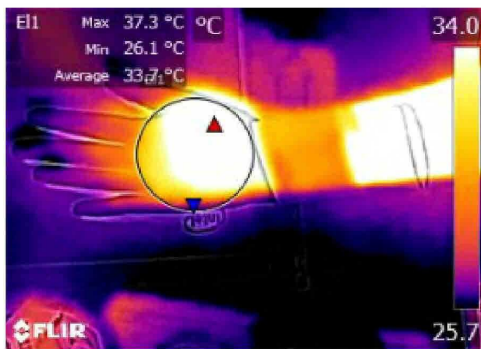
도면8



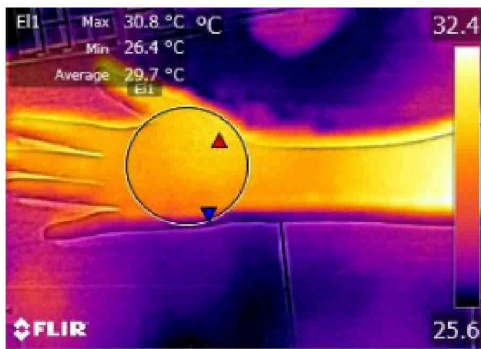
도면9



(a)



(b)



(c)

도면10

