(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0041865
(43) 공개일자 2018년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 3/86 (2006.01) *H05B 3/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 3/86 (2013.01)
H05B 3/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0134137
(22) 출원일자 2016년10월17일
심사청구일자 2016년10월17일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
윤석구
서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4
안성필
서울특별시 성북구 동소문로26나길 1 엘리시아 401호
조홍석
서울특별시 동대문구 약령시로7길 22 4층
(74) 대리인
이동건

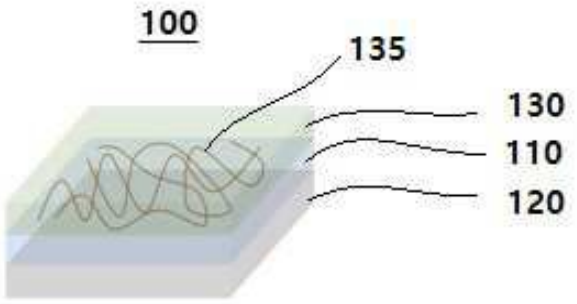
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **투명 발열체 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

투명 발열체는, 투명 기판, 상기 투명 기판의 일면에 형성되며, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층 및 상기 투명 기판의 타면에 형성되며, 내부에 상호 연결된 금속 섬유들이 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 포함한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

투명 기판;

상기 투명 기판의 일면에 형성되며, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층; 및

상기 투명 기판의 타면에 형성되며, 내부에 상호 연결된 금속 섬유들이 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 포함하는 투명 발열체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 금속 섬유는 구리로 코팅된 것을 특징으로 하는 투명 발열체.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속 섬유는 매트릭스 형태로 분포된 것을 특징으로 하는 투명 발열체.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 금속 섬유는 전해도금 섬유(electroplated fiber)를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 발열체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 고분자 수지는 에폭시 수지를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 발열체.

청구항 6

투명 기판을 준비하는 단계;

상기 투명 기판의 일면에, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층을 형성하는 단계; 및

상기 투명 기판의 타면에, 내부에 금속 섬유가 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 형성하는 단계를 포함하는 투명 발열체의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 소수성층을 형성하는 단계는 상기 일면을 향하여 소수성 물질을 분사하는 콜드 스프레이 공정을 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발열체의 제조 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 소수성 물질은 PTFE를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 발열체의 제조 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 발열층을 형성하는 단계는,

기재 상에 전도성 고분자 섬유를 전기 방사시켜 상기 기재 상에 상호 교차하는 나노 섬유들을 형성하는 단계;

상기 나노 섬유들 각각에 금속 입자를 부착시키는 단계;

상기 금속 입자가 부착된 나노 섬유들 각각의 표면에 전기도금 공정을 통하여 금속 코팅된 나노 섬유들을 형성하는 단계;

상기 금속 코팅된 나노 섬유들을 상기 기판의 타면에 전사시키는 단계; 및

상기 나노 섬유들을 덮도록 고분자 수지로 코팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 발열체의 제조

방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 발열층을 형성하는 단계는,

상기 금속 코팅된 나노 섬유를 질소 분위기에서 건조하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 발열체의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 투명 발열체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 투명 기판 상에 소수성 특성 및 발명 기능을 동시에 가질 수 있는 투명 발열체 및 상기 투명 발열체의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 겨울철이나 비 오는 날에 자동차의 유리, 스키 고글, 안경 등 에는 안팎의 온도 차이로 인해 성에 및 결빙에 발생하여, 사용자의 시야를 제한하므로 사고를 유발하기 쉽다. 또한 강설이나 결빙으로 인해 가로등 시설 장비들의 훼손 및 기능저하로 누전과 점??소등 상태 불량 때문에 가로등이 자주 꺼져 각종 사고가 발생할 수 있고, 현재 발코니 확장 및 전명 유리 구조 건축물이 유행하면서 창호의 겨울철 결로 발생 문제 등이 나타나고 있다.

[0003] 현재 성에 방지를 위해 출시된 제품들은 대부분 화학적인 방법을 이용한 표면처리용 제품이며, 이러한 제품들은 적외선 반사에 의존하는 단열제거나 제 기능을 유지하는 시간이 극히 짧아 근본적인 대응이 불가능하다. 이러한 단점을 해결하기 위해서는 영구적으로 성에 및 결빙을 제거하는 방법으로 발열 유리가 개발되고 있고, 실제로 자동차 뒷유리에 열선 형태로 많이 사용되고 있다. 하지만 자동차 앞 유리, 고글 및 창호 등에는 시야를 방해하는 열선을 사용할 수 없으므로, 투명한 발열체의 개발이 필수적이다. 이러한 요구로 기본 발열 유리는 ITO(Indium Tin Oxide)를 sputtering과 Photo lithography방법을 통해 유리 표면에 형성 및 제조하였으나, 상기된 제조 방법은 공정의 복잡성과 재료 낭비의 단점에 발열유리 보편화의 걸림돌이 되고 있다. 또한 투명 ITO 발열유리는 높은 저항으로 인해 저전압에서 성에 및 결빙을 제거할 만큼 충분한 발열 성능을 내지 못하는 문제점을 지니고 있어 경제성 있는 투명 발열체 제조 기술개발이 필요하다.

[0004] 또한 차세대 기술로 웨어러블 기술이 주목 받으면서, 세계 각국에서 자유롭게 휘어지거나 늘어나는 소재 개발을 위한 연구가 진행 중이고, 센서, 태양전지 및 배터리 등 다양한 분야에 게 응용되고 있다. 이와 더불어 유연 투명 히터는 웨어러블 디바이스의 개인 열관리 분야 뿐만 아니라 건축물에 이용하여 겨울철 난방비 저감을 통해 국가적 에너지 효율화에 기여를 할 것으로 예상된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에 본 발명의 일 목적은 투명 기판 상에 소수성 특성 및 발명 기능을 동시에 가질 수 있는 투명 발열체를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 일 목적은 상기 투명 발열체를 용이하게 제조할 수 있는 투명 발열체의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체는, 투명 기판, 상기 투명 기판의 일면에 형성되며, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층 및 상기 투명 기판의 타면에 형성되며, 내부에 상호 연결된 금속 섬유들이 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 포함한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 섬유는 구리로 코팅될 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 섬유는 매트릭스 형태로 분포될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 섬유는 전해도금 섬유(electroplated fiber)를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 고분자 수지는 에폭시 수지를 포함할 수 있다.

[0012] 상기의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체의 제조 방법에 따르면, 투명 기판을 준비한 후, 상기 투명 기판의 일면에, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층을 형성한다. 한편, 상기 투명 기판의 타면에, 내부에 금속 섬유가 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 형성한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 소수성층은 상기 일면을 향하여 소수성 물질을 분사하는 콜드 스프레이 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 소수성 물질은 PTFE를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 발열층은, 기재 상에 전도성 고분자 섬유를 전기 방사시켜 상기 기재 상에 상호 교차하는 나노 섬유들을 형성한다. 상기 나노 섬유들 각각에 금속 입자를 부착시킨 후 상기 금속 입자가 부착된 나노 섬유들 각각의 표면에 전기도금 공정을 통하여 금속 코팅된 나노 섬유들을 형성한다. 이후, 상기 금속 코팅된 나노 섬유들을 상기 기판의 타면에 전사시킨 후, 상기 나노 섬유들을 덮도록 고분자 수지로 코팅한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 발열층을 형성하기 위하여, 상기 금속 코팅된 나노 섬유를 질소 분위기에서 건조하는 공정이 추가적으로 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 따르면, 소수성층 및 발명층이 투명 기판의 일면 및 타면에 각각 구비됨으로써, 성에 발생의 억제 및 결빙 감소를 통한 시야 확보가 가능할 수 있다. 나아가, 저전압 구동 조건에서 발열 특성이 우수하며, 전면적에 걸쳐 균일한 발열 특성이 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체를 나타내는 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체의 제조 방법 중 발열층 형성 공정을 설명하기 위한 도면들이다.

도 3은 투명 발열체의 전기 방사 공정 시간별 파장변화에 따른 광투과도를 나타내는 그래프이다.

도 4는 투명 발열체 샘플들에 인가 전압에 따른 발열특성을 나타낸 그래프이다.

도 5 및 도 6은 투명 발열체에 대한 벤딩 테스트 및 스트레칭 테스트 결과를 나타내는 사진들이다.

도 7은 투명 발열체 샘플들에 소수성 특성을 나타낸 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0020] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0021] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발

명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체를 나타내는 사시도이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체(100)는 투명 기판(110), 소수성층(120) 및 발열층(130)을 포함한다. 상기 투명 발열체(100)는 광학적으로 투명한 광투과성, 물에 대하여 소수성 및 발열 특성을 구비할 수 있다.

[0025] 상기 투명 기판(110)은, 예를 들면 실리카 물질로 이루어진 유기 기판일 수 있다. 이와 다르게, 상기 투명 기판(110)은 고분자 물질로 이루어진 고분자 기판일 수도 있다.

[0026] 상기 소수성층(120)은 상기 투명 기판(110)의 일면에 형성된다. 상기 소수성층(120)은 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진다. 따라서, 상기 소수성층(120)에 물이 컨택할 경우, 물이 흡수되지 않고 상기 투명 기판(110)으로부터 제거되거나 잔류할 경우, 물방울 형태로 상기 투명 기판(110) 상에 존재할 수 있다.

[0027] 상기 소수성층(120)은 소수성을 갖는 고분자 물질, 예를 들면, PTFE(폴리테트라 플루오로에틸렌; polytetrafluoroethylene)을 포함할 수 있다.

[0028] 따라서, 상기 투명 발열체(100)의 일면이 외부 환경 아래에서 비와 같은 수분에 노출될 경우, 상기 일면으로부터 수분이 용이하게 제거될 수 있다. 이로써, 수분에 의한 투명 발열체(100)의 오염을 억제하고 나아가 상기 수분에 의한 상기 일면에 성에 발생에 따른 시야 확보의 어려움을 해결할 수 있다. 또한, 상기 투명 발열체(100)의 일면이 증대된 표면 거칠기 및 감소된 표면 에너지를 가짐에 따라, 결빙 현상이 억제될 수 있다.

[0029] 상기 발열층(130)은 상기 투명 기판(110)의 타면에 형성된다. 즉, 상기 발열층(130)은 상기 소수성층(120)의 반대쪽 면에 형성된다. 또한 상기 발열층(130)은, 내부에 상호 연결된 금속 섬유들(135)이 구비된 고분자 수지로 이루어진다. 이로써, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)이 상호 연결됨으로써 전기가 인가될 경우, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)로부터 발열이 발생할 수 있다. 이로써, 투명 발열체(100)의 타면이 실내와 접촉할 때, 상기 실내 및 외부 사이의 온도차에 따른 성에 발생을 억제할 수 있다. 나아가, 상기 소수성층(120) 상 잔류할 수 있는 수분에 의하여 발생할 수 있는 성에 또는 결빙을 상기 발열층(130)은 추가적으로 제거할 수 있다.

[0030] 한편, 상기 발열층(130)은 외부로부터 열을 차단함으로써, 창호로 이용될 경우 외부로부터의 태양 복사열을 차단하거나, 실내 복사열의 외부 유출을 억제함으로써, 단열 기능을 수행할 수 있다.

[0031] 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135) 각각은 나노 섬유의 표면에 구리가 코팅된 형태를 가질 수 있다. 이로써, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)이 보다 경제적으로 우수하면서 동시에 전기적으로 우수한 전기전도성을 확보할 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)은 매트릭스 형태로 상기 발열층(130) 내부에 분포할 수 있다. 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)은 상호 매트릭스 형태로 서로 연결됨으로써 전기적으로 우수한 연결성을 확보할 수 있다. 또한, 상기 발열층(135)이 전체적인 영역에 걸쳐 균일한 온도 분포를 가질 수 있다. 한편, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)이 전체적으로 매트릭스 형태로 분포됨에 따라 상대적으로 우수한 광투과도를 구현할 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)은 전해도금 섬유(electroplated fiber)를 포함할 수 있다. 즉, 상기 금속으로 코팅된 나노 섬유들(135)은 방사 처리된 고분자 전도성 섬유에 전해도금 공정을 통하여 형성될 수 있다. 따라서, 상기 나노 섬유들(135) 사이에는 안정적으로 상호 연결된 접합부가 형성됨으로써 상기 나노 섬유들(135) 간의 전기적 연결성이 확보될 수 있다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 고분자 수지는 에폭시 수지를 포함할 수 있다. 상기 고분자 수지는 외부의 오염원, 예를 들면 수분, 화학물질과 같은 화학적인 충격 또는 물리적인 충격으로부터 상기 나노 섬유들(135)을 보호할 수 있다. 이로써, 상기 투명 발열체(100)가 연성을 구비함으로써, 취성에 따른 충격에 의한 파손이 억제될 수 있다.

[0035] 본 발명의 실시예들에 따른 투명 발열체(100)는 광학적으로 투명한 광투과성, 물에 대하여 소수성 및 발열 특성

을 확보할 수 있다. 따라서, 상기 투명 발열체(100)는 우수한 광투과성을 가진 상태에서, 그 일면에는 소수성 특성 및 타면에는 발열 특성을 동시에 가짐으로써 자동차 유리 등에 응용될 수 있다.

[0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체의 제조 방법 중 발열층 형성 공정을 설명하기 위한 도면들이다.

[0037] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 발열체의 제조 방법에 따르면, 먼저 투명 기판을 준비한다. 상기 투명 기판은 예를 들면 실리카 물질로 이루어진 유리 기판을 포함한다. 따라서, 상기 투명 기판은 우수한 광투과성을 가질 수 있다.

[0038] 이어서, 상기 투명 기판의 일면에, 물에 대하여 소수성을 갖는 물질로 이루어진 소수성층을 형성한다. 이로써, 상기 투명 기판의 일면은 우수한 소수성 특성을 가짐으로써, 상기 투명 기판의 일면 상에 물과 같은 액체가 흡수되는 것이 억제될 수 있다.

[0039] 예를 들면, 상기 소수성층은 상기 일면을 향하여 소수성 물질을 분사하는 콜드 스프레이 공정을 통하여 형성될 수 있다. 이로써, 상기 콜드 스프레이 공정을 통하여 형성된 소수성층은, 상기 기판의 일면과 우수한 접촉력을 가지면서, 동시에 개선된 내구성을 가질 수 있다.

[0040] 상기 콜드 스프레이 공정의 일 예를 설명하기로 한다.

[0041] 소수성 물질인 PTFE를 투명 기판의 일면 위에 코팅한다. 이때 사용되는 PTFE 입자의 평균 직경은 1 μm 이다.

[0042] 상기 콜드 스프레이 공정에 이용되는 콜드 스프레이 장치는 컴프레서(compressor), 분말 피더(powder feeder), 노즐(nozzle) 및 스테이지(x-y motor stage)를 포함한다. 상기 컴프레서(Compressor)는 공기 압력(P0)을 약 6 bar 정도로 압축하여 음속 유량을 형성하고 히터(heater)로 주위 온도를 약 400 °C도 가열함으로써 초음속으로 고분자 입자를 상기 투명 기판 상에 코팅할 수 있게 한다. 이때 분말 피더(Powder feeder)는 노즐 안으로 고분자(PTFE) 입자들을 주입한다. 스테이지(x-y motor stage)는 투명 기판을 x-y축으로 이동시킨다.

[0043] 이로써, 상기 콜드 스프레이 장치를 이용한 콜드 스프레이 공정을 통하여 상기 소수성 물질인 PTFE 고분자 분말이 상기 투명 기판의 일 면상에 코팅됨으로써 상기 소수성층이 상기 투명 기판의 일면 상에 형성된다.

[0044] 도 2를 참조하면, 상기 투명 기판(110)의 타면에, 내부에 상호 연결된 나노 섬유들이 구비된 고분자 수지로 이루어진 발열층을 형성한다. 이로써, 상기 금속 섬유들 사이에 전압이 인간될 경우, 전압차에 따라 상기 금속 섬유들로부터 열이 발생할 수 있다.

[0045] 상기 발열층은 전기 방사 공정, 전기 도금 공정, 전사 공정 및 고분자 코팅 공정을 통하여 상기 투명 기판의 타면 상에 형성될 수 있다.

[0046] 보다 상세하게 설명하면, 기재 상에 전도성 고분자 섬유를 전기 방사시켜 상기 기재 상에 상호 교차하는 나노 섬유들(210)을 형성한다. 이후, 상기 나노 섬유들 각각에 금속 입자(220)를 부착시킨다. 이로써, 상기 금속 입자들(220)이 후속하는 전기도금 공정에서 시드 입자로 기능한다.

[0047] 이후, 상기 금속 입자(220)가 부착된 나노 섬유들(210) 각각의 표면에 전기도금 공정을 통하여 금속 코팅된 나노 섬유들(235)을 형성한다. 금속 코팅된 나노 섬유들(235)은 증대된 평균 직경을 가질 수 있다. 또한, 상기 전기 도금 공정을 통하여 형성된 금속 코팅된 나노 섬유들(235)은 상호 연결된 접합부를 구비함으로써, 전기적 연결성이 개선될 수 있다.

[0048] 이후, 상기 금속 코팅된 나노 섬유들(235)을 상기 기판(110)의 타면에 전사시킨다. 이어서, 상기 금속 나노들을 덮도록 고분자 수지로 코팅한다. 이로써, 상기 투명 기판의 타면 상에 금속 나노 섬유들을 갖는 발열층이 형성된다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 코팅된 나노 섬유를 질소 분위기에서 건조하는 건조 공정이 추가적으로 수행될 수 있다. 이 경우, 상기 금속 코팅된 나노 섬유들의 표면 상에 산화방지막이 추가적으로 형성될 수 있다. 이로써, 상기 금속 코팅된 나노 섬유들이 공기 중에 노출될 경우에도 상기 금속 코팅된 나노 섬유들 표면이 산화되는 것을 억제할 수 있다.

[0050] **투명 발열체의 특성 평가**

[0051] 본 발명의 실시예에 따른 투명 발열체의 특성을 평가하기 위하여 아래와 같이 투명 발열체 샘플들을 제조하였다.

[0052] 소수성 물질인 PTFE를 유리 기판의 일면 위에 코팅하였다. 이때 사용되는 PTFE 입자의 평균 직경은 1 μm 이다. 상기 콜드 스프레이 공정에 이용되는 콜드 스프레이 장치가 이용되었다. 컴프레서(Compressor)는 공기 압력(P0)을 약 6 bar 정도로 압축하여 음속 유량을 형성하고 히터(heater)로 주위 온도를 약 400 °C로 가열하였다. 이로써, 상기 콜드 스프레이 장치를 이용한 콜드 스프레이 공정을 통하여 상기 소수성 물질인 PTFE 고분자 분말이 상기 유리 기판의 일 면상에 코팅됨으로써 상기 소수성층이 상기 투명 기판의 일면 상에 형성되었다.

[0053] 한편, CuEF(copper electroplated fiber) heater를 제조하는 과정으로 CuEF-heater의 제조하기 위하여, 나노 섬유 제작에 사용되는 고분자는 PAN을 사용하였다. 전기 방사 용액은 PAN 8 wt%의 용액으로 용매는 DMF를 사용하였다. 전기 방사를 통해 방사된 나노섬유는 기판에 코팅되면서 용매들이 거의 증발하고 고분자가 경화를 통해 형성하였다. 나노 섬유 매트는 Free-standing으로 제작되고, 전기 도금을 위해 나노 섬유 표면에 스퍼터를 이용하여 Pt 입자들을 고정시켰다. 전도성을 띈 Pt 입자들은 전기 도금시, 도금공정의 시드로 기능하여 나노 섬유에 금속이 전체적으로 도금이 될 수 있도록 하였다. 이후, 에폭시 수지를 이용하여 상기 구리 코팅된 나노 섬유들을 덮도록 코팅 공정을 수행하여 유리 기판의 타면 상에 발열층을 형성하였다. 이로써 소수성층 및 발열층을 포함하는 투명 발열체가 제조되었다.

[0054] 도 3은 투명 발열체의 전기 방사 공정 시간별 파장변화에 따른 광투과도를 나타내는 그래프이다.

[0055] 도 3을 참조하면, 전기 방사 시간이 증가할수록 나노 섬유의 수가 증가하기 때문에 광투과도를 측정시, 빛 흡수량과 반사량이 증가하여 투과도가 줄어든다. 보다 상세하게는, 전기 방사 시간이 5초에서 180초로 증가함에 따라 투과도는 96%에서 30%로 감소하는 것을 보여준다.

[0056] 반면에, 나노 섬유가 증가할수록 도금되는 나노 섬유 수도 증가하기 때문에 면저항은 감소한다. 또한 전기 도금으로 구리 코팅된 나노 섬유는 자가 접합되어 접촉저항 및 면저항이 현저하게 감소된 것을 알 수 있다.

[0057] 도 4는 투명 발열체 샘플들에 인가 전압에 따른 발열특성을 나타낸 그래프이다.

[0058] 도 4를 참조하면, 인가 전압에 따라 다양한 온도를 발생할 수 있어 어플리케이션에 맞게 조절 가능하다. 또한 투과도가 중요하지 않는 어플리케이션의 경우 낮은 면저항 케이스를 사용할 수 있고, 저전력에도 높은 열을 발산할 수 있음을 알 수 있다.

[0059] 도 5 및 도 6은 투명 발열체에 대한 벤딩 테스트 및 스트레칭 테스트 결과를 나타내는 사진들이다.

[0060] 도 5 및 도 6을 참조하면, 일반적인 박막(thin film) 형태의 투명 전극은 bending 실험 진행시 감소하는 곡률반경(bending radius)에 따라 발생하는 응력에 의해 투명 전극에 crack이 발생하고 이 crack에 의하여 저항이 매우 증가하게 된다.

[0061] 벤딩(bending) 테스트시 발생한 저항 변화를 저항 변화율($\Delta R=(R-R_0)/R_0$)로 계산하여 그래프에 표시되었다.

[0062] R_0는 전극의 초기 선 저항 값을 측정한 것이며 R은 bending에 의한 저항 값을 나타낸다. 저항 변화율이 작을수록 안정적인 기계적 특성을 가짐을 의미한다. CuEF-TFH의 bending 실험은 투과도 96%의 샘플을 사용하였으며, 실험 진행은 곡률 반경(bending radius) 1.3 mm 및 변형률 0.01%을 1000회 동안 실시하였다. 또한 100회 마다 저항변화율 및 인가 전합 1.5 V의 포화 온도를 측정하였다. 실험 결과 CuEF-TFH는 0.03%의 저항 변화로 안정적인 모습을 보였다. 또한 bending 100회 마다 1.5 V를 인가 시, 포화 온도가 약 61 ℃로 안정적인 것을 확인 할 수 있다.

[0063] 한편, 인장 시험을 수행하기 위해 CuEF-TFH를 ECO Flex에 전사하여 인장을 가한 실험으로서 초기 상태에서 인장을 시작하여 변형률 300%까지 인장하여 전극의 파괴되는 실험을 관찰하였다. 그림은 CuEF-TFH의 인장 실험 결과이다. 실험 결과 CuEF-TFH는 변형률 300%까지 저항 변화율이 1.3%로 인장 실험에서 좋은 결과를 가져왔다. 또한 인장 실험을 하는 동시에 전압을 1.5 V를 인가하여 IR 카메라를 통해 실시간으로 CuEF-TFH의 표면 온도를 확인하였으며, 그 결과 표면 온도는 약 60 ℃로 매우 안정하였다. 이는 CuEF-TFH의 구조가 매트릭스 형태로 그물처럼 얽혀있어, 인장 테스트시 얽혀있는 그물이 펴지기 때문에 저항변화가 거의 없을 것으로 판단된다.

[0064] 도 7은 투명 발열체 샘플들에 소수성 특성을 나타낸 사진들이다.

[0065] 도 7을 참조하면, 투명 발열체로서 기능을 확인하기 위해 성에 제거 효율이 매우 중요하며, 성에 제거 실험은 투과도 96% 샘플로 진행하였다. 도 7에서 보듯이 오른쪽 부부은 CuEF-TFH가 전사되어 있고, 다른 한쪽은 유리만 있는 상태이다. 각 부분 위에 몇 방울 DI water를 떨어뜨리고 약 10분 동안 냉동고에 유지하여 빙결상태로 만들었다. CuEF-TFH의 양끝단에 1.5 V 전압을 인가하고, 시간에 따라 성에 및 응결된 물의 상태를 관찰하였다. 전압

을 인가하고 15초 후 CuEF-TFH가 전사된 부분의 성에는 완전히 제거 되고 얼음이 녹고 있는 상태이지만, 다른 부분은 성에 및 얼음의 변호가 거의 없다. 이후 20초가 더 지난 뒤, CuEF-TFH가 전사된 부분의 얼음이 완전이 녹았으나, CuEF-TFH가 전사되지 않는 부분은 얼음이 다 녹지 못한 것을 확인 할 수 있다. 이렇듯 CuEF-TFH가 전사된 필름은 매우 빨리 성에를 제거할 수 있을 뿐만 아니라 효과적으로 얼음을 제거 할 수 있다. 그러므로 CuEF-TFH는 광고판과 자동차 앞유리 및 사이드 미러 등에 사용 할 수 있다.

[0066] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

부호의 설명

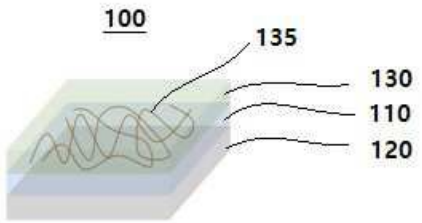
[0067] 100 : 투명 발열체 110 : 투명 기판

120 : 소수성층 130 : 발열층

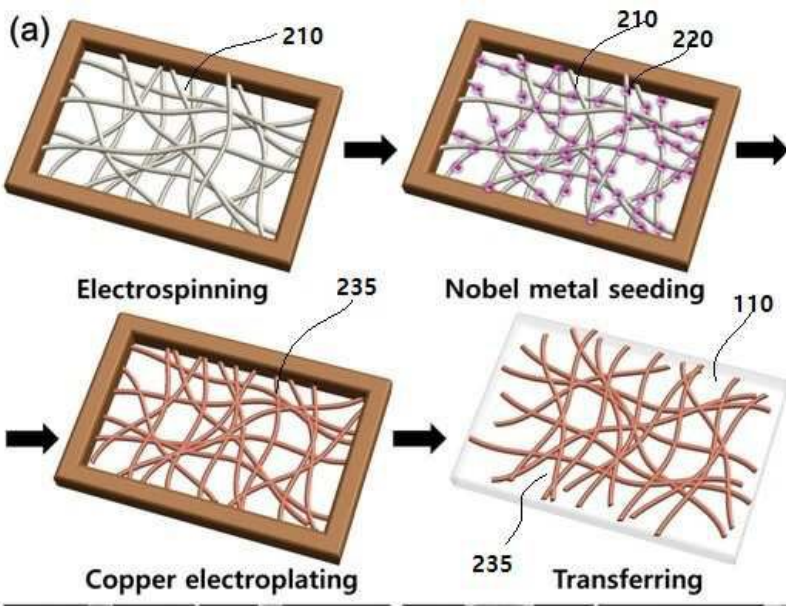
135, 235 : 금속 코팅된 나노 섬유들

도면

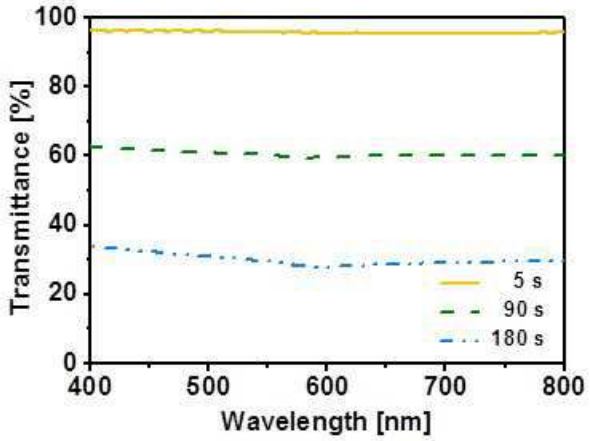
도면1



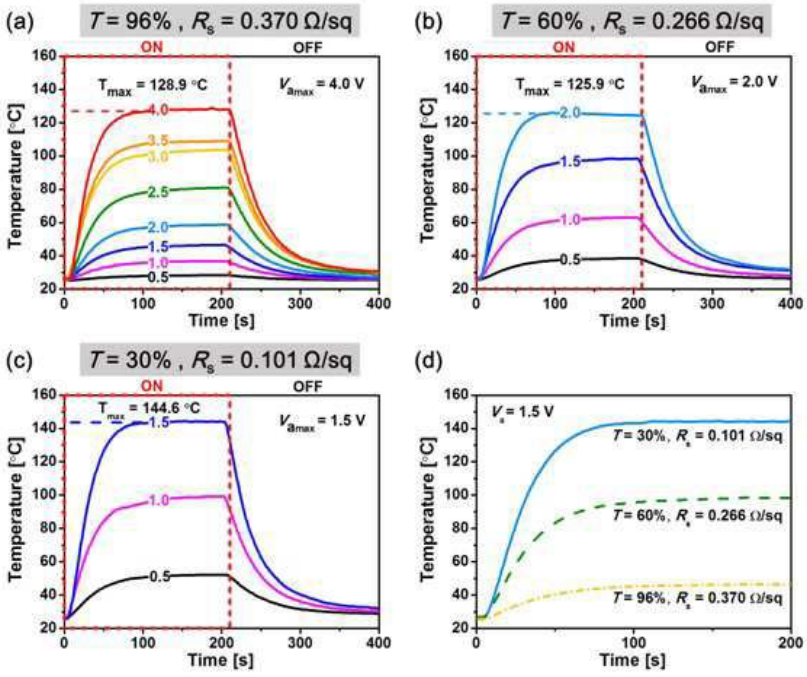
도면2



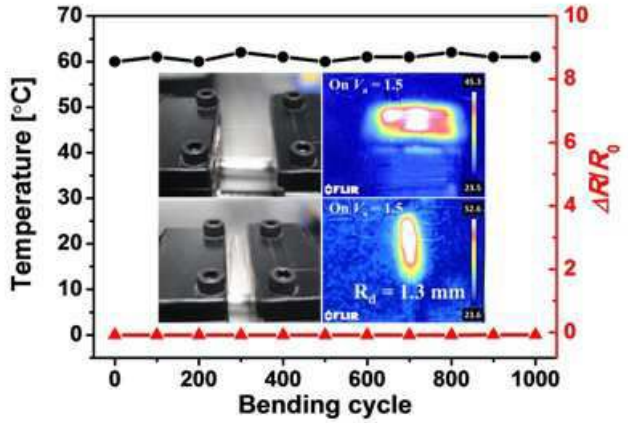
도면3


Transmittance [%]
Wavelength [nm]
5 s
90 s
180 s

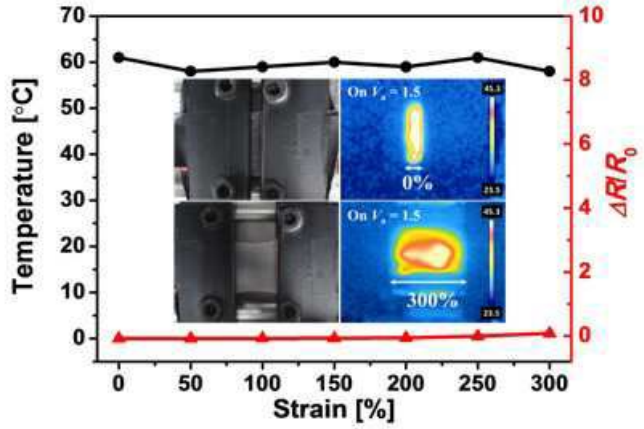
도면4


(a)
T = 96% , Rs = 0.370 Ω/sq
ON
OFF
Tmax = 128.9 °C
Vamax = 4.0 V
(b)
T = 60% , Rs = 0.266 Ω/sq
Tmax = 125.9 °C
Vamax = 2.0 V
(c)
T = 30% , Rs = 0.101 Ω/sq
Tmax = 144.6 °C
Vamax = 1.5 V
(d)
Vs = 1.5 V
T = 30%, Rs = 0.101 Ω/sq
T = 60%, Rs = 0.266 Ω/sq
T = 96%, Rs = 0.370 Ω/sq
Temperature [°C]
Time [s]

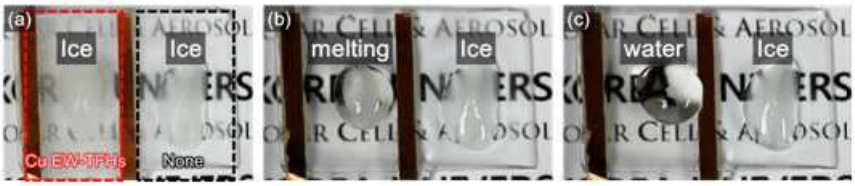
도면5


Temperature [°C]
Bending cycle
ΔR/R0
R_d = 1.3 mm

도면6


Temperature [°C]
Strain [%]
ΔR/R0
0%
300%

도면7


(a)
Ice
Ice
Cu EW-TFHs
None
(b)
melting
Ice
(c)
water
Ice