

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2018-0064036 (43) 공개일자 2018년06월14일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H05B 3/86 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01) H01B 3/30 (2006.01) H01B 3/42 (2006.01) H01B 5/14 (2006.01) H05B 3/34 (2006.01)		(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(52) CPC특허분류 H05B 3/86 (2013.01) H01B 1/02 (2013.01)		(72) 발명자 김준동 인천광역시 연수구 컨벤시아대로274번길 15, 230 4동 1001호(송도동, 송도 더샵 마스터뷰 23-1BL) 파텔 말케시쿠마르 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 404호 (송도동) 김중용 서울특별시 강동구 고덕로 131, 113동 202호(암사동, 강동 롯데캐슬퍼스트아파트)
(21) 출원번호	10-2016-0164141	(74) 대리인 특허법인가산
(22) 출원일자	2016년12월05일	
심사청구일자	2016년12월05일	

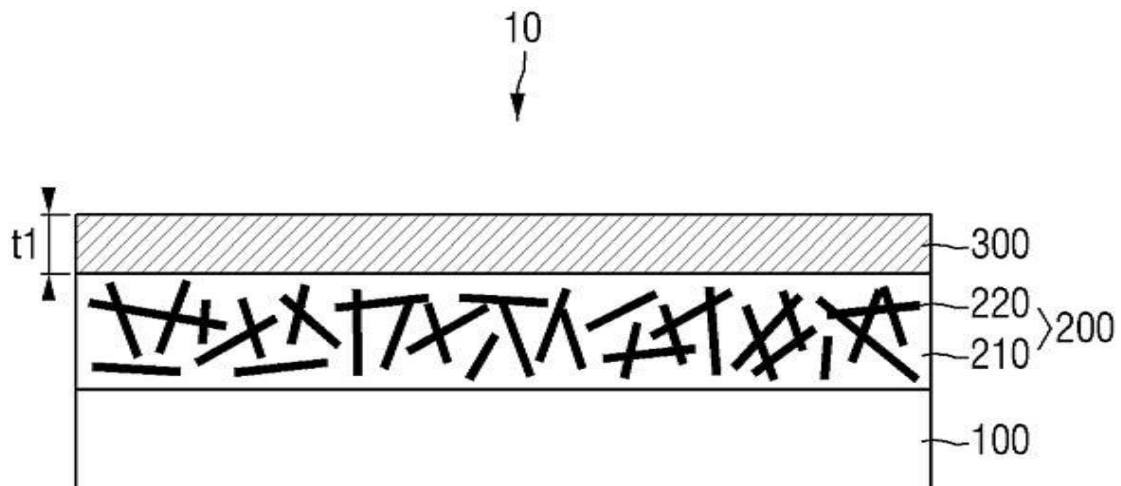
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 투명 히터 및 그 제조 방법

(57) 요약

투명 히터 및 그 제조 방법을 제공한다. 상기 투명 히터는 투명 기판, 상기 투명 기판 상에 형성되는 발열막으로서, 상기 발열막은 투명한 기재막과, 상기 기재막에 임베디드(embedded)되는 금속 나노 와이어(nanowires)를 포함하는 발열막 및 상기 발열막 상에 형성되고, 상기 발열막의 표면을 차단하고, NiO를 포함하는 캡핑막을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01B 3/306 (2013.01)
H01B 3/421 (2013.01)
H01B 5/14 (2013.01)
H05B 3/34 (2013.01)
H05B 2203/013 (2013.01)
H05B 2203/017 (2013.01)
H05B 2214/04 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201302400002
 부처명 산업통상자원부
 연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
 연구사업명 에너지기술개발사업
 연구과제명 투명 전도체 나노 렌즈를 이용한 태양전지 성능 향상 기술개발(RCMS)
 기 여 율 4/10
 주관기관 인천대학교
 연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201502440002
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 일반연구자사업
 연구과제명 산화물 반도체 기반의 투명 태양전지를 이용한 창조적 생태에너지 순환시스템
 기 여 율 3/10
 주관기관 인천대학교
 연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201503000002
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 국제연구인력교류사업
 연구과제명 다기능성의 투명 태양전지 및 광전화셀 기술 기반의 생태에너지 기반 구축
 기 여 율 3/10
 주관기관 인천대학교
 연구기간 2016.05.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

투명 기관;

상기 투명 기관 상에 형성되는 발열막으로서, 상기 발열막은 투명한 기재막과, 상기 기재막에 임베디드(embedded)되는 금속 나노 와이어(nanowires)를 포함하는 발열막; 및

상기 발열막 상에 형성되고, 상기 발열막의 표면을 차단하고, NiO를 포함하는 캡핑막을 포함하는 투명 히터.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 은 나노 와이어를 포함하는 투명 히터.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 투명 기관은 휘어지고, 복원되는 유연 기관을 포함하는 투명 히터.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 유연 기관은 PET(Polyethylene phthalate) 또는 PI(PolyImide)재질을 가지는 투명 히터.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 캡핑막의 두께는 10 내지 500nm인 투명 히터.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 투명 히터의 가시광 투과도는 50% 이상인 투명 히터.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 상기 기재막에 완전히 임베디드(FE, fully embedded)되는 투명 히터.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 상기 기재막에 일부만 임베디드(PE, patially embedded)되는 투명 히터.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어의 일부는 상기 캡핑막과 접하는 투명 히터.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 기재막은 PI(polyimide) 재질을 가지는 투명 히터.

청구항 11

투명 유연 기판과, 상기 투명 유연 기판 상에 형성되는 발열막으로서, 상기 발열막은 투명한 기재막과, 상기 기재막에 임베디드(embedded)되는 금속 나노 와이어(nanowires)를 포함하는 발열막과, 상기 발열막 상에 형성되고, 상기 발열막의 표면을 차단하고, NiO를 포함하는 캡핑막을 포함하는 투명 히터 모듈; 및

상기 히터 모듈의 가장 자리에 형성되어 상기 발열막과 전기적으로 접속되는 도전 전극을 포함하는 투명 히터.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 도전 전극은 제1 및 제2 도전 전극을 포함하고,

상기 제1 및 제2 도전 전극에는 서로 다른 도전형의 전원이 연결되어 상기 발열막에 직류 전압을 공급하는 투명 히터.

청구항 13

투명 기판을 제공하고,

상기 투명 기판 상에 기재막과, 상기 기재막에 임베디드되는 금속 나노 와이어를 포함하는 발열막을 형성하고,

상기 발열막 상에 상기 발열막의 표면을 덮고, NiO를 포함하는 캡핑막을 형성하는 것을 포함하는 투명 히터 제조 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 상기 기재막에 완전히 임베디드(FE, fully embedded)되는 투명 히터 제조 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 상기 기재막에 일부만 임베디드(PE, partially embedded)되는 투명 히터 제조 방법.

청구항 16

제13 항에 있어서,

상기 금속 나노 와이어는 은(Ag) 나노 와이어를 포함하는 투명 히터 제조 방법.

청구항 17

제13 항에 있어서,

상기 캡핑막을 형성하는 것은,

상기 순수 니켈 타겟과, 아르곤 가스와, 산소 가스로 상온에서 상기 캡핑막을 리액티브 스퍼터링하는 것을 포함하는 투명 히터 제조 방법.

청구항 18

제13 항에 있어서,

상기 리액티브 스퍼터링하는 것은 상기 산소 가스의 유량을 1 내지 20sccm 으로 하여 리액티브 스퍼터링 하는 것을 포함하는 투명 히터 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투명 히터 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 높은 온도에서의 안정성을 가지는 투명 히터 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 투명 히터는 투명한 광학적 특성과 발열하는 특성을 겸비한 장치로서 여러 가지 산업분야에 응용될 수 있다. 투명 히터는 자동차, 선박, 건물 유리창 등에 투명하게 설치되어 전압을 인가해 주었을 때 온도가 올라가 서리를 제거 내지 방지해주는 역할을 하는 장치에 사용될 수 있다. 즉, 가시광 투과도가 필요한 창문에서 시야를 가리지 않고 발열을 할 수 있는 장치로 사용될 수 있다.

[0003] 또한, 투명 히터는 추운 환경 속의 터치 센서, LCD(liquid crystal displays) 및 해동 장치 등으로도 활용될 수 있다.

[0004] 이와 같이 무궁무진한 활용이 가능한 투명 히터를 제조하기 위해서 기존의 기술은 ITO와 같이 비싸고 유연성이 떨어지는 소재를 사용하였다. 이에 반해서, 금속 나노 와이어 특히, 은(Ag) 나노 와이어는 유연성 높아 최근 각광받고 있다. 다만, 은 나노 와이어는 단선의 위험이 있어 특정한 전압 범위 내에서만 사용이 가능하고, 이에 따라 특정 온도 범위 내에서만 변형 없이 안정적으로 동작할 수 있다. 이에 따라서, 이러한 금속 나노 와이어의 안정성, 온도 및 동작 전압 범위를 늘릴 수 있는 방안에 대해서 연구가 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제 2015-0076677 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 높은 온도에서도 안정성을 가지는 투명 히터를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 높은 온도에서도 안정성을 가지는 투명 히터 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터는 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 형성되는 발열막으로서, 상기 발열막은 투명한 기재막과, 상기 기재막에 임베디드(embedded)되는 금속 나노 와이어(nanowires)를 포함하는 발열막 및 상기 발열막 상에 형성되고, 상기 발열막의 표면을 차단하고, NiO를 포함하는 캡핑막을 포함한다.

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터는 투명 유연 기관과, 상기 투명 유연 기관 상에 형성되는 발열막으로서, 상기 발열막은 투명한 기재막과, 상기 기재막에 임베디드(embedded)되는 금속 나노 와이어(nanowires)를 포함하는 발열막과, 상기 발열막 상에 형성되고, 상기 발열막의 표면을 차단하고, NiO를 포함하는 캡핑막을 포함하는 투명 히터 모듈; 및 상기 히터 모듈의 가장 자리에 형성되어 상기 발열막과 전기적으로 접속되는 도전 전극을 포함한다.

[0011] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 히터 제조 방법은 투명 기관을 제공하고, 상기 투명 기관 상에 기재막과, 상기 기재막에 임베디드되는 금속 나노 와이어를 포함하는 발열막을 형성하고, 상기 발열막 상에 상기 발열막의 표면을 덮고, NiO를 포함하는 캡핑막을 형성하는 것을 포함한다.

[0012] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.
- [0014] 즉, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터는 기존의 기술에 비해서 더 높은 온도를 생성할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터는 더 높은 전압에서 안정성을 유지하면서 높은 온도를 생성할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터 제조 방법은 더 높은 전압에서 안정성을 유지하면서 높은 온도를 생성하는 투명 히터를 제조 할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터 제조 방법을 설명하기 위한 중간 단계 도면들이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2의 발열막을 설명하기 위한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 발열막을 설명하기 위한 SEM 이미지이다.
- 도 8은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터의 실제 모습을 설명하기 위한 디지털 이미지이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예 1 내지 실시예 4, 비교예 1 및 비교예 2의 투명 히터의 시트 저항(sheet resistance)을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 비교예 1의 여러 전압 인가에 따른 과도열(thermal transients)을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 실시예 1의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 실시예 2의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 13은 본 발명의 비교예 2의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 14는 본 발명의 실시예 3의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 15는 본 발명의 실시예 4의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 16은 본 발명의 비교예 1, 비교예 2, 실시예 1 및 실시예 2의 투과도를 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0020] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션 일 수도 있음은 물론이다.

- [0021] 소자(elements) 또는 층이 다른 소자 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않은 것을 나타낸다.
- [0022] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below 또는 beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 소자는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이 경우 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.
- [0023] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0024] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0025] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터(10)는 투명 기관(100), 제1 발열막(200) 및 캡핑막(300)을 포함한다.
- [0028] 투명 기관(100)은 예를 들어, 유리 기관일 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다. 투명 기관(100)의 재질은 최종 제조 장치의 목적 및 성능에 따라 결정될 수 있다.
- [0029] 또는, 투명 기관(100)은 유연 기관일 수 있다. 유연 기관이란, 휘 수 있고, 휘어도 다시 평평하게 복원되는 재질의 기관을 의미한다. 투명 기관(100)은 예를 들어, PET(Polyethylene phthalate) 또는 고온에 견딜 수 있는 PI(PolyImide) 재질을 가질 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다. 투명 기관(100)은 가시광이 투과되는 투명한 기관일 수 있다.
- [0030] 제1 발열막(200)은 투명 기관(100) 상에 형성될 수 있다. 제1 발열막(200)은 기재막(210)과 제1 금속 나노 와이어(220)를 포함할 수 있다.
- [0031] 기재막(210)은 투명 기관(100) 상에 형성되는 바탕이 되는 막질일 수 있다. 즉, 기재막(210)에 제1 금속 나노 와이어(220)가 임베디드(embedded)되어 제1 발열막(200)이 형성될 수 있다.
- [0032] 기재막(210)은 투명한 재질일 수 있다. 기재막(210)은 PI(polyimide) 재질을 가질 수 있다. 즉, 기재막(210)은 컬러리스 폴리 이미드(cPI, colorless polyimide) 재질일 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0033] 제1 금속 나노 와이어(220)는 기재막(210)에 완전히 임베디드(fully-embedded)될 수 있다. 즉, 제1 금속 나노 와이어(220)는 기재막(210)에 의해서 완전히 둘러싸일 수 있다. 이 때, "임베디드"란 내부에 끼워넣어짐을 의미할 수 있다.
- [0034] 이 때, 제1 금속 나노 와이어(220)는 평균 직경이 30nm이고, 길이가 20 μ m인 나노선들의 그물(network) 구조일 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0035] 제1 발열막(200)은 전압이 인가되면 열이 발생하는 부분일 수 있다. 이에 따라서, 제1 발열막(200)은 전압을 인가하는 전극과 접하는 부분일 수 있다.
- [0036] 캡핑막(300)은 제1 발열막(200) 상에 형성될 수 있다. 캡핑막(300)은 제1 발열막(200)의 표면을 차단할 수 있다. 구체적으로는, 캡핑막(300)은 제1 발열막(200)의 표면과 대기(atmosphere)가 접하는 것을 차단할 수 있다.

- [0037] 캡핑막(300)은 NiO를 포함할 수 있다. 이 때, NiO는 리액티브 스퍼터링(reactive sputtering)에 의해서 형성될 수 있다. 캡핑막(300)은 제1 두께(t1)로 형성될 수 있다.
- [0038] 이 때, 제1 두께(t1)는 10 내지 500nm 사이일 수 있다. 제1 두께(t1)가 10nm 미만인 경우에는 제1 발열막(200)과 대기의 차단이 원활하지 못할 수 있고, 제1 두께(t1)가 500nm 초과인 경우 투명 히터(10)의 투과도가 낮아질 수 있다.
- [0039] 이하, 도 2를 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명한다. 상술한 실시예와 중복되는 부분은 간략히 하거나 생략한다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 투명 히터(11)는 도 1의 투명 히터(10)와 달리 제2 발열막(201)을 포함할 수 있다.
- [0042] 제2 발열막(201)은 기재막(210)과 제2 금속 나노 와이어(230)를 포함할 수 있다. 기재막(210)은 도 1의 기재막(210)과 동일할 수 있다.
- [0043] 다만, 제2 금속 나노 와이어(230)는 기재막(210)에 일부만 임베디드(partially-embedded)될 수 있다. 즉, 제2 금속 나노 와이어(230)는 기재막(210)에 의해서 일부만 둘러싸이고, 나머지는 기재막(210)의 표면에 노출될 수 있다. 따라서, 제2 발열막(201)의 표면에는 기재막(210)에서 노출되는 제2 금속 나노 와이어(230)의 일부가 배치될 수 있다.
- [0044] 이에 따라서, 제2 금속 나노 와이어(230)는 그 위에 형성되는 캡핑막(300)과 직접 접할 수 있다.
- [0045] 이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명한다. 상술한 실시예와 중복되는 부분은 간략히 하거나 생략한다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터는 도 1 및 도 2의 투명 히터 모듈(10 또는 11)의 가장자리에 도전 전극(400)을 더 포함할 수 있다.
- [0048] 도전 전극(400)은 투명 히터 모듈(10)의 가장자리에 배치될 수 있다. 도전 전극(400)은 제1 발열막(200)과 접할 수 있다. 도전 전극(400)은 제1 발열막(200)에 전압을 가할 수 있다.
- [0049] 구체적으로, 도전 전극(400)은 제1 도전 전극(410) 및 제2 도전 전극(420)을 포함할 수 있다. 제1 도전 전극(410)과 제2 도전 전극(420)은 제1 발열막(200)의 서로 반대 방향의 가장자리에 접할 수 있다. 제1 도전 전극(410) 및 제2 도전 전극(420)은 서로 다른 도전형의 전원과 전기적으로 접속될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전 전극(410)은 양극, 제2 도전 전극(420)은 음극과 접속될 수 있다. 이를 통해서 제1 발열막(200)은 외부로 생성열(20)을 방출할 수 있다.
- [0050] 이하, 도 1, 도 2, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터 제조 방법을 설명한다. 상술한 실시예와 중복되는 부분은 간략히 하거나 생략한다.
- [0051] 도 4 및 도 5는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터 제조 방법을 설명하기 위한 중간 단계 도면들이다.
- [0052] 먼저, 도 4를 참조하면, 투명 기판(100)을 제공한다.
- [0053] 투명 기판(100)은 예를 들어, 유리 기판일 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다. 투명 기판(100)의 재질은 최종 제조 장치의 목적 및 성능에 따라 결정될 수 있다.
- [0054] 또는, 투명 기판(100)은 유연 기판일 수 있다. 투명 기판(100)은 예를 들어, PET 재질을 가질 수 있다. 단, 이에 제한되는 것은 아니다. 투명 기판(100)은 가시광이 투과되는 투명한 기판일 수 있다.
- [0055] 이어서, 도 1, 도 2 및 도 5를 참조하면, 제1 발열막(200)을 투명 기판(100) 상에 형성한다.
- [0056] 이 때, 제1 금속 나노 와이어(220)가 완전히 임베디드된 제1 발열막(200) 대신에 제2 금속 나노 와이어(230)가 일부만 임베디드된 제2 발열막(201)이 형성될 수도 있다.
- [0057] 제1 발열막(200)을 형성한 후에 IPL(intense pulsed light)을 제1 발열막(200) 상에 조사하여 제1 발열막(200) 특성을 향상시킬 수 있다. 상기 IPL의 조사에 의해서 투명 히터의 전기적 전도성, 광학적 투과도, 점착도 및 표면 거칠기 등이 향상될 수 있다.

- [0058] 이어서, 도 1 및 도 2를 참조하면, 제1 발열막(200) 또는 제2 발열막(201) 상에 캡핑막(300)을 형성한다.
- [0059] 캡핑막(300)은 리액티브 스퍼터링(reactive sputtering)에 의해서 형성될 수 있다. 리액티브 스퍼터링은 퓨어 금속막을 형성하고 주후 열처리에 의해서 산화막을 형성하는 방법과 달리, 스퍼터링에 산소 가스를 포함시켜 금속막과 반응이 되도록 스퍼터링을 하는 것을 의미한다.
- [0060] 구체적으로, 캡핑막(300)은 순수한 니켈 타겟과, 아르곤 가스 및 산소 가스를 이용하여 리액티브 스퍼터링을 할 수 있다. 이 때, 온도는 상온(room temperature)이고, 아르곤의 유량은 30sccm이고, 산소의 유량은 1 내지 20sccm일 수 있다.
- [0061] 산소의 유량이 1 sccm보다 적으면 NiO에 필요한 산소의 공급이 부족할 수 있고, 산소의 유량이 20 sccm보다 많으면 NiO의 형성이 용이하게 진행되지 않을 수 있다.
- [0063] **실시예 1 (FE, 50nm)**
- [0064] 유리 기판을 기판으로 사용하였다. 유리 기판 상에 5 mm의 cPI(colorless polyimide)막에 은(Ag) 나노 와이어들이 완전히 임베디드된(fully-embedded, FE) 발열막을 형성하고, IPL(intense pulsed light)을 3kV의 입력으로 500 ms동안 2번 노출시켰다.
- [0065] 이어서, 발열막 상에 순도 99.99%의 Ni 타겟을 50W의 파워로 3mTorr의 압력 하에 Ar(30 sccm) 및 O₂(1sccm)의 분위기에서 900초 동안 NiO막을 리액티브 스퍼터링 하였다. 이 때, NiO막의 두께는 50nm로 하였다. 상기 스퍼터링 온도는 상온(room temperature)이다.
- [0067] **실시예 2 (FE, 100nm)**
- [0068] NiO막의 리액티브 스퍼터링을 1500초 동안하여 NiO막의 두께를 100nm로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0070] **비교예 1 (FE)**
- [0071] 발열막 상에 NiO막을 형성하지 않는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0073] **실시예 3 (PE, 50nm)**
- [0074] 은(Ag) 나노 와이어들이 일부만 임베디드된(partially-embedded, PE) 발열막을 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0076] **실시예 4 (PE, 100nm)**
- [0077] NiO막의 리액티브 스퍼터링을 1500초 동안하여 NiO막의 두께를 100nm로 한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일하게 제조하였다.
- [0079] **비교예 2 (PE)**
- [0080] 발열막 상에 NiO막을 형성하지 않는 것을 제외하고는 실시예 3과 동일하게 제조하였다.
- [0082] 도 6은 본 발명의 실시예 1 및 실시예 2의 발열막을 설명하기 위한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이고, 도 7은 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 발열막을 설명하기 위한 SEM 이미지이다. 도 8은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 투명 히터의 실제 모습을 설명하기 위한 디지털 이미지이다.
- [0083] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 실시예 1 및 실시예 2, 그리고 비교예 1의 제1 금속 나노 와이어(220)는 기재막

(210) 내부에 완전히 임베디드되어 있을 수 있다. 반면에, 실시예 3, 실시예 4 및 비교예 2의 제2 금속 나노 와이어(230)는 기재막(210) 외부로 일부 노출되는 것을 확인할 수 있다.

[0084] 또한, 실시예 1 내지 실시예 4의 투명 히터는 가시광이 투과되고, 유리 기판을 제외하는 경우에는 유연한 특성을 가짐을 확인할 수 있다. 즉, 유리창과 같은 곳에 부착될 수 있을 정도로 투명하고, 유연할 수 있다.

[0086] 실험예 1

[0087] 실시예 1 내지 실시예 4, 비교예 1 및 비교예 2의 투명 히터의 시트 저항(sheet resistance)을 조사하였다.

[0088] 도 9는 본 발명의 실시예 1 내지 실시예 4, 비교예 1 및 비교예 2의 투명 히터의 시트 저항(sheet resistance)을 설명하기 위한 그래프이다. 도 9는 시트 저항(R_s)을 에러 막대(error bar)와 같이 표시하였다.

[0089] 도 9를 참조하면, 더 낮은 시트 저항과 더 높은 투과는 은 나노 와이어에 기초한 히터에서 중요한 2가지 특성이 다. 비교예 1의 FE 장치는 비교예 2의 PE 장치에 비하여 15 W/□의 더 낮은 R_s 를 가진다. PE 발열막에 NiO를 형성하는 것은 R_s 를 감소시킬 수 있다. 반면에, FE 발열막에 NiO를 50nm 형성한 실시예 1의 장치의 R_s 는 거의 변하지 않았다. 이는 더 높은 전기적 전도도를 가지는 PE 발열막이 전기적으로 활발한 NiO막과 더 잘 연결되고, 효과적으로 접합 저항을 줄여 NiO막이 없는 비교예 2에 비해서 더 낮은 시트 저항을 가지게 되는 것을 의미한다.

[0091] 실험예 2

[0092] 다양한 전압 인가 조건에서 시간에 따른 온도의 프로파일을 실시예 1 내지 실시예 4, 비교예 1 및 비교예 2에서 측정하였다.

[0093] 도 10은 본 발명의 비교예 1의 여러 전압 인가에 따른 과도열(thermal transients)을 설명하기 위한 그래프이고, 도 11은 본 발명의 실시예 1의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다. 도 12는 본 발명의 실시예 2의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이고, 도 13은 본 발명의 비교예 2의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다. 도 14는 본 발명의 실시예 3의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이고, 도 15는 본 발명의 실시예 4의 여러 전압 인가에 따른 과도열을 설명하기 위한 그래프이다.

[0094] 도 10 내지 도 15를 참조하면, 모든 실시예 및 비교예에서 히터의 t_{ON} (전압이 인가된 때의 시간)은 5초이고, t_{OFF} (전압이 제거된 시간)은 300초이다. 히터에 있어서 가장 중요한 파라미터 중 하나는 안정 조건 온도 값(steady state temperature value)의 90%에 도달하는 시간인 반응 시간이다. 모든 히터에서, 50-52 s의 매우 빠른 반응 시간이 기록되었다. 도 10의 비교예 1은 6V에서 186.94 °C의 온도가 측정되었다. 이는 높은 품질의, 결함이 없는, 고 종횡비(aspect ratio)의 은 나노 와이어 그물(network)에 기인한다.

[0095] 실시예 1의 히터의 브레이크다운 전압(breakdown voltage)은 7V로 측정되었다. 따라서, 실시예 1의 히터의 최대 도달가능 온도는 186.94 °C으로 제한된다.

[0096] 도 13을 참조하면, 비교예 2의 히터는 최대 온도가 4 V에서 80 °C로 측정되었고 브레이크다운 전압이 5V로 측정되었다. 이는 대기 부식(atmospheric corrosion)에 기인하고, 이로 인해서 비교예 2의 히터는 열악한 화학적 열적 안정성을 가질 수 있다.

[0097] 히터들의 과도열에 관한 NiO막의 보호막 효과는 도 11, 도 12, 도 14 및 도 15에서 확인할 수 있다. 도 11에서는 NiO막이 FE 히터를 200 °C의 높은 온도에서 동작하게 만들 수 있다. 이는 7V의 은 나노 와이어 그물을 사용한 히터에서 가장 높은 기록의 온도이다.

[0098] 이러한 결과는 또한 심지어 FE 은 나노 와이어 시스템도 대기에 노출된 조건에서는 열적 화학적 불안정성을 가질 수 있고, 이에 따라서 보호막은 은 나노 와이어 히터에서 필수적임을 알려준다.

[0099] NiO막의 역할은 PE 히터에서 더욱 두드러진다. NiO막의 보호 효과에 의해서, NiO막이 없이 단지 80 °C의 온도만을 생성하는 것에 비해서 PE 히터는 8V에서 185.5 °C의 온도를 생성시킬 수 있다. 이는 NiO막에 의해서 캡핑된

히터들은 더 낮은 인가 전압에서 향상된 조작 가능성(operability)을 가짐을 의미한다.

[0100] NiO막의 주요한 장점은 은 나노 와이어들 사이의 높은 전기적 전도도 및 은 나노 와이어와 대기의 차단층을 제공하는 것이다. 금속 나노 그물(특히 은 나노 와이어)은 산화(oxidation) 또는 황화(sulfurization)에 기인한 화학적 불안정성을 가진다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 금속 히터의 캡핑막은 필수 요소이다.

[0101] 이와 관련하여, 그래핀(graphene) 및 TiO_2 가 은 나노 와이어 그물의 대기에 대한 보호막으로 사용되었다. 그래핀이 보호막으로 사용된 경우에, 200 °C 초과의 온도를 얻기 위해서는 15V의 인가 전압이 요구되었다.

[0102] 본 발명의 실시예 1에 따른 투명 히터는 200 °C의 온도를 얻기 위해서 7V의 전압이 필요하다.

[0104] 실험예 3

[0105] 비교예 1, 비교예 2, 실시예 1 및 실시예 2의 히터들의 투과도를 조사하였다.

[0106] 도 16은 본 발명의 비교예 1, 비교예 2, 실시예 1 및 실시예 2의 투과도를 설명하기 위한 그래프이다.

[0107] 도 16을 참조하면, 비교예 1의 히터는 다른 히터에 비해서 550 nm에서 82 %의 가장 높은 투과도를 가지고 있다. 반면에, 비교예 2의 히터는 비교예 1의 히터에 비해서 약간 낮은 투과도(550nm에서 77%)를 가지고 있다.

[0108] 나아가, NiO막은 630 내지 850 nm에서의 PE 히터의 투과도를 향상시킨다. 비교예 2 및 실시예 3의 (거친 표면을 가지는) PE 히터의 반사는 FE 히터의 균일하고 촘촘한 막질보다 훨씬 크다. 따라서, PE 히터에 있어서, NiO막은 나노 와이어들 사이의 연결로서 작용하여 표면에서의 반사를 효과적으로 감소시킨다. 따라서, 은 나노 와이어 상에 보호 NiO막을 형성하여 전기적, 열적 및 광학적 특성을 향상시키는 것이 요구된다.

[0109] 이상 실험예 및 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

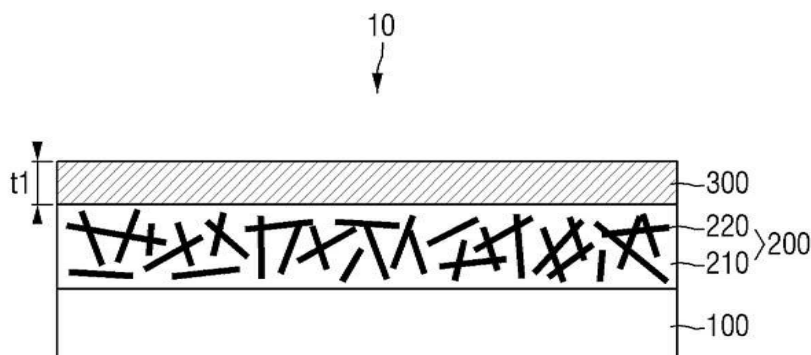
부호의 설명

[0110] 10, 11: 투명 히터(모듈) 100: 투명 기판

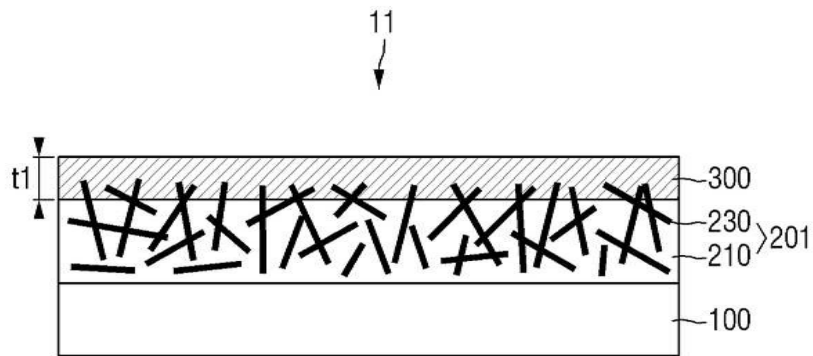
200, 201: 발열막 300: 캡핑막

도면

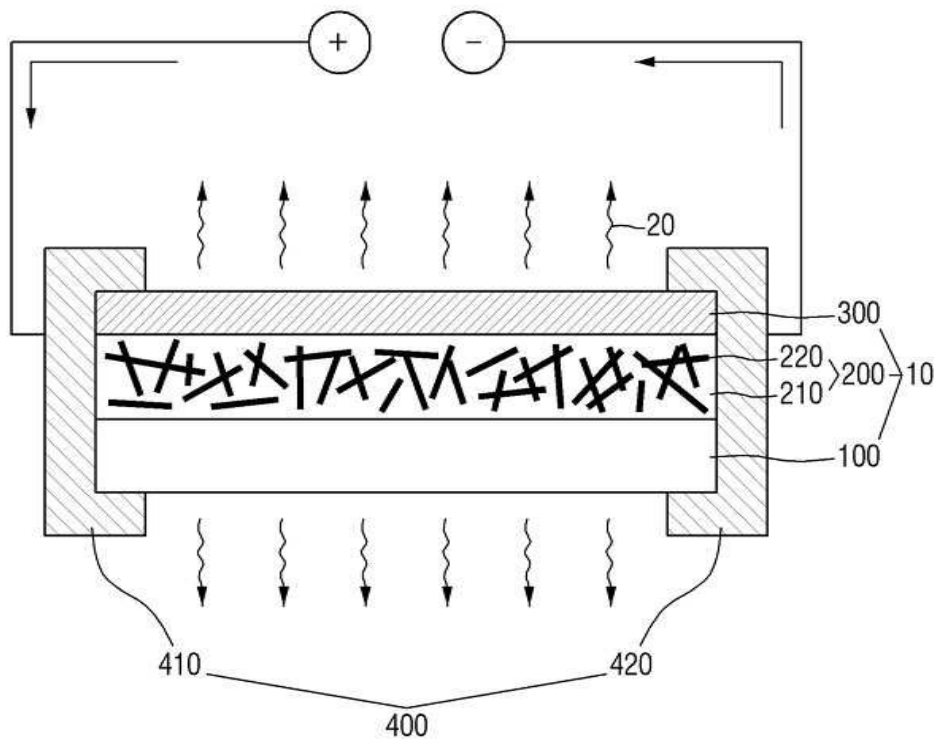
도면1



도면2



도면3



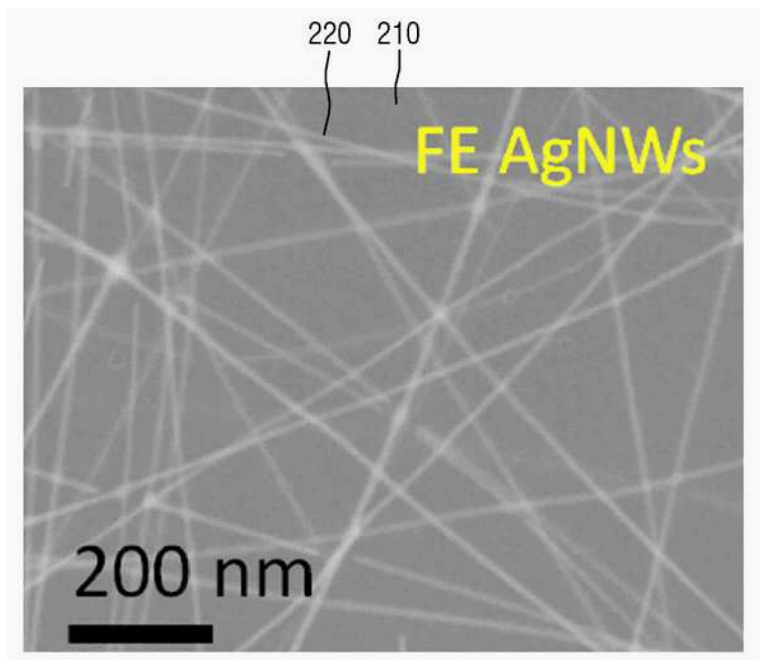
도면4



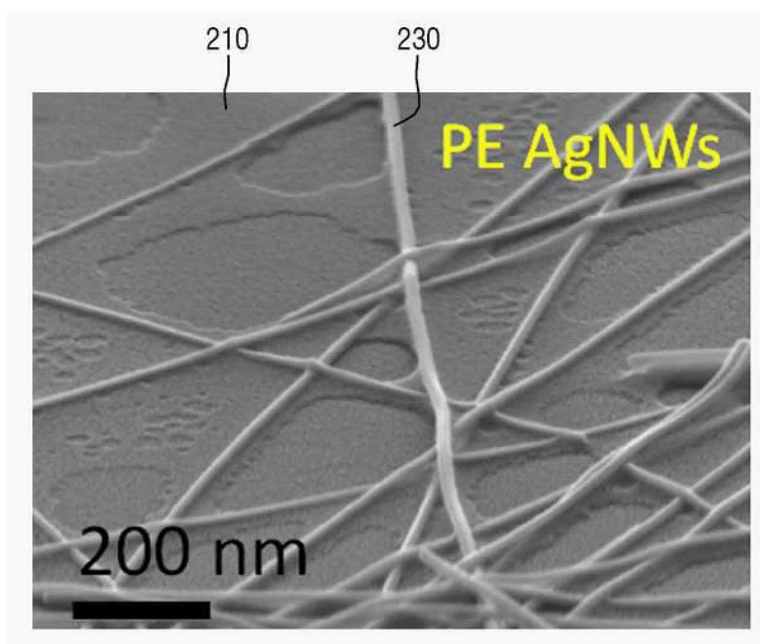
도면5



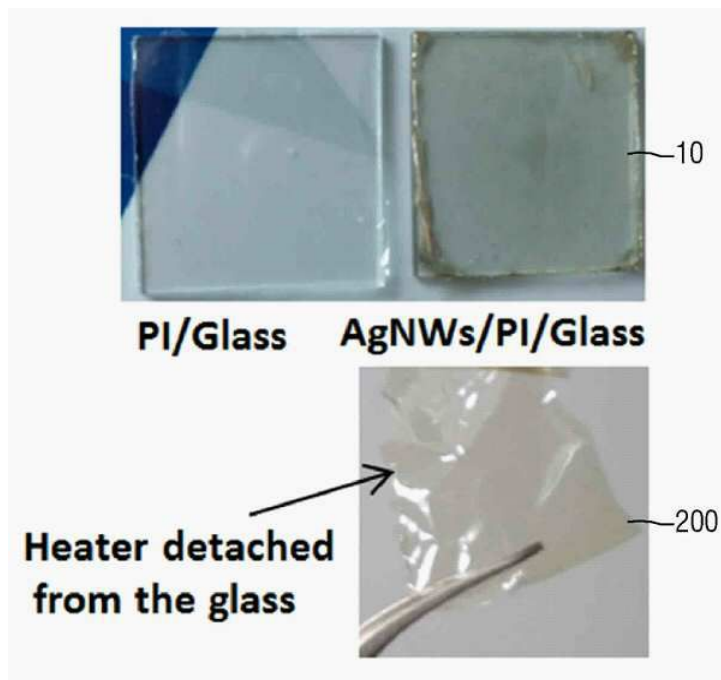
도면6



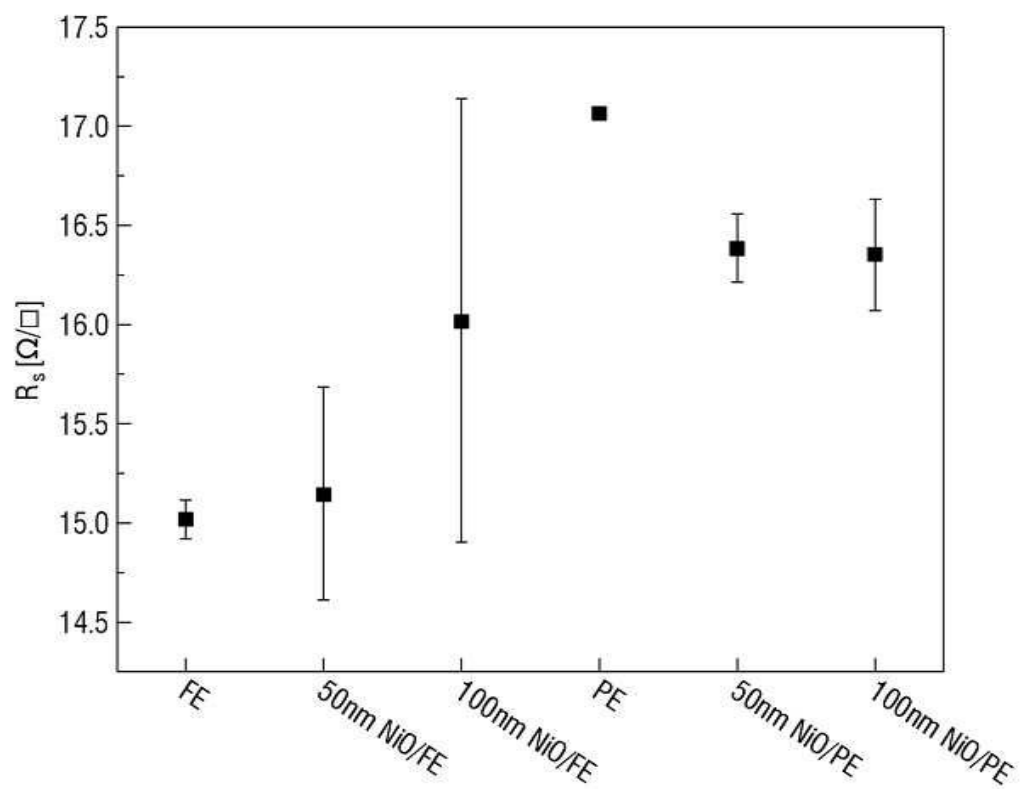
도면7



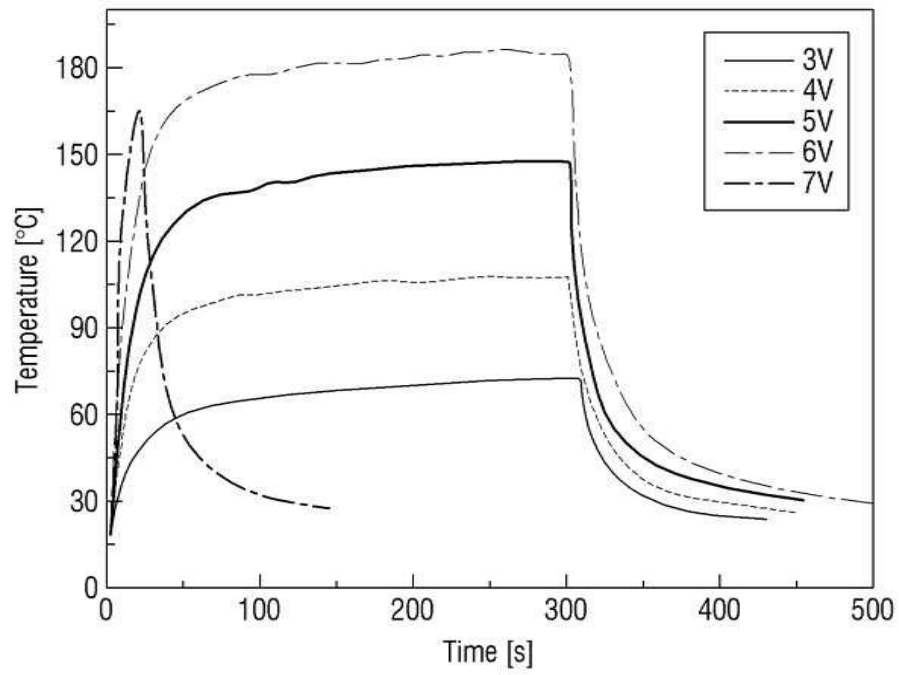
도면8



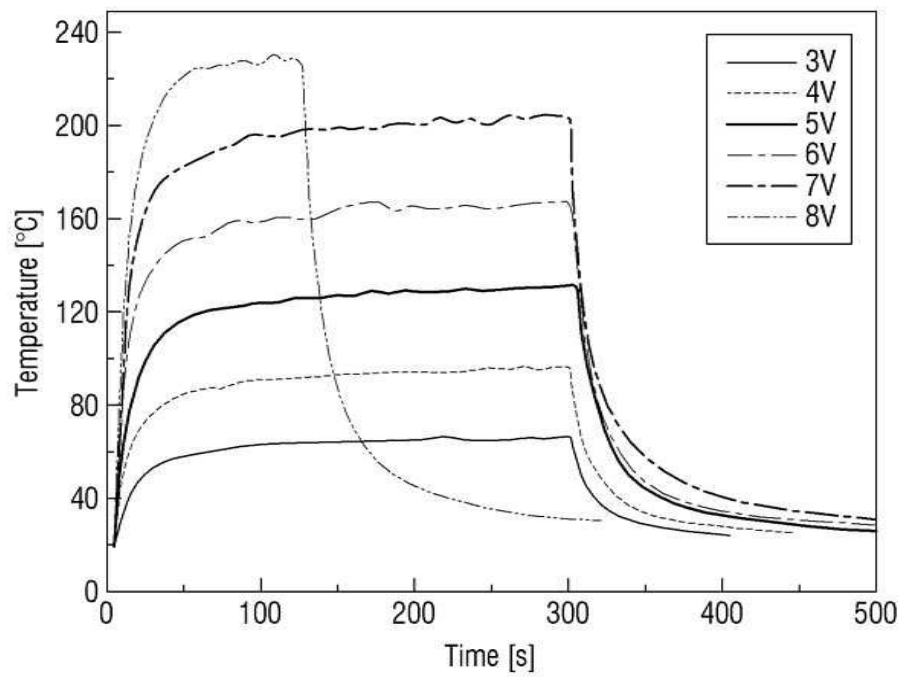
도면9



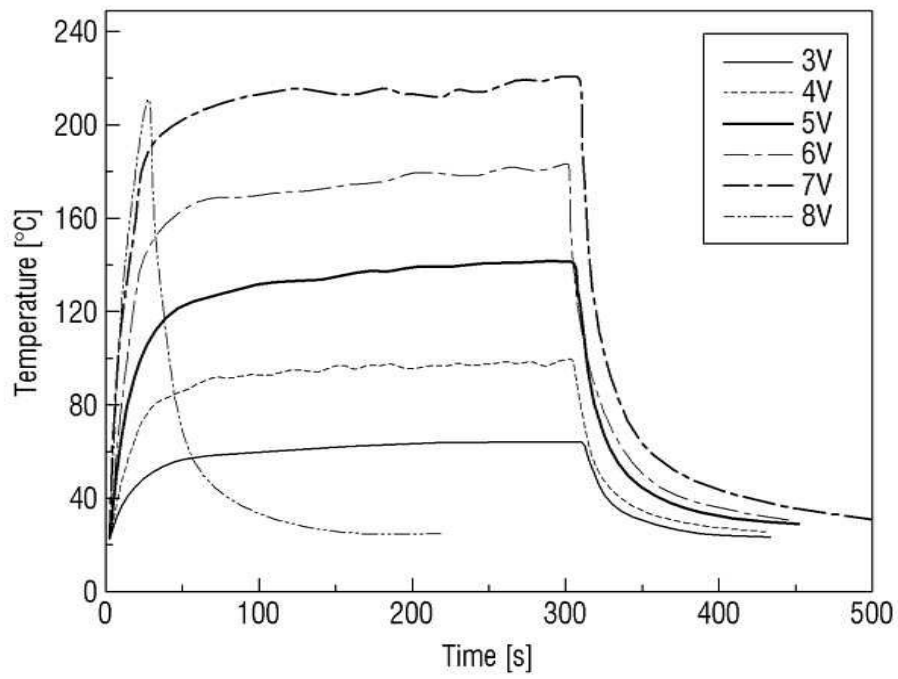
도면10



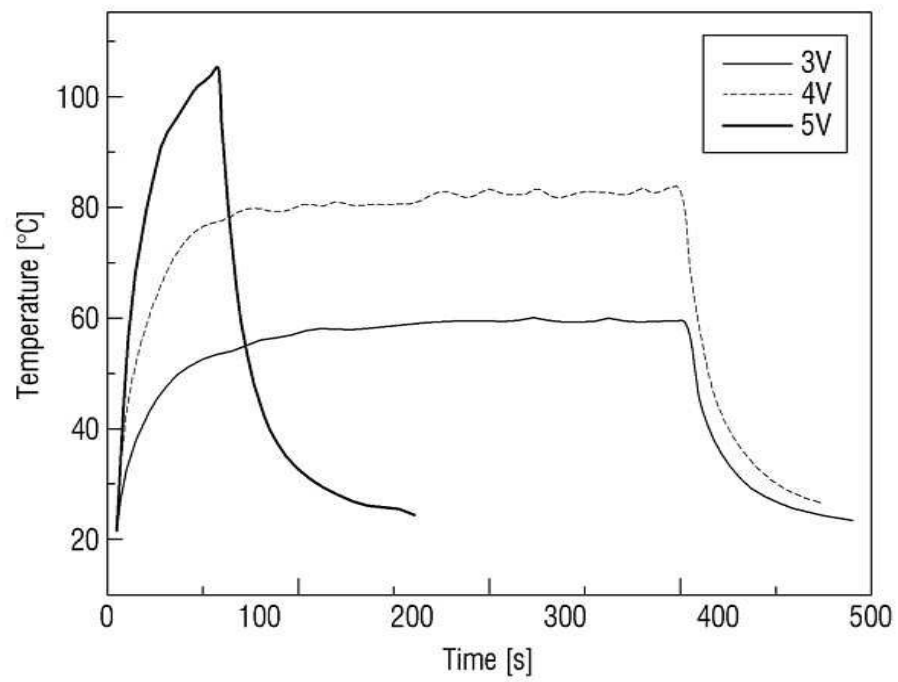
도면11



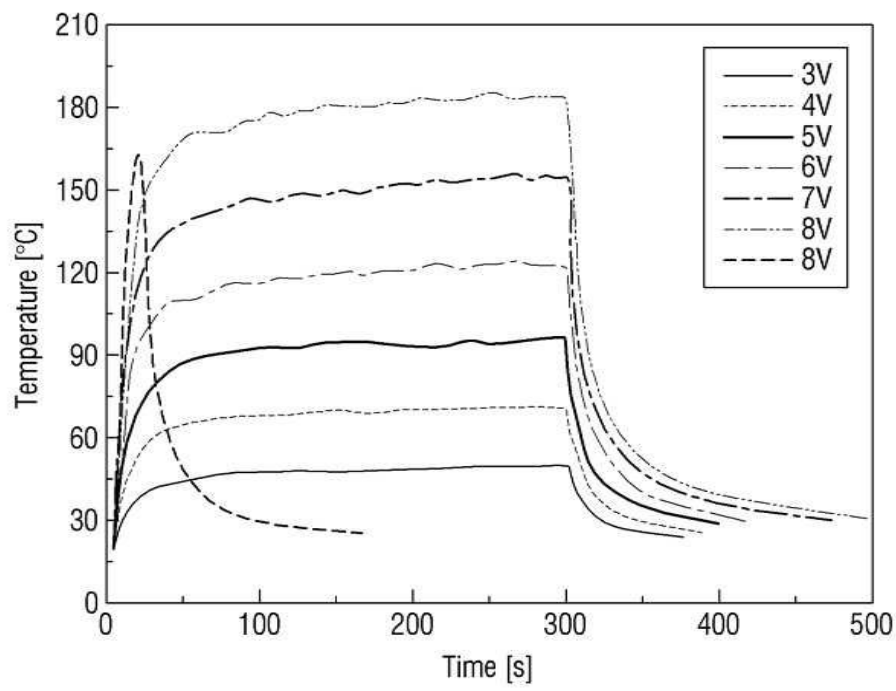
도면12



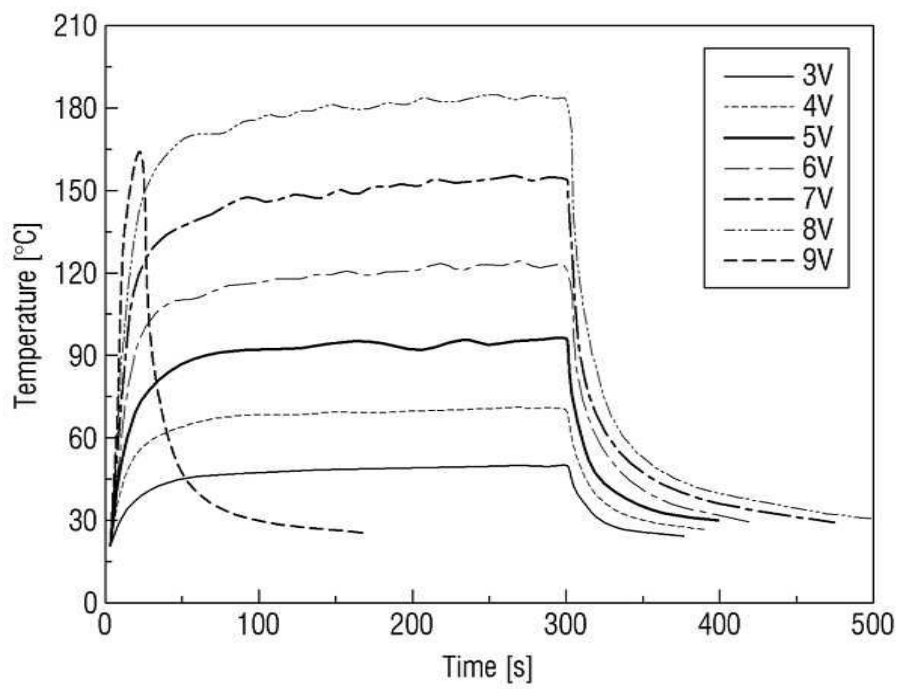
도면13



도면14



도면15



도면16

