



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0075414
(43) 공개일자 2019년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/40 (2006.01) C23C 16/00 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/405 (2013.01)
C23C 16/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0176979
(22) 출원일자 2017년12월21일
심사청구일자 2017년12월21일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
이한보람
인천광역시 연수구 아카데미로 119, 인천대학교(송도동)
김현구
인천광역시 서구 장고개로309번길 24, 10동 803호(가좌동, 진주아파트)
권우혁
경기도 광명시 오리로 835, 404동 503호(철산동, 철산4단지주공아파트)
(74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 컬러 전자섬유 및 이의 제조방법

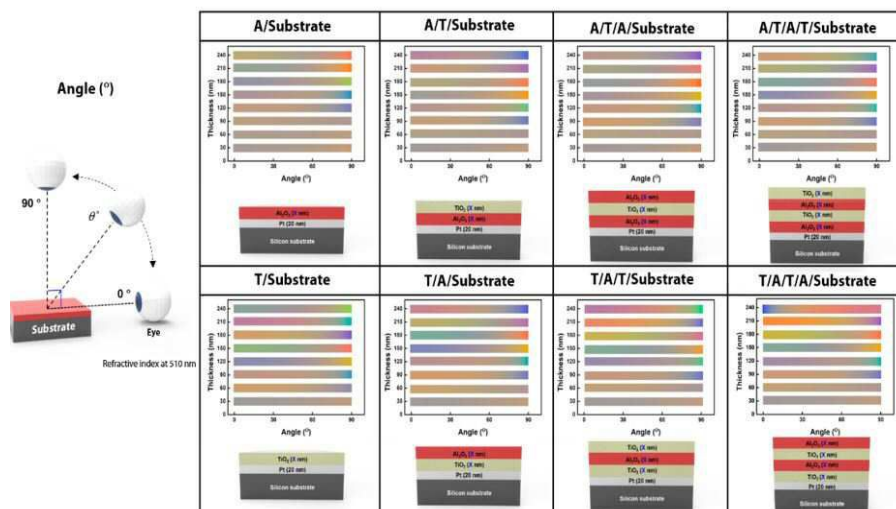
(57) 요약

본 발명은 컬러 전자섬유 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전도성 금속에 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시켜 다양한 색상을 갖는 컬러 전자섬유의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 여러 구현예에 따르면, 전도성 금속의 표면에 금속 산화물을 원자층 증착법으로 증착시켜 다양한 색상을 갖는 컬러 전자섬유를 제조할 수 있다.

또한, 상기 증착 기술을 통한 박막간섭효과로 인하여 전자섬유의 다양한 색상 구현이 가능함에 따라, 종래 전자섬유가 갖는 제한적인 색상의 문제점을 해결할 수 있으며, 제조된 컬러 전자섬유는 웨어러블 디바이스, 의류, 군용 등의 다양한 분야에 폭넓게 응용할 수 있으므로, 기술적·경제적 측면에서도 현저한 효과를 나타낸다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 16/403 (2013.01)

C23C 16/45529 (2013.01)

C23C 16/45555 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016R1D1A1B03935611

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구지원사업

연구과제명 원자층 증착법을 이용한 기능성 전자섬유 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교 산학협력단

연구기간 2016.11.01 ~ 2019.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

전도성 금속; 및

상기 전도성 금속의 표면에 형성된 금속 산화물 층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 산화물 층은 2층 이상의 다층으로 형성된 것으로,

상기 금속 산화물 층은 티타늄 산화물 층 또는 알루미늄 산화물 층이 교대로 적층된 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재를 추가로 포함하고,

상기 기재의 표면에는 상기 전도성 금속이 형성된 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전도성 금속은 백금이고,

상기 섬유 형태의 기재는 면, 실크, 합성섬유 중에서 선택된 1종 이상의 섬유인 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유.

청구항 5

전도성 금속 및 금속 산화물 층을 포함하는 컬러 전자섬유의 제조방법으로서,

(A) 전도성 금속의 표면에 제1 금속 산화물 층과 제2 금속 산화물 층을 교대로 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하며,

상기 제1 금속 산화물 층과 상기 제2 금속 산화물 층은 서로 상이한 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물이거나, 또는 상기 제2 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (A) 단계는

(A-a) 상기 전도성 금속의 표면에 상기 제1 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계; 및

(A-b) 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 상기 제2 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (A-a) 단계는

(i) 상기 전도성 금속에 제1 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;

(ii) 상기 흡착되지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;

(iii) 상기 제1 금속 산화물 전구체가 흡착된 전도성 금속을 물과 반응시키는 단계; 및

(iv) 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 (A-b) 단계는

(i') 상기 전도성 표면에 증착된 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 제2 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;

(ii') 상기 흡착되지 않은 제2 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;

(iii') 상기 제2 금속 산화물 전구체가 흡착된 상기 제1 금속 산화물 층을 물과 반응시키는 단계; 및

(iv') 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 금속 산화물 층의 총 두께는 30 내지 500 nm인 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재를 추가로 포함하고,

상기 기재의 표면에는 상기 전도성 금속이 형성된 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 컬러 전자섬유 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전도성 금속에 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시켜 다양한 색상을 갖는 컬러 전자섬유의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 발명은 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)를 이용하여 전자섬유에 금속 산화물인 산화알루미늄(Al_2O_3)과 타이타늄산화물(TiO_2)을 다층(multi-layer)으로 증착하여 기존의 제한적 색을 가진 전자섬유의 한계를 해결한 것이다.

[0003] 일반적으로, 전자섬유(Electronic textile; E-textile)란 섬유가 가진 유연성 및 신축성 등의 섬유의 고유 특성을 유지하면서 높은 전기 전도도를 갖는 섬유를 뜻한다. 이 기술은 웨어러블 디바이스(wearable device)의 기반이자, 향후 각종 전자 디바이스를 대체하거나, 또는 IT 기기 간의 인터페이스 역할을 할 것으로 예상된다.

[0004] 기존의 전자섬유 제작 방식은 실 안에 도체를 삽입하는 방법(전도성 소재 삽입법), 습식 공정을 통해서 실에 도전 물질을 증착하는 방법(전도성 소재 복합법)과 그리고, 물리적 증착(Physical Vapor Deposition) 등을 통해 전자섬유를 제작한다.

[0005] 종래기술에서 도체를 코팅하거나 도전체를 넣어 섬유를 합성하는 방법에 의해 제작된 전자섬유는 도체 특유의 색깔과 섬유의 복잡한 표면상태 때문에 반사 및 산란이 일어나게 되므로 금속 빛깔, 흑색 또는 회색의 색만 존재하게 된다(도 1).

[0006] 따라서, 본 발명에서는 기존의 전자섬유의 한계인 제한적 색상을 산화알루미늄(Al_2O_3)과 타이타늄산화물(TiO_2)을 다층(multi-layer)으로 증착하여 다양한 색상을 갖는 전자섬유를 구현하고자 하는 기술에 관한 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제138631호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 종래 전자섬유의 한계인 금속 빛깔, 흑색 또는 회색의 제한적인 색상을 갖는 문제점을 해결하기 위하여 전도성 금속의 표면에 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시켜 박막간섭효과를 이용한 전자섬유의 다양한 색상을 구현하고자 하는 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 증착 기술로 제조된 다양한 색상의 전자섬유를 웨어러블 디바이스, 의류, 군용 등의 다양한 분야에 폭넓게 응용하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 대표적인 일 측면에 따르면, 전도성 금속; 및

[0011] 상기 전도성 금속의 표면에 형성된 금속 산화물 층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유에 관한 것이다.

[0012] 상기 금속 산화물 층은 2층 이상의 다층으로 형성된 것으로,

[0013] 상기 금속 산화물 층은 티타늄 산화물 층 또는 알루미늄 산화물 층이 교대로 적층된 것이 바람직하다.

- [0014] 상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재를 추가로 포함하고,
- [0015] 상기 기재의 표면에는 상기 전도성 금속이 형성된 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 전도성 금속은 백금이고,
- [0017] 상기 섬유 형태의 기재는 면, 실크, 합성섬유 중에서 선택된 1종 이상인 것이 바람직하다.
- [0018] 본 발명의 다른 대표적인 일 측면에 따르면, 전도성 금속 및 금속 산화물 층을 포함하는 컬러 전자섬유의 제조 방법으로서,
- [0019] (A) 전도성 금속의 표면에 제1 금속 산화물 층과 제2 금속 산화물 층을 교대로 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하며,
- [0020] 상기 제1 금속 산화물 층과 상기 제2 금속 산화물 층은 서로 상이한 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0021] 상기 제1 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물이거나, 또는 상기 제2 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물인 것이 바람직하다.
- [0022] 상기 (A) 단계는
- [0023] (A-a) 상기 전도성 금속의 표면에 상기 제1 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계; 및
- [0024] (A-b) 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 상기 제2 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0025] 상기 (A-a) 단계는
- [0026] (i) 상기 전도성 금속에 제1 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;
- [0027] (ii) 상기 흡착되지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;
- [0028] (iii) 상기 제1 금속 산화물 전구체가 흡착된 전도성 금속을 물과 반응시키는 단계; 및
- [0029] (iv) 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 (A-b) 단계는
- [0031] (i') 상기 전도성 표면에 증착된 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 제2 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;
- [0032] (ii') 상기 흡착되지 않은 제2 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;
- [0033] (iii') 상기 제2 금속 산화물 전구체가 흡착된 상기 제1 금속 산화물 층을 물과 반응시키는 단계; 및
- [0034] (iv') 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0035] 상기 금속 산화물 층의 총 두께는 30 내지 500 nm인 것이 바람직하다.
- [0036] 상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재를 추가로 포함하고,
- [0037] 상기 기재의 표면에는 상기 전도성 금속이 형성된 것이 바람직하다.
- [0038]

발명의 효과

- [0039] 본 발명의 여러 구현예에 따르면, 전도성 금속의 표면에 금속 산화물을 원자층 증착법으로 증착시켜 다양한 색상을 갖는 컬러 전자섬유를 제조할 수 있다.
- [0040] 또한, 상기 증착 기술을 통한 박막간섭효과로 인하여 전자섬유의 다양한 색상 구현이 가능함에 따라, 종래 전자섬유가 갖는 제한적인 색상의 문제점을 해결할 수 있으며, 제조된 컬러 전자섬유는 웨어러블 디바이스, 의류, 군용 등의 다양한 분야에 폭넓게 응용할 수 있으므로, 기술적·경제적 측면에서도 현저한 효과를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 종래의 전자섬유를 나타낸 사진 및 이의 핵심 공정을 도시화한 것이다.
- 도 2는 실시예의 증착된 금속 산화물 층의 종류와 두께 및 개수에 따른 백금이 증착된 실리콘 기관의 색상 변화를 시뮬레이션을 진행한 결과를 나타낸 것이다.
- 도 3는 백금 상에 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시켜 전자섬유가 컬러화되는 과정을 도시화한 것이다.
- 도 4은 실시예의 컬러 전자섬유를 광학현미경으로 측정한 결과를 나타낸 이미지이다.
- 도 5는 전자섬유의 다양한 기술 적용 분야의 구현예를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하에서, 본 발명의 여러 측면 및 다양한 구현예에 대해 더욱 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0043] 본 발명의 일 측면에 따르면, 전도성 금속; 및
- [0044] 상기 전도성 금속의 표면에 형성된 금속 산화물 층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유에 관한 것이다.
- [0045] 상기 금속 산화물 층은 원자층 증착법(Atomic layer deposition, ALD)으로 증착되어 전자섬유에 다양한 색상을 부여할 수 있도록 하는 역할을 하였다.
- [0046] 보다 상세하게는, 상기 금속 산화물 층은 금속 산화물이 단층 또는 2개 이상의 다층으로 이루어진 것이다.
- [0047] 상기 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물인 것이 바람직하다.
- [0048] 더욱 바람직하게는, 상기 금속 산화물 층은 티타늄 산화물과 알루미늄 산화물이 교대로 적층된 2개 이상의 다층으로 형성된 것으로, 각각의 금속 산화물이 가진 물질의 특성을 확보할 수 있다. 뿐만 아니라, 티타늄 산화물(광촉매, 높은 유전성 등)과 알루미늄 산화물(높은 유전성 및 열전도성 등)의 교대 적층으로 인해 단일 금속 산화물을 사용한 소자보다 유전율을 상승시키는데 효과적임을 확인하였다.
- [0049] 상기 전도성 금속은 전도성을 갖는 금속이라면 제한 없이 사용이 가능하나, 바람직하게는 백금인 것이다.
- [0050] 더욱 바람직하게는 상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재의 표면에 형성된 전도성 금속을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 섬유 형태의 기재는 면, 실크, 합성섬유 중에서 선택된 1종 이상의 섬유인 것이 바람직하며, 상기 합성섬유는 케블라(Kevlar), 노멕스(Nomex) 등의 고분자 섬유인 것이 더욱 바람직하다.
- [0051] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전도성 금속 및 금속 산화물 층을 포함하는 컬러 전자섬유의 제조방법으로서,
- [0052] (A) 전도성 금속의 표면에 제1 금속 산화물 층과 제2 금속 산화물 층을 교대로 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하며,
- [0053] 상기 제1 금속 산화물 층과 상기 제2 금속 산화물 층은 서로 상이한 것을 특징으로 하는 컬러 전자섬유의 제조방법을 제공한다.
- [0054] 본 발명에 의하면, 전자섬유의 색 변화 원리는 전도성 금속의 표면에 증착되는 금속 산화물 층에 따른 박막간섭 효과로 인한 것이다. 모든 물질은 고유의 굴절률 값을 가지고 있으며, 빛은 진공이 아닌 다른 물질을 통과할 때 속도가 감소하게 된다. 이러한 감소의 정도를 굴절률이라 하며, 박막을 입힌 물질에 빛을 조사할 때 빛은 반사와 투과가 되는데, 이렇게 반사된 빛과 투과된 후 나중에 나오는 빛의 위상차로 빛의 간섭이 일어나게 되고, 이러한 결과로서 전자섬유는 다양한 색을 띄게 되는 것이다.
- [0055] 이러한 원리에 따른 본 발명의 컬러 전자섬유 제조방법은 전도성 금속의 표면에 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 것으로서, 이에 대하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0056] 상기 (A) 단계는 (A-a) 상기 전도성 금속의 표면에 상기 제1 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계; 및

- [0057] (A-b) 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 상기 제2 금속 산화물 층을 원자층 증착법으로 증착시키는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0058] 상기 (A-a) 단계는
- [0059] (i) 상기 전도성 금속에 제1 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;
- [0060] (ii) 상기 흡착되지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;
- [0061] (iii) 상기 제1 금속 산화물 전구체가 흡착된 전도성 금속을 물과 반응시키는 단계; 및
- [0062] (iv) 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0063] 보다 상세하게는, 상기 (i) 단계는 전도성 금속에 제1 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계로, 상기 전도성 금속을 130 내지 250 °C의 온도로 유지하여 준비하였다. 여기에 제1 금속 산화물 전구체를 1 내지 10초 간 투여하였으며, 전구체의 적절한 증기압을 얻기 위해 전구체가 담긴 캐니스터(canister)는 45 내지 55 °C의 온도로 가열하였으며, 전도성 금속과 충분히 반응하기 위하여, 모든 밸브를 닫고 5 내지 15초간 유지하였다. 반응하지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하기 위해 질소 퍼징 가스를 15초간 투여하였다. 그 후, 반응 가스 H₂O를 1 내지 5초간 투여한 후, 충분히 반응하기 위하여, 모든 밸브를 닫고 1 내지 10초 간 유지하였다. 끝으로, 질소 퍼징 가스를 20 내지 40초 간 투여하여 반응 후 남은 물질 및 불순물 등을 제거하였다.
- [0064] 상기 전도성 금속은 전도성을 갖는 물질이면 제한 없이 사용이 가능하나, 바람직하게는 백금인 것이다. 더욱 바람직하게는 상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재의 표면에 형성된 전도성 금속을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 섬유 형태의 기재는 면, 실크, 합성섬유 중에서 선택된 1종 이상의 섬유인 것이 바람직하며, 상기 합성섬유는 케블라(Kevlar), 노멕스(Nomex) 등의 고분자 섬유인 것이 더욱 바람직하다.
- [0065] 상기 (ii) 단계는 상기 (i) 단계를 통해 흡착되지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하는 퍼징 단계이다.
- [0066] 상기 퍼징(purging)은 질소, 아르곤과 같은 불활성 가스를 흘려주어 흡착되지 않은 제1 금속 산화물 전구체를 제거하였다.
- [0067] 상기 (iii) 단계는 상기 제1 금속 산화물 전구체가 흡착된 전도성 금속을 물과 반응시키는 단계이다.
- [0068] 상기 (iii) 단계에서는 물과 전도성 금속에 흡착된 제1 금속 산화물 전구체가 반응하여 제1 금속 산화물 전구체를 환원시켜 금속 산화물을 전도성 금속의 표면에 흡착시킨다.
- [0069] 상기 (iv) 단계는 상기 (iii) 단계의 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 최종 퍼징단계이다.
- [0070] 상기 (iv) 단계에서는 질소, 아르곤 가스와 같은 불활성 기체를 사용하여 미반응물을 제거하였고, 주입되는 상기 불활성 기체의 유량과 노출시간은 상기 (ii) 단계와 동일한 조건을 실시하는 것이 바람직하다.
- [0071] 상기 (A-b) 단계는
- [0072] (i') 상기 전도성 표면에 증착된 상기 제1 금속 산화물 층의 표면에 제2 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계;
- [0073] (ii') 상기 흡착되지 않은 제2 금속 산화물 전구체를 제거하는 단계;
- [0074] (iii') 상기 제2 금속 산화물 전구체가 흡착된 상기 제1 금속 산화물 층을 물과 반응시키는 단계; 및
- [0075] (iv') 상기 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0076] 보다 상세하게는, 상기 (i') 단계는 전도성 금속의 표면에 증착된 제1 금속 산화물 층의 표면에 제2 금속 산화물 전구체를 투입하여 흡착시키는 단계이다.
- [0077] 이때, 온도는 150 내지 250 °C의 유지하고, 여기에 제2 금속 산화물 전구체를 1 내지 5초 간 투여하였으며, 반응하지 않은 제2 금속 산화물 전구체를 제거하기 위해 질소 퍼징 가스를 1 내지 10초 간 투여하였다. 그 후, 반응 가스 H₂O를 0.1 내지 3초 간 투여한후, 질소 퍼징 가스를 1 내지 10초 간 투여하여 반응 후 남은 물질 및 불순물 등을 제거하였다.
- [0078] 상기 (ii') 단계는 상기 (i') 단계를 통해 흡착되지 않은 제2 금속 산화물 전구체를 제거하는 퍼징 단계이다.
- [0079] 상기 퍼징(purging)은 질소, 아르곤과 같은 불활성 가스를 흘려주어 흡착되지 않은 제2 금속 산화물 전구체를

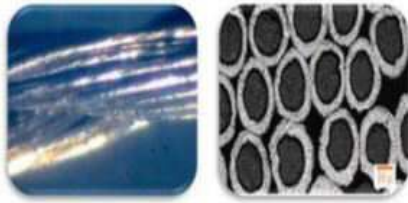
제거하였다.

- [0080] 상기 (iii') 단계는 상기 제2 금속 산화물 전구체가 흡착된 전도성 금속을 물과 반응시키는 단계이다.
- [0081] 상기 (iii') 단계에서는 물과 전도성 금속에 흡착된 제2 금속 산화물 전구체가 반응하여 제2 금속 산화물 전구체를 환원시켜 금속 산화물을 전도성 금속의 표면에 흡착시킨다.
- [0082] 상기 (iv') 단계는 상기 (iii') 단계의 반응이 완료된 후 잔존하는 미반응물을 제거하는 최종 피징단계이다.
- [0083] 상기 (iv') 단계에서는 질소, 아르곤 가스와 같은 불활성 기체를 사용하여 미반응물을 제거하였고, 주입되는 상기 불활성 기체의 유량과 노출시간은 상기 (ii') 단계와 동일한 조건을 실시하는 것이 바람직하다.
- [0084] 상기 제1, 2 금속 산화물 층은 굴절률에 따른 반사된 빛이 투과된 후 반사된 빛의 위상차로 인한 빛의 간섭을 통해 전자섬유에 다양한 색상을 부여하는데 효과적인 역할을 하였다.
- [0085] 상기 제1 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물이거나, 또는 상기 제2 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물인 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는 티타늄 산화물 층과 알루미늄 산화물 층이 교대로 적층된 2 개 이상의 다층인 것이다. 이는 상기 티타늄 산화물이 가지는 특성인 광촉매, 높은 유전성 등의 성질과 알루미늄 산화물이 가지는 특성인 높은 유전성 및 열전도성 등의 성질로 인하여, 상기 티타늄 산화물과 알루미늄 산화물이 교대로 적층될 경우, 단일 금속 산화물을 사용한 소자보다 유전율이 상승하는 등의 현저한 효과를 나타내는 것을 확인하였다.
- [0086] 상기 제1 금속 산화물 층과 상기 제2 금속 산화물 층의 총 두께는 30 내지 500 nm인 것이 바람직한데, 상기 두께가 30 nm 미만이면, 전자섬유의 컬러 변화가 거의 없으며, 제1 금속 산화물과 제2 금속 산화물의 특성이 효율적으로 나타나지 않아 바람직하지 않고, 상기 두께가 500 nm를 초과하면, 컬러 코팅된 전자섬유의 두께가 너무 두꺼워져서 외부로부터의 작은 힘으로도 박막이 쉽게 벗겨질 수 있는 문제점을 가진다.
- [0087] 상기 컬러 전자섬유는 섬유 형태의 기재를 추가로 포함하고, 상기 기재의 표면에는 상기 전도성 금속이 형성된 것이 바람직하다. 상기 기재에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명한 바와 동일하므로 생략하기로 한다.
- [0088] 상기 컬러 전자섬유의 제조방법은 더욱 바람직하게는 하기 ① 내지 ④의 조건을 수행되는 것인데, 만일 하기 조건 ① 내지 ④ 중에서 하나라도 충족하지 못하는 경우에는 전자섬유의 인장강도가 1/3로 급격히 저하되는 문제점이 발생하게 되므로, 인장강도를 확보하기 위해서는 반드시 하기 조건으로 수행되어야만 한다.
- [0089] ① 전도성 금속으로 20 nm 두께의 백금을 사용하고,
- [0090] ② 금속 산화물 층은 티타늄 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물 및 알루미늄 산화물의 순서로 적층된 2개 이상의 다층으로 형성된 것이며,
- [0091] ③ 상기 원자층 증착법은 물 reactant를 사용하여 130 ℃에서 반응시키며,
- [0092] ④ 질소 가스로 피징하여 미반응물을 제거하는 것.
- [0093] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전도성 금속의 표면에 금속 산화물 층을 증착시켜 전자섬유의 색상을 조절하는 방법으로서,
- [0094] 상기 금속 산화물은 티타늄 산화물 또는 알루미늄 산화물이며,
- [0095] 상기 증착 방법은 원자층 증착법인 것을 특징으로 하는 전자섬유의 색상을 조절하는 방법을 제공한다.
- [0096] 본 발명에 의하면, 상기 증착되는 금속 산화물 층의 두께를 조절하여 색상을 조절할 수 있다.
- [0097] 또한, 상기 전도성 금속의 표면에 증착되는 상기 금속 산화물 층을 이루는 금속 산화물의 종류와 증착되는 금속 산화물의 층수를 조절하여 색상을 조절할 수 있으며, 이는 후술하는 실시예 및 실험예를 통해 확인할 수 있다.
- [0098] 이하에서 실시예 등을 통해 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 하며, 다만 이하에 실시예 등에 의해 본 발명의 범위와 내용이 축소되거나 제한되어 해석될 수 없다. 또한, 이하의 실시예를 포함한 본 발명의 개시 내용에 기초한다면, 구체적으로 실험 결과가 제시되지 않은 본 발명을 통상의 기술자가 용이하게 실시할 수 있음은 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연하다.

- [0099] 또한 이하에서 제시되는 실험 결과는 상기 실시예 및 비교예의 대표적인 실험 결과만을 기재한 것이며, 아래에서 명시적으로 제시하지 않은 본 발명의 여러 구현예의 각각의 효과는 해당 부분에서 구체적으로 기재하도록 한다.
- [0100] **실시예: 컬러 전자섬유의 제조**
- [0101] 실리콘 기판에 백금(Pt)을 20 nm의 두께로 형성한 후, 여기에 TiO_2 전구체인 Titanium(IV) isopropoxide(97%, Sigma-Aldrich)를 4초 간 투여하였으며, 상기 전구체가 담긴 캐니스터는 50 °C의 온도로 가열하고 모든 밸브를 닫아 10초 간 유지하였다. 반응하지 않은 TiO_2 전구체를 제거하기 위해 질소 퍼징 가스를 15초 간 투여한 후, 반응 가스 H_2O 를 3초 간 투여하고(반응 온도는 130 °C) 모든 밸브를 닫아 6초 간 유지하였다. 그리고, 질소 퍼징 가스를 30초 간 투여하여 반응 후 남은 물질 및 불순물 등을 제거하였다. 그리고, Al_2O_3 전구체인 Trimethylaluminum(97%, Sigma-Aldrich)를 2초 간 투여하였으며, 반응하지 않은 Al_2O_3 전구체를 제거하기 위해 질소 퍼징 가스를 5초간 투여하였다. 그 후, 반응 가스 H_2O 를 0.7초 간 투여한 후(반응 온도는 130 °C), 질소 퍼징 가스를 5초 간 투여하고 반응 후 남은 물질 및 불순물 등을 제거하는 공정을 통해, 백금의 표면에 금속 산화물을 원자층 증착법(ALD)으로 증착시켰다.
- [0102] 상기 ALD 증착은 반복 수행하여 도 2에서 보는 바와 같이 금속 산화물 층의 두께에 따른 다양한 색상의 컬러 전자섬유로 제조하였으며, 상기 제조방법을 도 3에 도시화하여 나타내었다(본 실시예에서는 디바이스에서 필수적으로 사용되는 실리콘 기판(Si-wafer)에 테스트 실험을 진행하였다).
- [0103] **실험예: 컬러 전자섬유의 색상 분석**
- [0104] 실시예의 금속 산화물 층의 두께에 따른 백금이 증착된 실리콘 기판의 색상을 시뮬레이션 진행한 결과를 도 2에 나타내었다.
- [0105] 도 2에서 보는 바와 같이, 티타늄 산화물(TiO_2) 또는 알루미늄 산화물(Al_2O_3)이 단독으로 증착된 A/Substrate, T/Substrate의 경우에도 색상을 구현할 수 있으나, 그 두께가 최소 100~200 nm 이상으로 매우 두껍게 형성되어야만하며, 다층의 산화물이 적층된 것에 비하여 상대적으로 다양한 색상의 전자섬유를 구현하기 어려운 것을 알 수 있다.
- [0106] 반면에, 티타늄 산화물(TiO_2) 또는 알루미늄 산화물(Al_2O_3)이 교차로 증착된 A/T/Substrate, T/A/Substrate, A/T/A/Substrate, T/A/T/Substrate, A/T/A/T/Substrate, T/A/T/A/Substrate는 보다 다양한 색상의 구현이 가능하며, 상기 증착되는 금속 산화물 층의 개수가 많아질수록 각각의 물질의 특성을 가질 수 있을뿐만 아니라, 티타늄 산화물이 가지는 특성인 광촉매, 높은 유전성 등의 성질과 알루미늄 산화물이 가지는 특성인 높은 유전성 및 열전도성 등의 성질로 인하여, 상기 티타늄 산화물과 알루미늄 산화물이 교대로 적층될 경우, 단일 금속 산화물을 사용한 소자보다 유전율이 상승하는 등의 여러 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0107] 도 4는 실시예의 일구현예에 따라 제조된 전자섬유를 전자주사현미경으로 분석한 결과를 나타낸 이미지이다. 도 4를 참조하면, 선명한 컬러의 전자섬유를 확인할 수 있다.
- [0108] 따라서, 본 발명의 여러 구현예에 따르면, 전도성 금속의 표면에 금속 산화물을 원자층 증착법으로 증착시켜 다양한 색상을 갖는 컬러 전자섬유를 제조할 수 있다.
- [0109] 또한, 상기 증착 기술을 통한 박막간섭효과로 인하여 전자섬유의 다양한 색상 구현이 가능함에 따라, 종래 전자섬유가 갖는 제한적인 색상의 문제점을 해결할 수 있으며, 제조된 컬러 전자섬유는 웨어러블 디바이스, 의류, 군용 등의 다양한 분야에 폭넓게 응용할 수 있으므로, 기술적·경제적 측면에서도 현저한 효과를 나타낸다.

도면

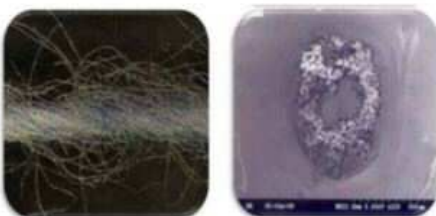
도면1



Conductive Fiber Coated type

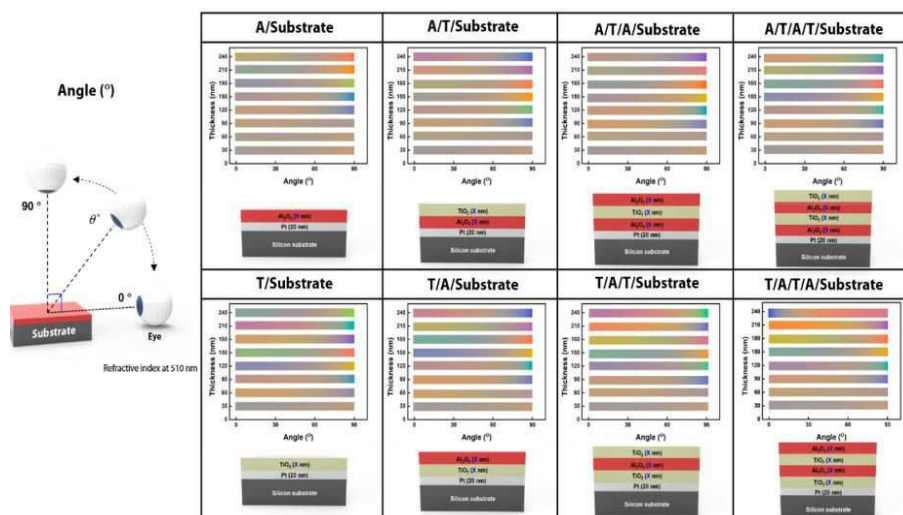


Conductive material mixed type

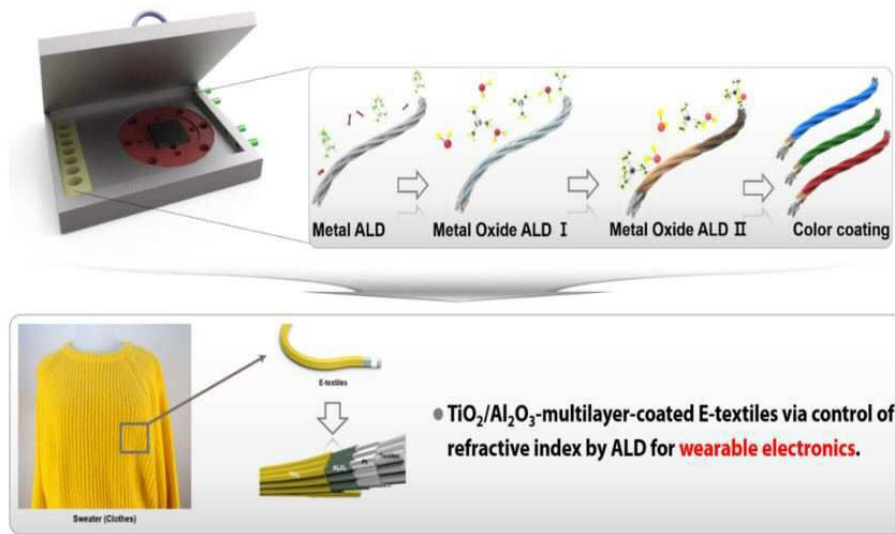


Conductive material composite type

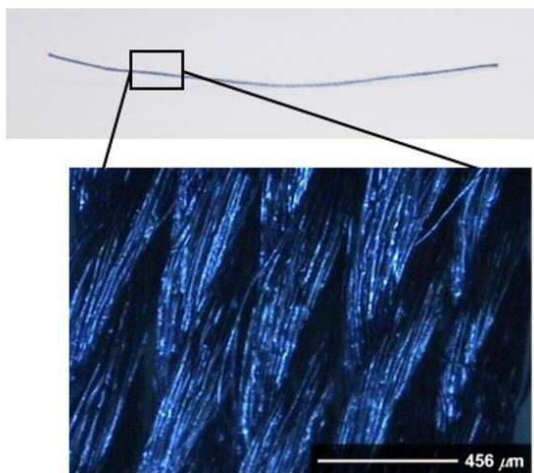
도면2



도면3



도면4



도면5

