

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일

2019년 11월 7일 (07.11.2019)



(10) 국제공개번호

WO 2019/212218 A1

(51) 국제특허분류:

H01B 5/00 (2006.01) C09J 133/00 (2006.01)  
C09D 11/52 (2014.01) C09J 163/00 (2006.01)  
C09D 11/037 (2014.01) H05K 3/12 (2006.01)  
C09D 11/10 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01)  
C09J 175/04 (2006.01) H01B 1/22 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/005168

(22) 국제출원일: 2019년 4월 30일 (30.04.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2018-0050696 2018년 5월 2일 (02.05.2018) KR  
10-2018-0058780 2018년 5월 24일 (24.05.2018) KR

(71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (IUCF-HYU(INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) [KR/KR]; 04763 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김학성 (KIM, Hak-Sung); 04713 서울시 성동구 행당로 79 120-1202, Seoul (KR). 유충현 (RYU, Chungheon); 52729 경상남도 진주시 진주성로178번길 8-5 가동 401호, Gyeongsangnam-do (KR).

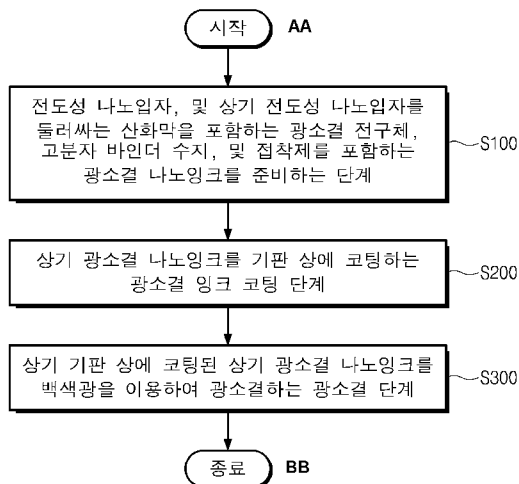
(74) 대리인: 박상열 (PARK, Sangyoul); 08506 서울시 금천구 가산디지털2로 98 1-315, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: PHOTONIC SINTERED NANOINK, PHOTONIC SINTERING METHOD, AND CONDUCTIVE NANOSTRUCTURE

(54) 발명의 명칭: 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체



(57) Abstract: Photonic sintered nanoink is provided. The photonic sintered nanoink may comprise: a photonic sintered precursor including conductive nanoparticles and an oxide film surrounding the conductive nanoparticles; a polymeric binder resin; and an adhesive.

(57) 요약서: 광소결 나노잉크가 제공된다. 상기 광소결 나노잉크는 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 광소결 전구체, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함할 수 있다.

S100 ... Step of preparing photonic sintered nanoink comprising photonic sintered precursor including conductive nanoparticles and oxide film surrounding conductive nanoparticles, polymer binder resin, and adhesive  
S200 ... Photonic sintered ink coating step of coating photonic sintered nanoink on substrate  
S300 ... Photonic sintering step of photonic sintering photonic sintered nanoink coated on substrate using white light  
AA ... Start  
BB ... End



공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체에 관한 것으로서, 구리 나노입자를 포함하는 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체에 관련된 것이다.

#### 배경기술

- [2] 최근 전자 소자 또는 장치 제조에 있어서 인쇄 기반의 인쇄전자 기술이 주목 받고 있다. 인쇄전자 기술이란 인쇄, 소결, 검사라는 간단한 공정만으로 전극 형성이 가능하기 때문에 적은 공정으로 인하여 기존 포토리소그래피 공정에 비해 월등히 낮은 설비 투자비용, 친환경성, 대면적 대량생산 등의 이점을 가지고 있다. 또한, PET, photopaper, PI 기판과 같은 유연 기판에 적용이 가능하기 때문에 플렉서블 디스플레이, 태양 전지, RFID, 플렉서블 전자제품 등 다양한 전자 제품에 적용이 가능하다. 현재 전자 제품의 전극의 형성을 위해 금, 은, 그리고 구리 나노입자를 이용한 전도성 잉크가 주로 이용되고 있다. 기존의 전도성 나노 잉크의 소결 방법은 현재 열 소결 방법이 있으나 300°C 이상의 고온에서 소결이 이루어지기 때문에 차세대 기판인 플렉서블 기판에 적용이 불가능하다. 따라서 새로운 소결 방법으로 레이저 소결법, 플라즈마 소결법, 마이크로웨이브 소결법 등이 제안되었으나, 대량생산에 적합하지 못해 본 발명자에 의해 백색광 극단파 광소결 방법이 개발되었다.
- [3] 상기 제안된 백색광 극단파 광소결 방법을 이용하여 저가형 전극 제조를 위해 플렉서블 기판에 인쇄되는 저가형 전도성 나노 잉크의 관점에서 많은 개발이 이루어지고 있다. 이에 고내열성 플렉서블 기판에 적용되는 광소결형 전도성 구리 나노잉크 및 페이스트의 개발이 활발하게 이루어졌으나, 저가형 플렉서블 기판인 저내열성 폴리머 기판에는 낮은 전기 전도성, 낮은 접착 특성으로 인해 적용에 어려움이 있다. 따라서 플렉서블 기판위에 형성되는 전극의 저가화를 위해서는 저내열성 폴리머 기판에 소결되는 저가형 전도성 구리 나노잉크의 개발이 필요한 실정이다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 저내열성 기판에 용이하게 광소결 되는 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체를 제공하는 데 있다.
- [5] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 비용이 저렴한 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체를 제공하는 데 있다.

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 전기 전도도가 향상된 광소결 나노잉크, 광소결 방법 그리고 전도성 나노 구조체를 제공하는 데 있다.
- [7] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 구리 나노잉크를 광소결하되, 저내열성 기판의 손상을 최소화하는 데 있다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 구리 나노잉크와 기판 간의 접착력을 향상시키는 데 있다.
- [9] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

### 과제 해결 수단

- [10] 상술된 기술적 과제들을 해결하기 위해 본 발명은 전도성 나노 구조체를 제공한다.
- [11] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노 구조체는 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함할 수 있다.
- [12] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자를 포함하고, 상기 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함할 수 있다.
- [13] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자 및 상기 산화막이 복수개인 경우, 복수의 상기 산화막은 각각 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 것을 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자의 반지름 길이에 대한 상기 산화막의 두께의 비율은, 0.1 % 이상 8 % 이하인 것을 포함할 수 있다.
- [15] 일 실시 예에 따르면, 상기 산화막의 두께는 0.1 nm 이상 7.8 nm 이하인 것을 포함할 수 있다.
- [16]
- [17] 상술된 기술적 과제들을 해결하기 위해 본 발명은 광소결 나노잉크를 제공한다.
- [18] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 나노잉크는 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 광소결 전구체, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함할 수 있다.
- [19] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자를 포함하고, 상기 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함할 수 있다.
- [20] 일 실시 예에 따르면, 상기 고분자 바인더 수지는 상기 광소결 나노잉크 전체 중량 대비 0.5 내지 5 wt%인 것을 포함할 수 있다.
- [21] 일 실시 예에 따르면, 상기 고분자 바인더 수지는 10,000 내지 500,000의 중량평균분자량을 가질 수 있다.
- [22] 일 실시 예에 따르면, 상기 고분자 바인더 수지는, 폴리비닐피롤리돈 (PVP), 폴리비닐알콜 (PVA), 에틸셀룰로오스(EC), 폴리비닐부티랄, 폴리에틸렌글리콜, 폴리메틸메타크릴레이트, 텍스트란, 아조비스 및 도데실벤젠황산나트륨 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[23] 일 실시 예에 따르면, 상기 접착제는, 우레탄 수지, 아크릴 수지, 에폭시 수지, 에폭시 실란, 및 스티렌 수지 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[24]

[25] 상술된 기술적 과제들을 해결하기 위해 본 발명은 광소결 방법을 제공한다.

[26] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 방법은 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 광소결 전구체, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함하는 광소결 나노잉크를 준비하는 단계, 상기 광소결 나노잉크를 기판 상에 코팅하는 광소결 잉크 코팅 단계, 및 상기 기판 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크를 백색광을 이용하여 광소결하는 광소결 단계를 포함할 수 있다.

[27] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 단계에서, 상기 기판 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크가 상기 백색광에 의하여 가열된 온도는, 상기 기판이 상기 백색광에 의하여 가열된 온도 보다 높은 것을 포함할 수 있다.

[28] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 나노잉크를 준비하는 단계는, 전도성 나노입자를 준비하는 단계, 상기 전도성 나노입자 상에 산소를 제공하여, 상기 산화막을 형성시키는 단계, 및 상기 산화막이 형성된 상기 전도성 나노입자를, 상기 고분자 바인더 수지, 및 상기 접착제를 포함하는 베이스 용액과 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.

[29] 일 실시 예에 따르면, 상기 산화막을 형성시키는 단계에서, 상기 전도성 나노입자 상에 제공되는 산소의 농도는 8000 ppm 이상 17000ppm 미만인 것을 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[30] 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법은, 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화물을 포함하는 광소결 전구체, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함하는 광소결 나노잉크를 준비하는 단계, 상기 광소결 나노잉크를 기판 상에 코팅하는 광소결 잉크 코팅 단계, 및 상기 기판 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크를 백색광을 이용하여 광소결하는 광소결 단계를 포함할 수 있다. 상기 광소결 나노잉크를 준비하는 단계에서, 상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자를 포함하고, 상기 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 기판과 같이 저내열성 특성을 갖는 기판에서도 용이하게 적용 가능한 광소결 방법이 제공될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[31] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법을 설명하는 순서도이다.

[32] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 전도성 나노 구조체를 나타내는 도면이다.

[33] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함하는 산화막을 갖는 전도성 나노 구조체 및  $\text{CuO}$ 를 포함하는 산화막을 갖는 전도성 나노 구조체를 비교하는 도면이다.

- [34] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 공정을 나타내는 도면이다.
- [35] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법에 사용되는 펄스 백색광에 대한 그래프이다.
- [36] 도 6은 본 발명의 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 촬영한 사진이다.
- [37] 도 7은 본 발명의 실시 예 1 및 2에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 비교한 사진이다.
- [38] 도 8은 본 발명의 실시 예 1 및 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 상태를 비교한 사진이다.
- [39] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간에 따른 특성을 비교하는 사진이다.
- [40] 도 10 및 도 11은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 광소결 나노잉크의 접착력을 테스트한 사진이다.
- [41] 도 12는 본 발명의 실시 예들에 따른 광소결 나노잉크의 전기적 특성을 비교한 그래프이다.
- [42] 도 13은 본 발명의 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 산화막 처리가된 구리나노입자의 XRD 분석 그래프이다.
- [43] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간에 따른 특성을 비교하는 그래프이다.

#### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [44] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [45] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 형상 및 크기는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [46] 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.

- [47] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [48] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [49]
- [50] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법을 설명하는 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 전도성 나노 구조체를 나타내는 도면이다.
- [51] 도 1 및 도 2를 참조하면, 광소결 나노잉크가 준비된다(S100). 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 나노잉크를 준비하는 단계(S100)는, 전도성 나노입자(10)를 준비하는 단계, 상기 전도성 나노입자(10)에 산소를 제공하여 산화막(20)을 형성시키는 단계, 및 상기 산화막(20)이 형성된 상기 전도성 나노입자(10)를, 베이스 용액과 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [52] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자(10)에 산소가 제공되어, 상기 산화막(20)이 형성되는 경우, 상기 산화막(20)은 상기 전도성 나노입자(10)를 둘러쌀 수 있다. 이에 따라, 전도성 나노 구조체(100)가 형성될 수 있다. 즉, 상기 광소결 나노잉크는 상기 베이스 용액과 상기 실시 예에 따른 전도성 나노 구조체(100)가 혼합되어 형성될 수 있다. 다시 말해, 상기 전도성 나노 구조체(100)는 상기 광소결 나노잉크가 제조되기 위한 광소결 전구체로서 사용될 수 있다.
- [53] 일 실시 예에 따르면, 상기 산화막(20)은 후술되는 광소결 단계에서, 저내열성 기관의 손상을 최소화하면서도 광소결 나노입자의 소결은 극대화하는 기능을 수행할 수 있다.
- [54] 종래 기술에 따르면, 광소결 나노입자의 소결을 위하여 가해지는 광소결 에너지에 의하여, 저내열성 기관에 손상이 발생하였다. 즉 광소결 나노입자의 소결을 위하여 필요한 정도의 광소결 에너지는 저내열성 기관에 손상을 유발할 수 있는 것이다.
- [55] 또한 종래 기술에 따르면, 저내열성 기관의 손상을 피하기 위하여 낮은 강도의 광소결 에너지를 가하는 경우 원활한 소결이 이루어지기 어려웠다. 소결이 이루어질 정도로 나노입자의 온도가 상승하지 못하기 때문이다.
- [56] 즉 종래 기술에 따르면 소결의 품질과 저내열성 기관의 손상 방지는 트레이드 오프(trade off) 관계에 있기 때문에, 저내열성 기관에 광소결 공정을 접목하는데

어려움이 있었다.

- [57] 그러나 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 낮은 강도의 광소결 에너지를 가하더라도, 광소결 나노입자 주위를 산화막(20)이 둘러싸고 있는 경우, 산화막(20)이 광소결 나노입자의 온도를 상승시키는 기능을 할 수 있다. 이에 따라 나노입자의 소결 품질이 향상될 수 있다. 또한 저내열성 기관에 가해지는 광소결 에너지는 낮은 레벨이기 때문에 기관의 손상도 최소화할 수 있다. 저내열성 기관의 손상을 방지하면서도, 소결의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [58] 이 때, 저내열성 기관이라 함은 PES, PC, PET, PEN과 같이 유리전이온도(Tg)가 200도 이하인 물질 예를 들어, 폴리머로 이루어지는 기관을 의미할 수 있다.
- [59] 일 실시 예에 따르면, 상기 산화막(20)의 두께(t) 및 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R, %)은 제어될 수 있다. 구체적으로, 상기 산화막(20)의 두께는 0.1 nm 이상 7.8 nm 이하로 제어될 수 있다. 또한, 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R)은 0.1 % 이상 8% 이하로 제어될 수 있다. 이에 따라, 상기 광소결 나노잉크는 낮은 에너지의 백색광에서도 용이하게 광소결될 수 있다.
- [60] 이와 달리, 상기 산화막(20)의 두께가 0.1 nm 미만이거나 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R)이 0.1 % 미만인 경우, 상기 산화막(20)의 두께가 너무 얇아져서, 상기 백색광으로부터 상기 기관의 손상을 방지하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 즉 나노입자(10)의 소결에 필요한 백색광의 에너지가 충분히 낮아지지 못하기 때문에 기관(10)에 손상이 가해질 우려가 있는 것이다. 또한, 상기 산화막(20)의 두께가 7.8 nm 초과이거나 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R)이 8% 초과인 경우, 상기 산화막(20)의 두께가 너무 두꺼워져서, 광소결이 용이하게 수행되지 못하는 문제가 발생할 수 있다.
- [61] 일 실시 예에 따르면, 상기 산화막(20)의 두께(t) 및 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R, %)을 제어하기 위해, 상기 전도성 나노입자(10)에 제공되는 산소의 농도가 제어될 수 있다. 예를 들어, 상기 전도성 나노입자(10)에 제공되는 산소의 농도는 8000 ppm 이상 17000ppm 미만일 수 있다. 이 경우, 상기 산화막(20)의 두께(t) 및 상기 전도성 나노입자(10)의 반지름(R) 길이에 대한 상기 산화막(20)의 두께(t) 비율(t/R)은 상술된 범위로 제어될 수 있다.
- [62] 또한, 상술된 바와 달리 상기 전도성 나노입자(10)에 제공되는 산소의 농도가 17000ppm 이상인 경우, 상기 산화막(20)의 두께가 너무 두꺼워져, 후술되는 광소결 단계에서 상기 광소결 나노잉크 내에 많은 수의 기공(pore)이 형성될 수 있다. 상기 광소결 나노잉크 내에 많은 수의 기공(pore)이 형성되는 경우, 전도성이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [63] 일 실시 예에 따르면, 상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자일 수 있다. 상기

전도성 나노입자로서 구리 나노입자가 사용됨에 따라, 상기 실시 예에 따른 광소결 방법은 경제적인 이점이 있을 수 있다.

- [64] 상기 구리 나노입자에 산소가 제공되어 형성된 상기 산화막은,  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함할 수 있다. 이와 달리, 상기 산화막이  $\text{CuO}$ 를 포함하는 경우 상기 전도성 나노입자는 나노크기를 초과할 수 있다. 상술된 설명에 대한 보다 구체적인 내용이 도 3을 참조하여 설명된다.
- [65] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함하는 산화막을 갖는 전도성 나노 구조체 및  $\text{CuO}$ 를 포함하는 산화막을 갖는 전도성 나노 구조체를 비교하는 도면이다.
- [66] 도 3의 (a)를 참조하면, 상기 전도성 나노입자(10) 및  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함하는 상기 산화막(20)이 복수개인 경우, 상기 실시 예에 따른 전도성 나노 구조체(100)는 복수의 상기 산화막(20)이 복수의 상기 전도성 나노입자(10) 각각을 둘러쌀 수 있다. 이에 따라, 상기 전도성 나노입자(10)와 같은 수의 상기 전도성 나노 구조체(100)가 형성될 수 있다. 또한, 형성된 복수의 전도성 나노 구조체(100)는 서로 이격되어 배치될 수 있다. 결과적으로, 상기 실시 예에 따른 전도성 나노 구조체(100)는 나노(nano)의 크기를 가질 수 있다.
- [67] 이와 달리, 도 3의 (b)를 참조하면, 전도성 나노입자(50) 및  $\text{CuO}$ 를 포함하는 산화막(60)이 복수개인 경우,  $\text{CuO}$ 를 포함하는 산화막(60)은 복수의 전도성 나노입자(50)를 동시에 둘러쌀 수 있다. 이에 따라, 상기 전도성 나노입자(50)의 개수가 많이지는 경우,  $\text{CuO}$ 를 포함하는 상기 산화막(60)이 많은 수의 상기 전도성 나노입자(50)를 모두 둘러쌈에 따라, 크기가 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 결과적으로, 전도성 나노 구조체의 산화막이  $\text{CuO}$ 를 포함하는 경우, 나노(nano)의 크기보다 커지는 문제점이 발생할 수 있다.
- [68] 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 용액은 분산제, 용매, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 분산제는, Disperbyk 180, Disperbyk 111, 스틸렌말레익언하이드 라이드 코폴리머(SMA 1440flake) 등의 이온 그룹을 포함하는 코폴리머, 2-부톡시에틸 아세테이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 디에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르 아세테이트, 에틸렌 글리콜 부틸 에테르, 시클로헥사논, 시클로헥사놀, 2-에톡시에틸 아세테이트, 에틸렌 글리콜 디아세테이트, A-테르피네올(terpineol), 이소부틸 알코올, 및 DEGBE(diethylene glycol butyl ether) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [69] 예를 들어, 상기 용매는 에틸렌글리콜(ethylene glycol), 디에틸렌글리콜(diethylene glycol), 트리에틸렌글리콜 (triethylene glycol), 폴리에틸렌 글리콜 (poly-ethylene glycol), 프로필렌 글리콜(propylene glycol), 디프로필렌 글리콜(dipropylene glycol), 헥실렌 글리콜(hexylene glycol), 글리세린(glycerine), 이소프로필 알코올(iso-propyl alcohol), 2-메톡시 에탄올(2-methoxy ethanol), 펜틸 알코올(pentyl alcohol), 헥실 알코올(hexyl alcohol), 부틸 알코올(butyl alcohol), 옥틸 알코올(octyl alcohol), 포름 아미드(Form

amide), 메틸에틸케톤(methyl ethyl ketone), 에틸알코올(ethyl alcohol), 메틸알코올(methyl alcohol), 및 아세톤(acetone) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [70] 예를 들어, 상기 고분자 바인더 수지는 에틸셀룰로오스 (EC), 폴리비닐피롤리돈 (PVP), 폴리비닐알콜 (PVA), 폴리비닐부티랄, 폴리에틸렌글리콜, 폴리메틸메타크릴레이트, 텍스트란, 아조비스 및 도데실벤젠황산나트륨 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [71] 이 때, 고분자 바인더 수지는 환원제로서 기능할 수 있다. 특히 고분자 바인더 수지는 산화막을 환원시키는 기능을 수행할 수 있다. 보다 구체적으로 고분자 바인더 수지 예를 들어, 에틸셀룰로오스 (EC)에 광소결 에너지가 가해지는 경우, 에틸셀룰로오스 (EC)가 분해되면서 알코올계 가스를 생성할 수 있다. 생성된 알코올계 가스는 산화막을 환원시킬 수 있다. 이에 따라 산화막이 환원된 나노입자가 소결될 수 있는 것이다. 다른 관점에서, 나노입자에 광소결 에너지가 가해지는 경우, 산화막이 나노입자에 가해진 광소결 에너지를 가두는 역할을 수행함으로써, 나노입자의 온도가 소결에 요구되는 온도까지 이르는데 도움을 줄 수 있고, 이후 산화막은 환원제에 의하여 제거될 수 있다.
- [72] 일 실시 예에 따르면, 상기 고분자 바인더 수지는 상기 광소결 나노잉크 전체 중량 대비 0.5 내지 5 wt%일 수 있다. 또한, 상기 고분자 바인더 수지는 10,000 내지 500,000의 중량평균분자량을 가질 수 있다. 이와 달리, 상기 고분자 바인더 수지가 상기 광소결 나노잉크 전체 중량 대비 0.5 wt% 미만이거나 10,000 미만의 중량평균분자량을 갖는 경우, 상기 고분자 바인더 수지가 상기 베이스 용액 내에 용이하게 분산되지 않을 수 있다. 반면, 상기 고분자 바인더 수지가 상기 광소결 나노잉크 전체 중량 대비 5 wt% 초과이거나 500,000 초과의 중량평균분자량을 갖는 경우, 상기 고분자 바인더 수지가 상기 베이스 용액 내에서 응집되는 문제가 발생할 수 있다.
- [73] 예를 들어, 상기 접착제는 우레탄 수지, 아크릴 수지, 에폭시 수지, 에폭시 실란, 및 스티렌 수지 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 접착제는 폴리우레탄다이올(polyurethane diol, PUD)일 수 있다.
- [74] 일 실시 예에 따르면, 상기 접착제는 후술되는 광소결 단계에서 상기 광소결 나노잉크에서 발생하는 열이, 기관으로 전달되는 것을 방지할 수 있다. 이에 따라, 상기 접착제는, 상기 기관의 열적 변형을 방지할 수 있다. 또한, 상기 접착제는 상기 광소결 나노잉크와, 상기 기관 사이의 접착력이 향상된 우수한 강도 및 강성이 제공될 수 있다. 결과적으로, 상기 실시 예에 따른 광소결 나노잉크가 상기 접착제를 포함하는 경우, 광소결 단계에서, 저내열성 특성을 갖는 폴리머 기관이 사용될 수 있다.
- [75] 이 때 저내열성 기관이라 함은 상술된 바와 같이, PES, PC, PET, PEN과 같이 유리전이온도(Tg)가 200도 이하인 물질 예를 들어, 폴리머로 이루어지는 기관을 의미할 수 있다.

- [76] 차세대 기관인 플렉서블 기관은 저내열성 특성을 갖는데, 이러한 저내열성 기관의 경우, 광소결 단계에서 발생하는 고온의 열에 의하여 변형되는 문제점이 발생할 수 있다. 하지만, 상기 접착제는 상술된 바와 같이 광소결 단계에서 발생하는 열이 상기 기관으로 전달되는 것을 방지할 수 있다. 이에 따라, 상기 실시 예에 따른 광소결 나노잉크가 상기 접착제를 포함하는 경우, 광소결 공정에서 저내열성 특성을 갖는 기관들이 사용될 수 있다.
- [77] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 공정을 나타내는 도면이다.
- [78] 도 1 및 도 4를 참조하면, 상기 광소결 나노잉크(200)가 기관(300) 상에 코팅될 수 있다(S200). 예를 들어, 상기 기관(300)은 포토페이퍼, PET, 종이, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리술폰, 폴리에테르, 폴리에테르이미드, 폴리에틸렌나프탈레이트 (PEN), 아크릴 수지, 내열성 에폭시 (Epoxy), BT 에폭시/유리 섬유, 초산비닐수지 (EVA), 부틸 고무수지, 폴리아릴레이트, 및 폴리이미드 중 어느 하나일 수 있다.
- [79] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 나노잉크(200)는 상기 기관(300) 상에 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing), 미세 접촉 프린팅(micro-contact printing), 임프린팅(imprinting), 그라비아 프린팅(gravure printing), 그라비아-오프셋 프린팅(gravure-offset printing), 플렉소 프린팅(Flexography printing) 및 스핀 코팅(spin coating)등의 방법으로 코팅될 수 있다.
- [80] 상기 광소결 나노잉크(200)가 상기 기관(300) 상에 코팅된 이후, 상기 광소결 나노잉크(200)는 건조(drying)될 수 있다. 예를 들어, 상기 광소결 나노잉크(200)는 NIR 조사, 열풍기, 오븐(heat chamber), 핫플레이트(hot plate), 적외선 조사 중 어느 하나의 방법으로 건조될 수 있다.
- [81] 일 실시 예에 따르면, 상기 광소결 나노잉크(200)가 건조되는 단계에서, 건조 온도는 60°C 내지 150°C로 유지될 수 있다. 이와 달리, 건조 온도가 60°C 미만인 경우 상기 광소결 나노잉크(200)가 충분히 건조되지 않을 수 있다. 반면, 건조 온도가 150°C 초과인 경우 상기 기관(300)이 손상될 수 있다. 상술된 바와 같이, 상기 광소결 나노잉크(200)가 충분히 건조되지 않거나 상기 기관(300)이 손상되는 경우, 후술되는 광소결이 용이하게 이루어지지 않는 문제점이 발생할 수 있다.
- [82] 계속해서, 상기 광소결 나노잉크(200)는 극단파 백색광이 조사되어 광소결 될 수 있다(S300). 상기 극단파 백색광은 광원(400)으로부터 조사될 수 있다. 예를 들어, 상기 광원(400)은 제논 플래쉬 램프일 수 있다. 단계 S300의 구체적인 설명을 위하여 도 5를 참조하기로 한다.
- [83] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법에 사용되는 펄스 백색광에 대한 그래프이다.
- [84] 도 5를 참조하면, 상기 광소결 단계(S300)에서 상기 광원(400)의 펄스 폭(Pulse width)는 0.01~100 ms 일 수 있다. 상기 광원(400)의 펄스 갭(Pulse gap)은 0.01 ~ 10 ms 일 수 있다. 상기 광원(400)의 펄스 수(Pulse number)는 1~100 번 일 수 있다.

상기 광원(400)의 강도(intensity)는  $0.1 \text{ J/cm}^2 \sim 100 \text{ J/cm}^2$ 일 수 있다. 상기 광원(400)의 강도는 상기 기관(300)의 종류에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 상기 기관(300)이 PET 기관인 경우 상기 광원(400)의 강도는  $1 \sim 5 \text{ J/cm}^2$ 일 수 있다. 이와 달리, 상기 기관(300)이 PI 기관인 경우 상기 광원(400)의 강도는  $5 \text{ J/cm}^2 \sim 20 \text{ J/cm}^2$ 일 수 있다.

- [85] 상기 광원(400)의 펄스 폭이 100 ms보다 클 경우에는 단위 시간당 입사 에너지가 줄어들어 소결의 효율이 저하될 수 있으므로 비경제적이다. 펄스 갭이 10 ms 보다 크거나 펄스 수가 100번 보다 큰 경우, 및 강도가  $0.1 \text{ J/cm}^2$  보다 작은 경우에도 너무 낮은 에너지로 인해 상기 광소결 잉크(300)가 소결될 수 없으며, 펄스 갭이 0.01 ms 보다 작거나 강도가  $100 \text{ J/cm}^2$  보다 클 경우에는 장비와 램프에 무리가 가해지기 때문에 장비와 램프의 수명이 급속하게 줄어드는 문제점이 있다.
- [86] 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법은, 상기 전도성 나노입자(10), 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 상기 산화물(20)을 포함하는 광소결 전구체, 상기 고분자 바인더 수지, 및 상기 접착제를 포함하는 상기 광소결 나노잉크(200)를 준비하는 단계, 상기 광소결 나노잉크(200)를 상기 기관(300) 상에 코팅하는 상기 광소결 잉크 코팅 단계, 및 상기 기관(300) 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크를 백색광을 이용하여 광소결하는 광소결 단계를 포함할 수 있다. 상기 광소결 나노잉크를 준비하는 단계에서, 상기 전도성 나노입자(10)는 구리 나노입자를 포함하고, 상기 산화막(20)은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함할 수 있다.
- [87] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법은, 상기 광소결 나노잉크가 포함하는 상기 전도성 나노입자(10)가 상기 산화물(20)에 의하여 둘러싸임에 따라, 낮은 에너지의 백색광으로도, 광소결이 용이하게 이루어질 수 있다. 결과적으로, 플렉서블 기관과 같이 저내열성 특성을 갖는 기관에서도 용이하게 적용 가능한 광소결 방법이 제공될 수 있다.
- [88] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법, 광소결 나노잉크, 및 전도성 나노구조체가 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 방법, 광소결 나노잉크, 및 전도성 나노구조체의 구체적인 실험 예 및 특성 평가 결과가 설명된다.

[89]

[90] 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결

[91] 1.85g 용량의 DEGBE(Diethylene glycol butyl ether), 1g 용량의 EG(Ethylene glycol), 1g 용량의 A-terienol, 0.15g 용량의 EC(Ethylcellulose), 및 0.3g 용량의 PUD(Polyurethane diol)을 혼합 시킨 후, 소니케이터를 이용하여 분산시켜 베이스 용액을 제조하였다.

[92] 산소 농도가 8000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Ning-guangbo, diameter: 180nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.

- [93] 제조된 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 50 $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 PET 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는 적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 2 ms이며, 광소결 에너지는 3 J/cm<sup>2</sup>이다.
- [94]
- [95] 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결
- [96] 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 제조 방법에서 설명된 베이스 용액이 준비된다.
- [97] 산소 농도가 17000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Poongsan, diameter: 100nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.
- [98] 제조된 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크를 50 $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 PET 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는 적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 2 ms이며, 광소결 에너지는 3 J/cm<sup>2</sup>이다.
- [99]
- [100] 실시 예 3에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결
- [101] 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 제조 방법에서 설명된 베이스 용액이 준비된다.
- [102] 산소 농도가 8000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Ning-guangbo, diameter: 180nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 실시 예 3에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.
- [103] 제조된 실시 예 3에 따른 광소결 나노잉크를 25 $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 PI 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는 적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 실시 예 3에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 5 ms이며, 광소결 에너지는 6 J/cm<sup>2</sup>이다.
- [104]
- [105] 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결
- [106] 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 제조 방법에서 설명된 베이스 용액이 준비된다.
- [107] 산소 농도가 17000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Poongsan, diameter: 100nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.
- [108] 제조된 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크를 25 $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 PI 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는

적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 5 ms이며, 광소결 에너지는 6 J/cm<sup>2</sup>이다.

[109]

[110] 실시 예 5에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결

[111] 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 제조 방법에서 설명된 베이스 용액이 준비된다.

[112] 산소 농도가 8000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Ning-guangbo, diameter: 180nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 실시 예 5에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.

[113] 제조된 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크를 50 $\mu$ m의 두께를 갖는 PET 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는 적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 5 ms이며, 광소결 에너지는 3 J/cm<sup>2</sup>이다.

[114]

[115] 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결

[116] 1.85g 용량의 DEGBE(Diethylene glycol butyl ether), 1g 용량의 EG(Ethylene glycol), 1g 용량의 A-terienol, 및 0.15g 용량의 EC(Ethylcellulose)를 혼합시킨 후, 소니케이터를 이용하여 분산시켜 베이스 용액을 제조하였다.

[117] 산소 농도가 8000 ppm으로 산화막 처리가된 구리나노입자(Ning-guangbo, diameter: 180nm) 16g을 상기 베이스 용액에 첨가한 후 3-roll mill을 이용하여 1시간 동안 분산시켜, 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 제조하였다.

[118] 제조된 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 50 $\mu$ m의 두께를 갖는 PET 기판 상에 스크린 프린터를 이용하여 100 mm/s의 속도로 인쇄하고, 100°C의 온도를 갖는 적외선을 이용하여 건조시킨 후, 극단파 백색광을 조사하여 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 광소결시켰다. 이때, 극단파 백색광의 펄스 수는 1개이고, 펄스 폭은 2 ms이며, 광소결 에너지는 3 J/cm<sup>2</sup>이다.

[119]

[120] 상술된 실시 예 1 내지 5 및 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크 및 광소결 조건이 아래 <표 1>을 통하여 정리된다.

[121] [표1]

구분	PUD 포함	산소 농도	기판 종류	광소결 조건
실시 예 1	O	8000 ppm	PET	펄스 수 1개, 펄스 폭 2 ms, 에너지 3 J/cm <sup>2</sup>
실시 예 2	O	17000 ppm	PET	펄스 수 1개, 펄스 폭 2 ms, 에너지 3 J/cm <sup>2</sup>
실시 예 3	O	8000 ppm	PI	펄스 수 1개, 펄스 폭 5 ms, 에너지 6 J/cm <sup>2</sup>
실시 예 4	O	17000 ppm	PI	펄스 수 1개, 펄스 폭 5 ms, 에너지 6 J/cm <sup>2</sup>
실시 예 5	O	8000 ppm	PET	펄스 수 1개, 펄스 폭 5 ms, 에너지 3 J/cm <sup>2</sup>
비교 예 1	X	8000 ppm	PET	펄스 수 1개, 펄스 폭 2 ms, 에너지 3 J/cm <sup>2</sup>

[122]

[123] 도 6은 본 발명의 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 촬영한 사진이다.

[124] 도 6을 참조하면, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 TEM(Transmission Electron Microscope) 촬영하였다. 도 6에서 확인할 수 있듯이, 8000 ppm의 산소 농도로 산화막 처리가된 구리나노입자의 경우 평균 산화막의 두께가 7.8 nm 내지 8.1 nm 로서, 구리나노입자의 반지름 길이에 대한 산화막의 두께 비율이 8% 이하인 것을 확인할 수 있었다.

[125] 도 7은 본 발명의 실시 예 1 및 2에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 비교한 사진이다.

[126] 도 7의 (a) 및 (b) 참조하면, 상기 실시 예 1 및 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자를 HR-TEM 촬영하였다. 도 7의 (a)에서 알 수 있듯이, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자는, 산화막의 두께가 약 3.1 nm로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 도 7의 (b)에서 알 수 있듯이, 상기 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는

- 구리나노입자는, 산화막의 두께가 약 5.1 nm로 나타나는 것을 확인할 수 있었다.
- [127] 도 8은 본 발명의 실시 예 1 및 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 상태를 비교한 사진이다.
- [128] 도 8의 (a) 및 (b)를 참조하면, 상기 실시 예 1 및 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 상태를 SEM(Scanning Electron Microscope) 촬영하였다. 도 8의 (a)에서 알 수 있듯이, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 경우, 소결 후 기공(pore)이 거의 없는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 도 8의 (b)에서 알 수 있듯이, 상기 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 경우, 소결 후 기공(pore)이 형성된 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크를 제조하는 경우, 구리나노입자의 산화막을 형성하기 위해 처리되는 산소의 농도가 8000 ppm 이상 17000 ppm 미만으로 제어되어야 하는 것을 알 수 있다.
- [129] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간에 따른 특성을 비교하는 사진이다.
- [130] 도 9의 (a) 및 (b)를 참조하면, 상기 실시 예 1 및 실시 예 5에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 상태를 사진 촬영하였다. 도 9의 (a)에서 알 수 있듯이, 광소결 나노잉크에 백색광이 가해지는 시간이 2ms인 경우, 분홍빛으로 잘 소결된 것을 확인할 수 있었다. 반면, 도 9의 (b)에서 알 수 있듯이, 광소결 나노잉크에 백색광이 가해지는 시간이 5ms인 경우, 기판 상에 warpage가 많이 발생하여 소결이 잘되지 않은 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 상기 실시 예에 따른 광소결 나노잉크를 사용하여 PET 기판 상에 광소결 하는 경우, 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간이 0.01 ms 이상 5 ms 미만으로 제어되는 것이, 광소결에 용이한 것으로 알 수 있다.
- [131] 도 10 및 도 11은 본 발명의 실시 예 및 비교 예에 따른 광소결 나노잉크의 접착력을 테스트한 사진이다.
- [132] 도 10의 (a) 및 (b)를 참조하면, 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 후, 0B의 접착력을 갖는 접착 테이프를 사용하여, 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 접착력을 테스트 하였다. 도 10의 (a)는 광소결된 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크를 촬영한 사진이고, 도 10의 (b)는 광소결된 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크를, 0B의 접착력을 갖는 접착 테이프를 사용하여 접착력 테스트를 수행한 결과를 촬영한 사진이다.
- [133] 도 10의 (b)에서 확인할 수 있듯이, 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 경우, 0B의 접착력을 갖는 접착 테이프에 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 대부분 묻어 나오는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 경우, 접착력이 약하다는 것을 알 수 있다.
- [134] 도 11의 (a) 및 (b)를 참조하면, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 후, 5B의 접착력을 갖는 접착 테이프를 사용하여, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 접착력을 테스트 하였다. 도 11의 (a)는 광소결된 실시

예 1에 따른 광소결 나노잉크를 촬영한 사진이고, 도 11의 (b)는 광소결된 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크를, 5B의 접착력을 갖는 접착 테이프를 사용하여 접착력 테스트를 수행한 결과를 촬영한 사진이다.

- [135] 도 11의 (b)에서 확인할 수 있듯이, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 경우, 5B의 접착력을 갖는 접착 테이프에 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 묻어 나오지 않는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 상기 비교 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 접착력 테스트에 사용된 접착 테이프보다 높은 접착력을 갖는 접착 테이프로 접착력 테스트를 수행하였음에도 불구하고, 잉크가 묻어 나오지 않는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크의 경우, 우수한 접착력을 갖는 것을 알 수 있다.
- [136] 결과적으로 도 10 및 도 11을 통하여, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크를 제조하는 경우, PUD와 같은 접착제를 포함시키는 것이, 기판과 광소결 나노잉크 사이의 접착력을 향상시킬 수 있는 방법임을 알 수 있다.
- [137] 도 12는 본 발명의 실시 예들에 따른 광소결 나노잉크의 전기적 특성을 비교한 그래프이다.
- [138] 도 12를 참조하면, 상기 실시 예 1 내지 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크의 저항(Resistivity,  $\mu\Omega\text{cm}$ )을 측정하여 나타내었다. 도 12에서 확인할 수 있듯이, 상기 실시 예 3 및 실시 예 4에 따른 광소결 나노잉크의 저항은 비슷하지만, 상기 실시 예 1 및 실시 예 2에 따른 광소결 나노잉크는 현저한 저항의 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.
- [139] 즉, 광소결 나노잉크가 포함하는 구리나노입자의 산화막이 형성되는 산소의 농도가 8000 ppm과 17000 ppm으로 다른 경우, PI 기판에서는 저항의 차이가 크지 않지만, PET 기판에서는 현저한 차이를 나타내는 것을 알 수 있다.
- [140] 이에 따라, 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크를 제조하는 경우, 구리나노입자의 산화막을 형성하기 위해 처리되는 산소의 농도가 8000 ppm 이상 17000 ppm 미만으로 제어되어야 하는 것을 알 수 있다. 또한 산소의 농도는 대상 기판의 유리 전이 온도에 따라 제어될 수 있다는 점을 확인할 수 있다.
- [141] 도 13은 본 발명의 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 산화막 처리가된 구리나노입자의 XRD 분석 그래프이다.
- [142] 도 13을 참조하면, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 산화막 처리가된 구리나노입자의  $2\theta(^{\circ})$ 에 따른 Intensity(a.u.)를 측정하였다. 도 13에서 확인할 수 있듯이, 상기 실시 예 1에 따른 광소결 나노잉크가 포함하는 산화막 처리가된 구리나노입자는, 산화막에  $\text{Cu}_2\text{O}$ 만 포함하는 것을 알 수 있다.
- [143] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간에 따른 특성을 비교하는 그래프이다.
- [144] 도 14를 참조하면, 상기 실시 예 1 및 실시 예 5에 따른 광소결 나노잉크가 광소결된 경우, 기판의 warpage를 측정하여 도시하였다. 도 14에서 확인할 수 있듯이, 상기 실시 예 5에 따른 광소결 나노잉크의 경우, 상기 실시 예 1에 따른

광소결 나노잉크와 비교하여, 기판의 warpage를 현저히 많이 발생시키는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 광소결 나노잉크에 백색광이 가해지는 시간이 5ms인 경우, 2ms인 경우와 비교하여 기판의 warpage가 현저히 많이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 상기 실시 예에 따른 광소결 나노잉크를 사용하여 PET 기판 상에 광소결 하는 경우, 광소결 나노잉크에 가해지는 백색광의 시간이 0.01 ms 이상 5 ms 미만으로 제어되는 것이, 광소결에 용이한 것으로 알 수 있다.

[145]

[146] 이상 설명한 본 발명의 실시 예에 따르면 저내열성 기판에 광소결 공정을 가능케할 수 있다. 즉, 나노입자의 표면에 산화피막이 형성됨으로써, 광소결 에너지 강도를 낮추더라도 나노입자의 온도가 소결에 필요한 정도로 향상될 수 있다. 이 때, 구리 나노입자의 산화피막으로는 구리 산화막으로 이루어질 수 있다. 즉 산화피막은 나노입자의 구성성분과 동일한 구성성분으로 기반으로 이루어질 수 있다.

[147] 특히 본 발명의 일 실시 예에 따르면 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 으로 이루어질 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 산화피막으로  $\text{CuO}$ 가 사용되는 경우, 화학적으로는 안정하지만 광소결 나노입자가 덩어리를 이루게 되어 광소결 품질을 열화시킬 수 있다. 그러나 본 발명에서는  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 산화피막으로 적용함으로써 저내열성 기판에서 저 저항의 광소결된 전극을 제조할 수 있음을 실험적으로 증명하였다.

[148] 한편 나노잉크가 접착제를 포함함으로써, 기판에 가해지는 광소결 에너지를 차단(blocking)하는 역할을 수행할 수 있다. 이에 따라 저내열성 기판의 손상을 최소화할 수 있다. 다른 관점에서 저내열성 기판이 접착제에 의하여 보호될 수 있으므로 광소결 에너지의 강도를 증가시킬 수 있다는 점에서의 의의가 있다. 나아가 접착제에 의하여 광소결된 나노입자 즉, 전극과 기판과의 접착력이 크게 향상될 수 있다. 이에 따라 플렉서블 환경에서도 기계적으로 강인한 특성이 제공될 수 있다.

[149] 한편, 산화피막의 두께가 기판의 특성에 따라 제어될 수 있으며 산소 유량의 조절을 통하여 간이하게 제어될 수 있다.

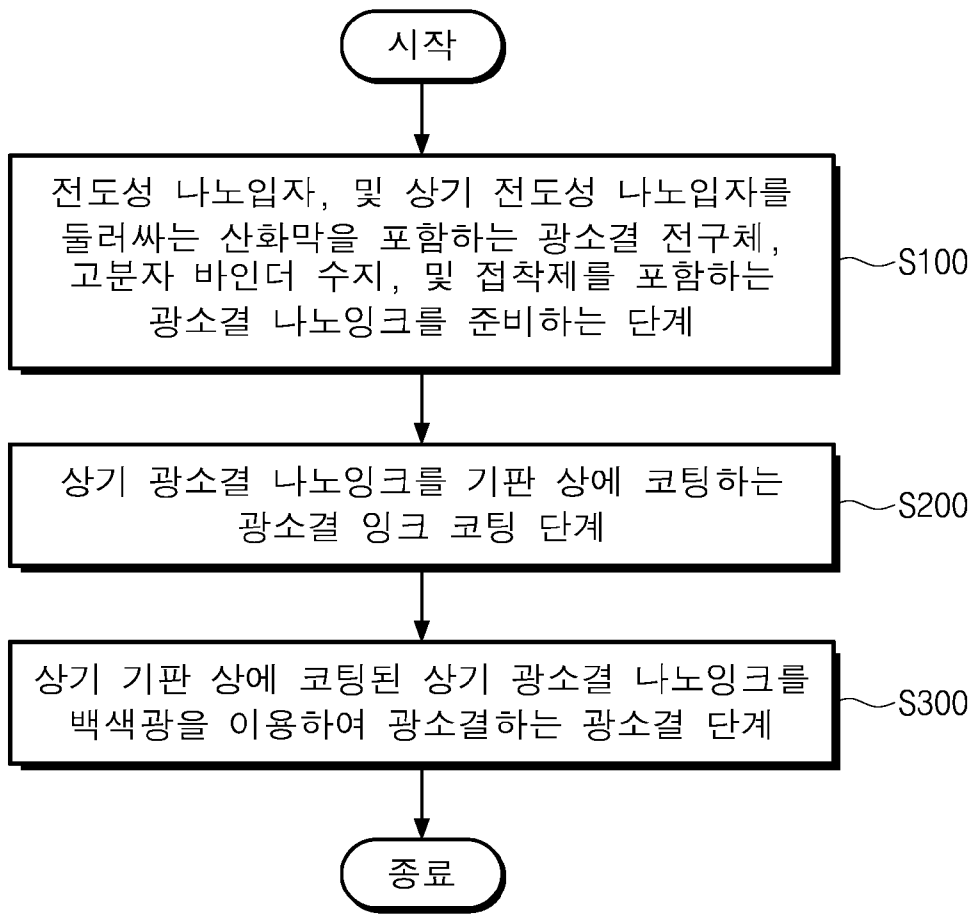
[150] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

## 청구범위

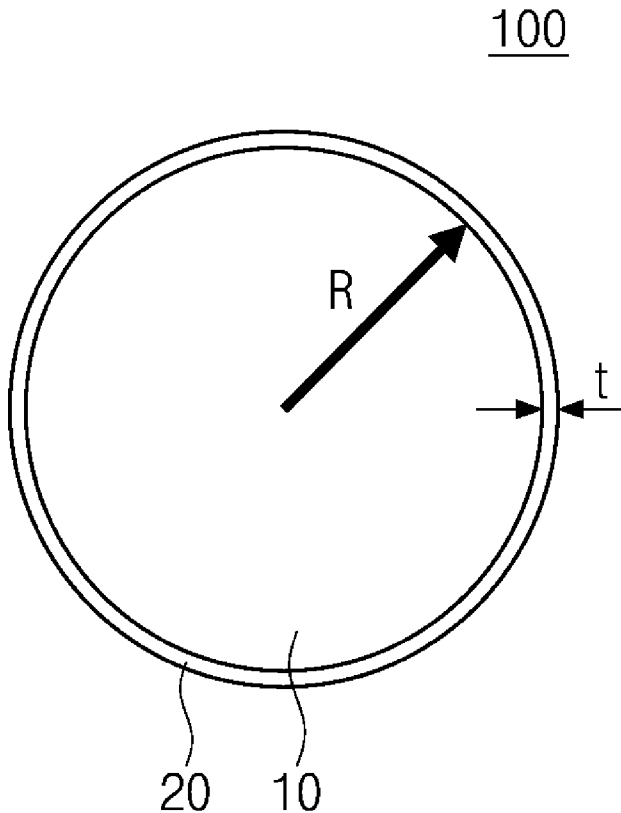
- [청구항 1] 전도성 나노입자; 및  
상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 전도성 나노구조체.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,  
상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자를 포함하고,  
상기 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함하는 전도성 나노구조체.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,  
상기 전도성 나노입자 및 상기 산화막이 복수개인 경우,  
복수의 상기 산화막은 각각 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 것을 포함하는 전도성 나노구조체.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서,  
상기 전도성 나노입자의 반지름 길이에 대한 상기 산화막의 두께의 비율은, 0.1% 이상 8% 이하인 것을 포함하는 전도성 나노구조체.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,  
상기 산화막의 두께는 0.1 nm 이상 7.8 nm 이하인 것을 포함하는 전도성 나노구조체.
- [청구항 6] 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 광소결 전구체;  
고분자 바인더 수지; 및  
접착제를 포함하는 광소결 나노잉크.
- [청구항 7] 제6 항에 있어서,  
상기 전도성 나노입자는 구리 나노입자를 포함하고,  
상기 산화막은  $\text{Cu}_2\text{O}$ 를 포함하는 광소결 나노잉크.
- [청구항 8] 제6 항에 있어서,  
상기 고분자 바인더 수지는 상기 광소결 나노잉크 전체 중량 대비 0.5 내지 5 wt%인 것을 포함하는 광소결 나노잉크.
- [청구항 9] 제6 항에 있어서,  
상기 고분자 바인더 수지는 10,000 내지 500,000의 중량평균분자량을 갖는 광소결 나노잉크.
- [청구항 10] 제6 항에 있어서,  
상기 고분자 바인더 수지는, 폴리비닐피롤리돈 (PVP), 폴리비닐알콜 (PVA), 에틸셀룰로오스(EC), 폴리비닐부티랄, 폴리에틸렌글리콜, 폴리메틸메타크릴레이트, 텍스트란, 아조비스 및 도데실벤젠황산나트륨 중 적어도 어느 하나를 포함하는 광소결 나노잉크.
- [청구항 11] 제6 항에 있어서,  
상기 접착제는, 우레탄 수지, 아크릴 수지, 에폭시 수지, 에폭시 실란, 및

- 스틸렌 수지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 광소결 나노잉크.
- [청구항 12] 전도성 나노입자, 및 상기 전도성 나노입자를 둘러싸는 산화막을 포함하는 광소결 전구체, 고분자 바인더 수지, 및 접착제를 포함하는 광소결 나노잉크를 준비하는 단계;  
상기 광소결 나노잉크를 기판 상에 코팅하는 광소결 잉크 코팅 단계; 및  
상기 기판 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크를 백색광을 이용하여 광소결하는 광소결 단계를 포함하는 광소결 방법.
- [청구항 13] 제12 항에 있어서,  
상기 광소결 단계에서,  
상기 기판 상에 코팅된 상기 광소결 나노잉크가 상기 백색광에 의하여 가열된 온도는, 상기 기판이 상기 백색광에 의하여 가열된 온도 보다 높은 것을 포함하는 광소결 방법.
- [청구항 14] 제12 항에 있어서,  
상기 광소결 나노잉크를 준비하는 단계는,  
상기 전도성 나노입자를 준비하는 단계;  
상기 전도성 나노입자 상에 산소를 제공하여, 상기 산화막을 형성시키는 단계; 및  
상기 산화막이 형성된 상기 전도성 나노입자를, 상기 고분자 바인더 수지, 및 상기 접착제를 포함하는 베이스 용액과 혼합하는 단계를 포함하는 광소결 방법.
- [청구항 15] 제14 항에 있어서,  
상기 산화막을 형성시키는 단계에서,  
상기 전도성 나노입자 상에 제공되는 산소의 농도는 8000 ppm 이상 17000ppm 미만인 것을 포함하는 광소결 방법.

[도1]

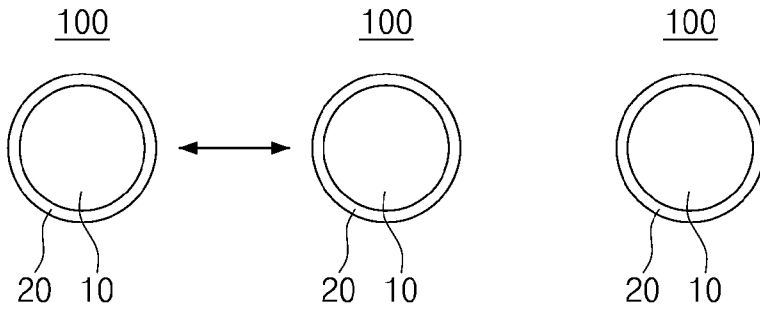


[도2]

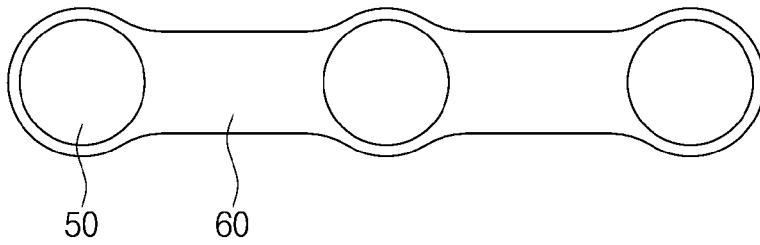


[도3]

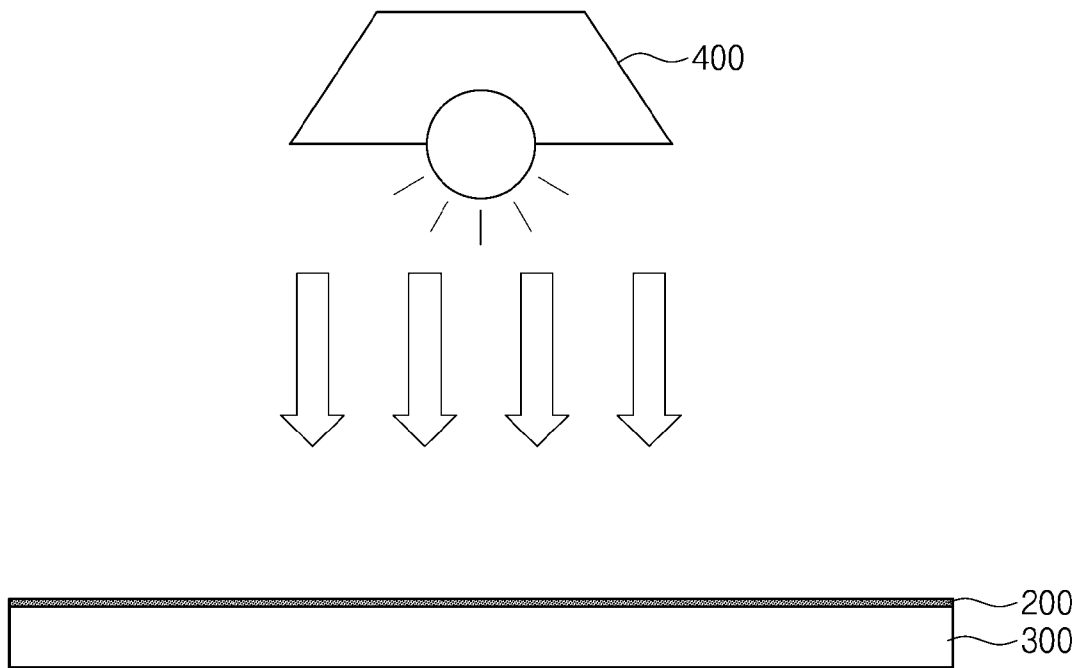
(a)



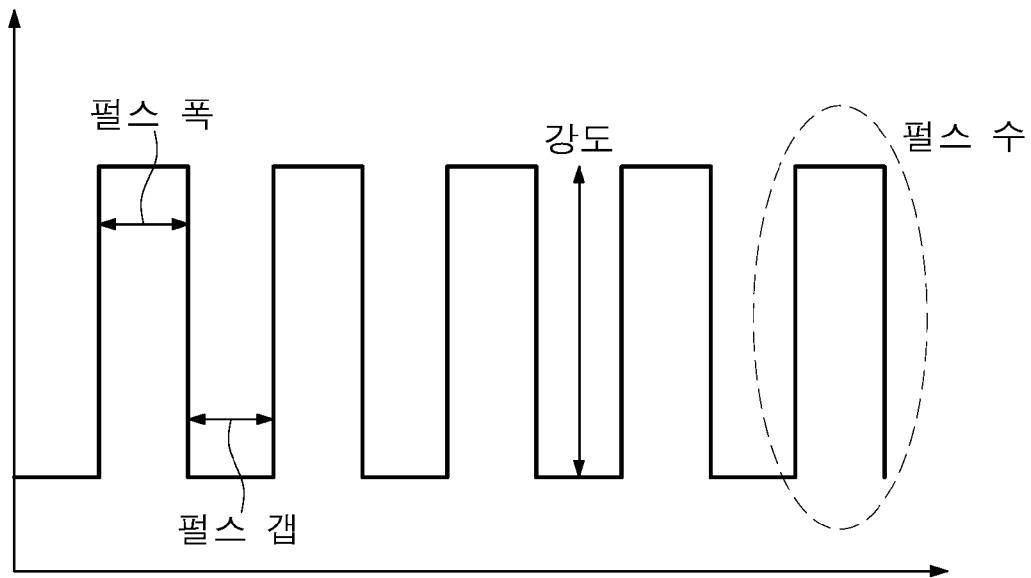
(b)



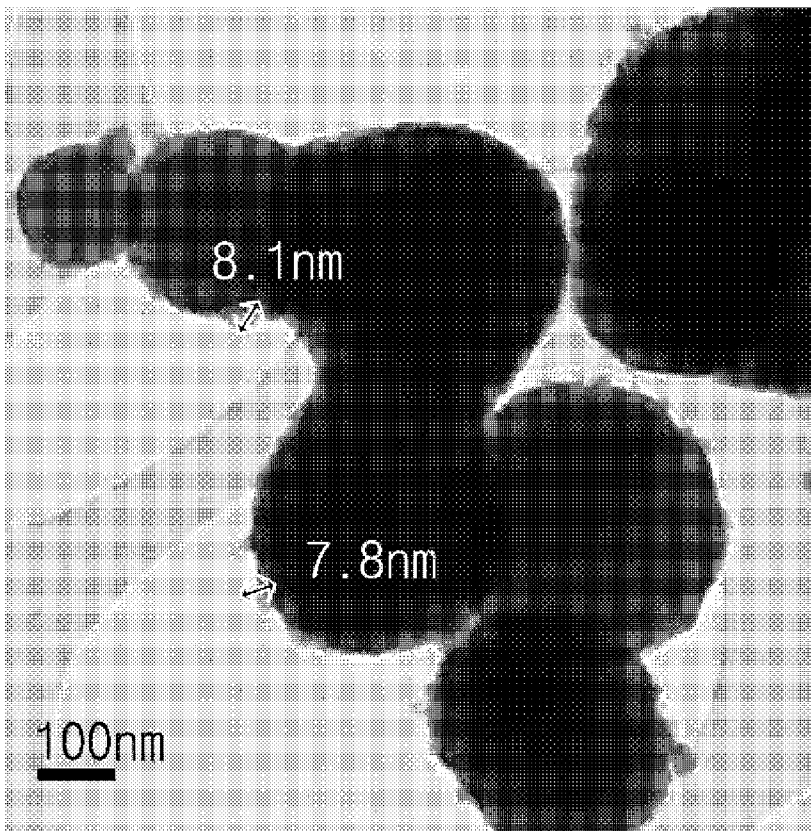
[도4]



[도5]

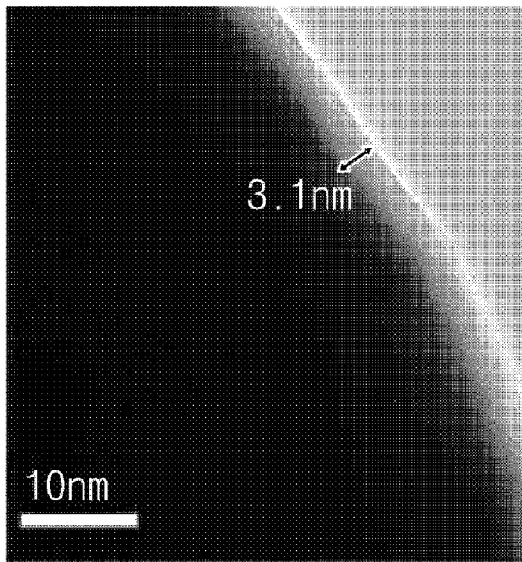


[도6]

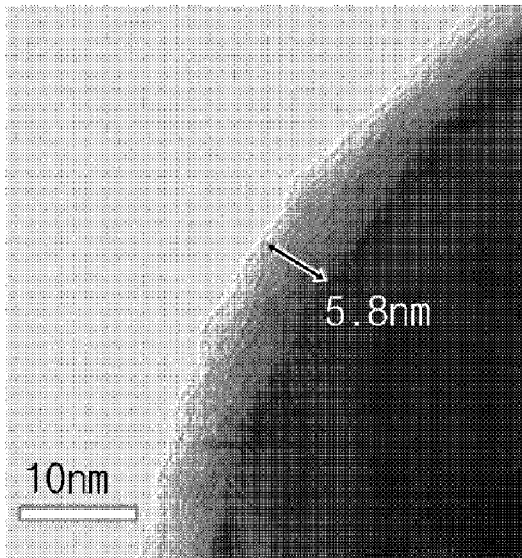


[도7]

(a)

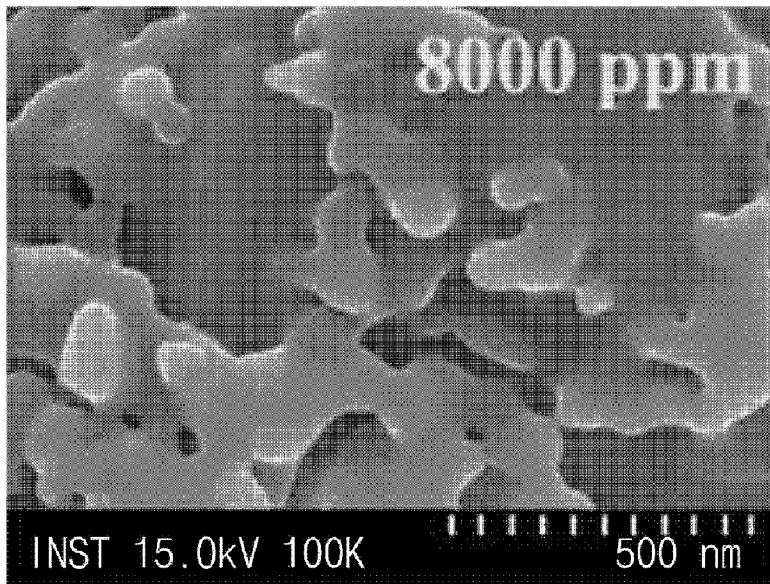


(b)

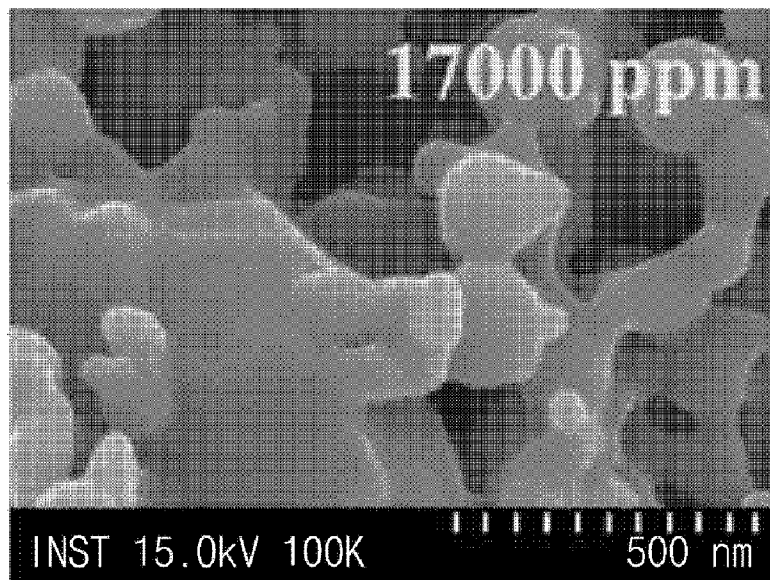


[도8]

(a)

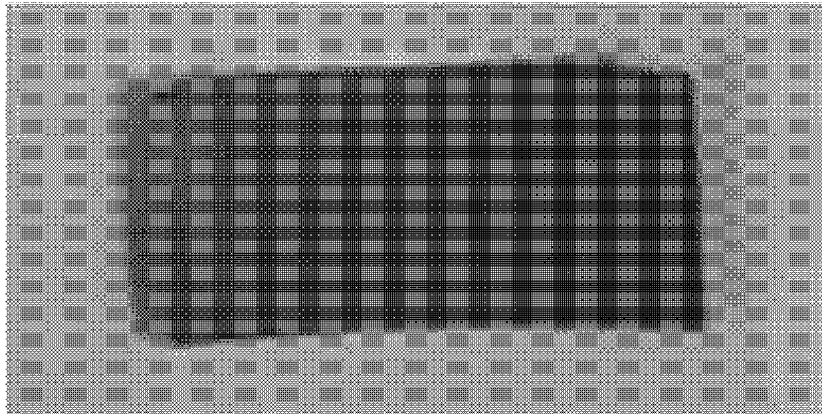


(b)

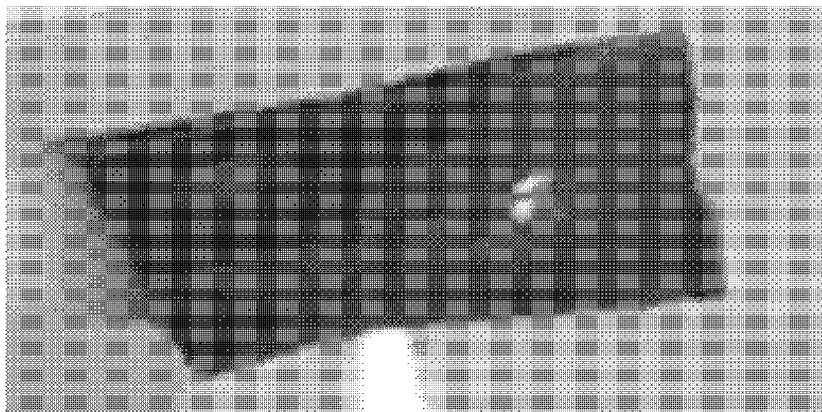


[도9]

(a)

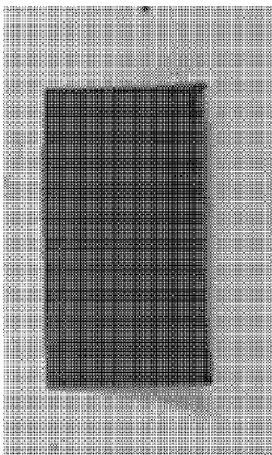


(b)

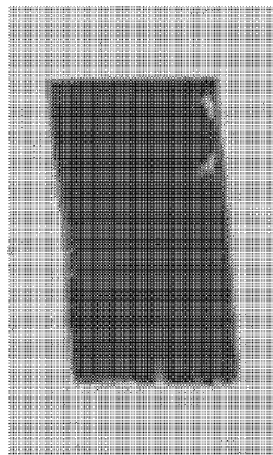


[도10]

(a)

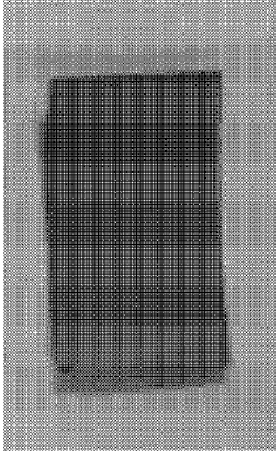


(b)

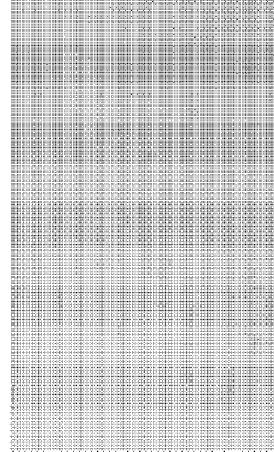


[도11]

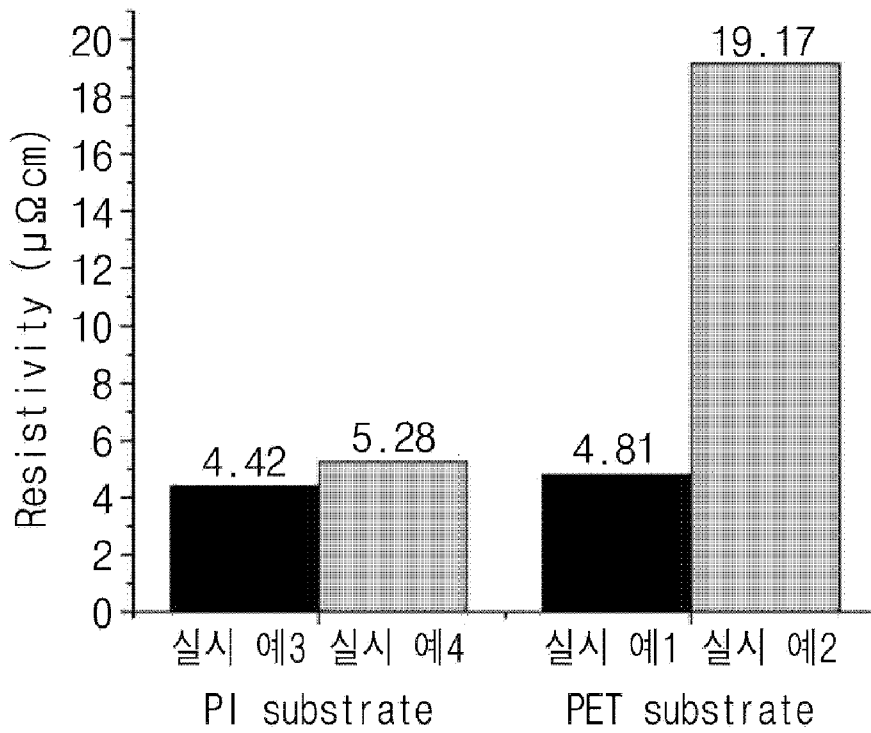
(a)



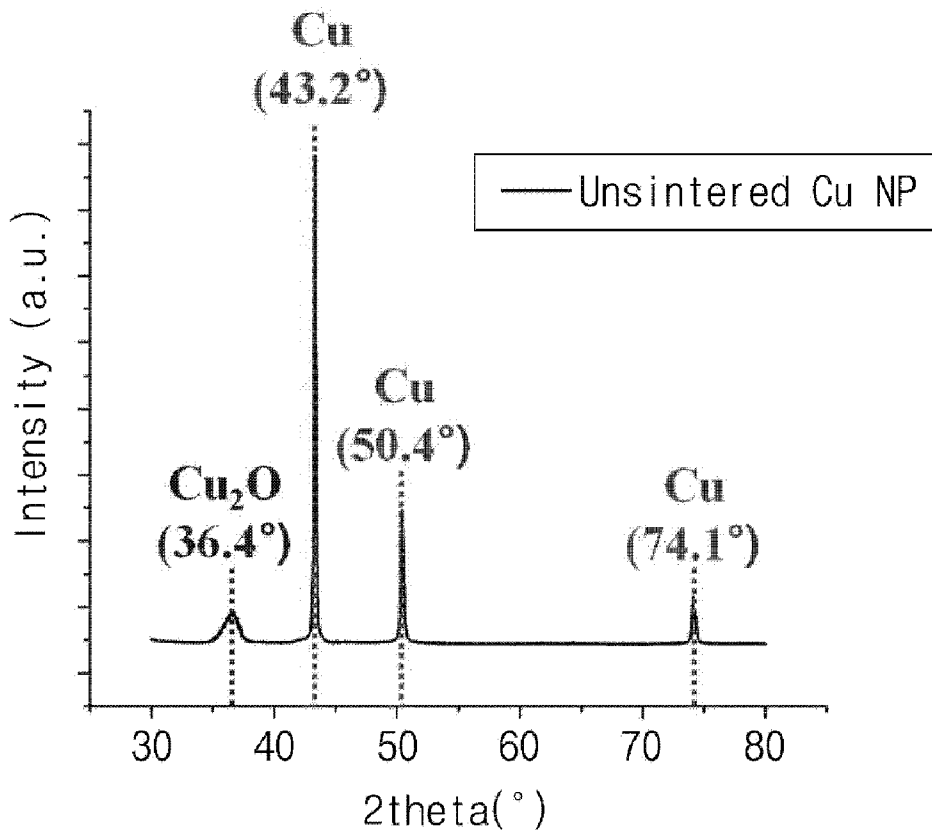
(b)



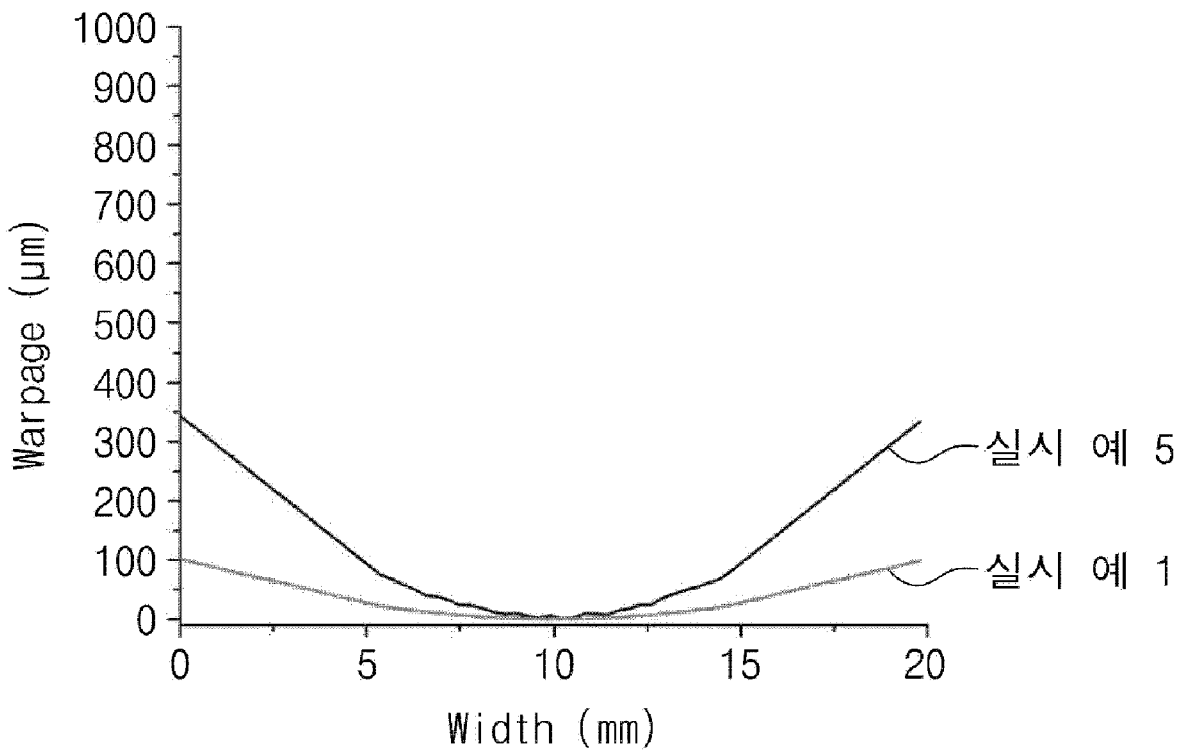
[도12]



[도13]



[도14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/005168

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*H01B 5/00(2006.01)i, C09D 11/52(2014.01)i, C09D 11/037(2014.01)i, C09D 11/10(2006.01)i, C09J 175/04(2006.01)i, C09J 133/00(2006.01)i, C09J 163/00(2006.01)i, H05K 3/12(2006.01)i, H01B 1/02(2006.01)i, H01B 1/22(2006.01)i*  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01B 5/00; B05D 3/06; B22F 3/105; C09D 11/52; H01B 13/00; H05K 1/09; H05K 3/12; C09D 11/037; C09D 11/10; C09J 175/04; C09J 133/00; C09J 163/00; H01B 1/02; H01B 1/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Korean utility models and applications for utility models: IPC as above  
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: nano ink, light sintering, oxide film, conductivity, polymeric binder resin

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2016-0116076 A (HANWHA ADVANCED MATERIALS CORPORATION) 07 October 2016 See paragraphs [52]-[60], claims 5-6, and figure 1.	1-5
Y		6-15
Y	KR 10-1799147 B1 (IUCF-HYU (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) 20 November 2017 See paragraphs [13]-[25], and, figure 1.	6-15
A	JP 2014-116315 A (APPLIED NANOTECH HOLDINGS INC. et al.) 26 June 2014 See paragraphs [88]-[93], and figures 26-27.	1-15
A	US 2009-0311440 A1 (LI, Yunjun et al.) 17 December 2009 See the entire document.	1-15
A	KR 10-1785350 B1 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 17 October 2017 See the entire document.	1-15

 Further documents are listed in the continuation of Box C.

 See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

13 AUGUST 2019 (13.08.2019)

Date of mailing of the international search report

13 AUGUST 2019 (13.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

 Korean Intellectual Property Office  
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,  
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2019/005168**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0116076 A	07/10/2016	None	
KR 10-1799147 B1	20/11/2017	KR 10-2016-0101383 A	25/08/2016
JP 2014-116315 A	26/06/2014	CN 101801674 A	11/08/2010
		CN 101801674 B	04/07/2012
		CN 102448623 A	09/05/2012
		CN 102448623 B	20/01/2016
		EP 2150417 A1	10/02/2010
		EP 2150417 A4	08/09/2010
		EP 2150417 B1	23/10/2013
		EP 2414109 A1	08/02/2012
		EP 2414109 A4	01/10/2014
		JP 2010-528428 A	19/08/2010
		JP 2012-522114 A	20/09/2012
		JP 5957630 B2	27/07/2016
		KR 10-1523929 B1	10/06/2015
		KR 10-1777311 B1	15/09/2017
		KR 10-2010-0040803 A	21/04/2010
		KR 10-2012-0050924 A	21/05/2012
		TW 200911558 A	16/03/2009
		TW 201103960 A	01/02/2011
		TW 201544557 A	01/12/2015
		TW 1476116 B	11/03/2015
		TW 1494384 B	01/08/2015
		TW 1612106 B	21/01/2018
		US 10231344 B2	12/03/2019
		US 2008-0286488 A1	20/11/2008
		US 2009-0274833 A1	05/11/2009
		US 8404160 B2	26/03/2013
		WO 2008-144504 A1	27/11/2008
		WO 2010-114769 A1	07/10/2010
US 2009-0311440 A1	17/12/2009	CA 2723620 A1	19/11/2009
		CN 102112562 A	29/06/2011
		CN 102112562 B	12/02/2014
		EP 2281020 A1	09/02/2011
		EP 2281020 A4	09/04/2014
		EP 2281020 B1	28/09/2016
		EP 2281020 B8	30/11/2016
		JP 2011-521055 A	21/07/2011
		JP 2015-128068 A	09/07/2015
		JP 5766601 B2	19/08/2015
		KR 10-1542522 B1	06/08/2015
		KR 10-2011-0014210 A	10/02/2011
		TW 201008869 A	01/03/2010
		TW 201010865 A	16/03/2010
		TW 1534018 B	21/05/2016
		US 2009-0286383 A1	19/11/2009

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2019/005168**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 9730333 B2	08/08/2017
		WO 2009-140628 A1	19/11/2009
KR 10-1785350 B1	17/10/2017	KR 10-2016-0010359 A	27/01/2016
		WO 2016-010393 A1	21/01/2016

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
**H01B 5/00(2006.01)i, C09D 11/52(2014.01)i, C09D 11/037(2014.01)i, C09D 11/10(2006.01)i, C09J 175/04(2006.01)i, C09J 133/00(2006.01)i, C09J 163/00(2006.01)i, H05K 3/12(2006.01)i, H01B 1/02(2006.01)i, H01B 1/22(2006.01)i**

**B. 조사된 분야**  
 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
 H01B 5/00; B05D 3/06; B22F 3/105; C09D 11/52; H01B 13/00; H05K 1/09; H05K 3/12; C09D 11/037; C09D 11/10; C09J 175/04; C09J 133/00; C09J 163/00; H01B 1/02; H01B 1/22

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌  
 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))  
 eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 나노잉크(nano ink), 광소결(light sintering), 산화막(oxide film), 전도성(conductivity), 고분자 바인더 수지(polymeric binder resin)

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2016-0116076 A (한화첨단소재 주식회사) 2016.10.07 단락 52-60, 청구항 5-6, 및 도면 1 참조.	1-5
Y		6-15
Y	KR 10-1799147 B1 (한양대학교 산학협력단) 2017.11.20 단락 13-25, 및, 도면 1 참조.	6-15
A	JP 2014-116315 A (APPLIED NANOTECH HOLDINGS INC. 등) 2014.06.26 단락 88-93, 및 도면 26-27 참조.	1-15
A	US 2009-0311440 A1 (YUNJUN LI 등) 2009.12.17 전체 문헌 참조.	1-15
A	KR 10-1785350 B1 (한국화학연구원) 2017.10.17 전체 문헌 참조.	1-15

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.  대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:  
 “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌  
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌  
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌  
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌  
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌  
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌  
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.  
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.  
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2019년 08월 13일 (13.08.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 08월 13일 (13.08.2019)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김연경 전화번호 +82-42-481-3325
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0116076 A	2016/10/07	없음	
KR 10-1799147 B1	2017/11/20	KR 10-2016-0101383 A	2016/08/25
JP 2014-116315 A	2014/06/26	CN 101801674 A CN 101801674 B CN 102448623 A CN 102448623 B EP 2150417 A1 EP 2150417 A4 EP 2150417 B1 EP 2414109 A1 EP 2414109 A4 JP 2010-528428 A JP 2012-522114 A JP 5957630 B2 KR 10-1523929 B1 KR 10-1777311 B1 KR 10-2010-0040803 A KR 10-2012-0050924 A TW 200911558 A TW 201103960 A TW 201544557 A TW I476116 B TW I494384 B TW I612106 B US 10231344 B2 US 2008-0286488 A1 US 2009-0274833 A1 US 8404160 B2 WO 2008-144504 A1 WO 2010-114769 A1	2010/08/11 2012/07/04 2012/05/09 2016/01/20 2010/02/10 2010/09/08 2013/10/23 2012/02/08 2014/10/01 2010/08/19 2012/09/20 2016/07/27 2015/06/10 2017/09/15 2010/04/21 2012/05/21 2009/03/16 2011/02/01 2015/12/01 2015/03/11 2015/08/01 2018/01/21 2019/03/12 2008/11/20 2009/11/05 2013/03/26 2008/11/27 2010/10/07
US 2009-0311440 A1	2009/12/17	CA 2723620 A1 CN 102112562 A CN 102112562 B EP 2281020 A1 EP 2281020 A4 EP 2281020 B1 EP 2281020 B8 JP 2011-521055 A JP 2015-128068 A JP 5766601 B2 KR 10-1542522 B1 KR 10-2011-0014210 A TW 201008869 A TW 201010865 A TW I534018 B US 2009-0286383 A1	2009/11/19 2011/06/29 2014/02/12 2011/02/09 2014/04/09 2016/09/28 2016/11/30 2011/07/21 2015/07/09 2015/08/19 2015/08/06 2011/02/10 2010/03/01 2010/03/16 2016/05/21 2009/11/19

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1785350 B1	2017/10/17	US 9730333 B2 WO 2009-140628 A1	2017/08/08 2009/11/19
		KR 10-2016-0010359 A WO 2016-010393 A1	2016/01/27 2016/01/21