(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0092417
(43) 공개일자 2022년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) *C23C 18/16* (2006.01)
C25D 1/00 (2006.01) *C25D 1/08* (2006.01)
H01B 5/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 13/0026 (2013.01)
C23C 18/1648 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0185530
(22) 출원일자 2021년12월23일
심사청구일자 2021년12월23일
(30) 우선권주장
1020200181539 2020년12월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
임동찬
경상남도 창원시 의창구 북면
김소연
경상남도 창원시 의창구 북면 감계로 297
자한다
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797
(74) 대리인
이원희

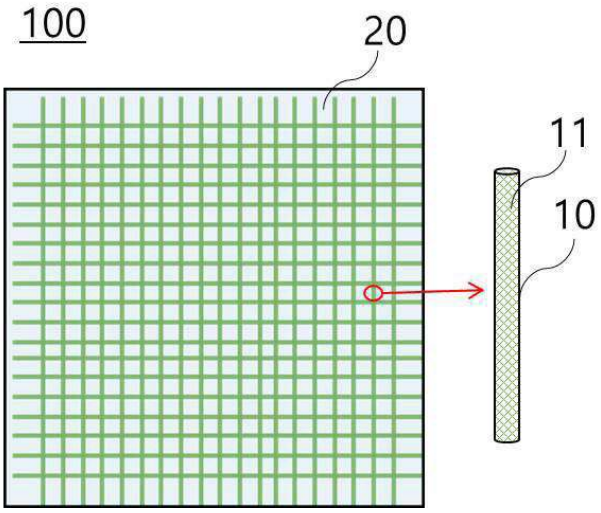
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **금속 나노 메시 제조용 몰드, 및 이를 이용하여 제조된 금속 나노 메시 및 유기전자소자**

(57) 요 약

본 발명은 금속 나노 메시 제조용 몰드, 및 이를 이용하여 제조된 금속 나노 메시 및 유기전자소자에 관한 것으로, 구체적으로는, 마이크로 메시, 상기 마이크로 메시의 적어도 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어 및 상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층을 포함하는 금속 나노 메시 제조용 몰드, 및 이를 이용하여 제조된 금속 나노 메시 및 유기전자소자에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C23C 18/1657 (2013.01)
C25D 1/006 (2013.01)
C25D 1/08 (2013.01)
H01B 5/14 (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415174576
과제번호 2018201010636A
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지수요관리핵심기술
연구과제명 스마트 센서의 독립전원을 위한 에너지 하베스팅 소재 및 모듈 개발(4/5)
기 여 율 50/100
과제수행기관명 한양대학교 산학협력단
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711132826
과제번호 2020M3H4A308182012
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 나노 및 소재 기술개발사업-국가핵심소재연구단(플랫폼형)
연구과제명 고감도 롤러블 광전소자용 전극소재 및 융합화 공정기술 개발(1단계)(2/3)
기 여 율 50/100
과제수행기관명 한국화학연구원
연구기간 2021.01.15 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 일면에 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시; 및

상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층;을 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어는 상기 마이크로 메시 상에 네트워크 구조로 형성되는, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어는 은(Ag), 금(Au), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어는 평균 직경이 30nm 내지 50nm인, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 마이크로 메시는 선폭이 100㎛ 내지 200㎛의 범위를 갖는, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어는 절연체로 코팅된 나노 메시 상에 형성된, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 절연체층은 고분자 물질로 이루어진, 금속 나노 메시 제조용 몰드.

청구항 8

마이크로 메시의 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어를 형성하는 단계; 및

상기 마이크로 메시의 타면에 절연체층을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어는 용액 코팅 방법으로 형성되는, 금속 나노 메시 제조용 몰드의 제조방법.

청구항 10

제1항의 금속 나노 메시 제조용 몰드를 이용하여 금속 나노 메시를 제조하는 방법으로서,

마이크로 메시, 상기 마이크로 메시의 적어도 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어 및 상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층을 포함하는 금속 나노 메시 제조용 몰드의 상기 제1 금속 나노와이어 상에 제2 금속을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 금속은 전해도금 또는 무전해도금 방식으로 형성되는, 금속 나노 메시의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제1 금속 나노와이어 상에 형성된 제2 금속을 기판상에 전사하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 기판은 접착성을 갖는 투명 기판인, 금속 나노 메시의 제조방법.

청구항 14

제10항의 제조방법으로 제조된, 금속 나노 메시.

청구항 15

투명 기판; 및

제14항의 금속 나노 메시;를 포함하는 금속 나노 메시 전극.

청구항 16

제15항의 금속 나노 메시 전극을 포함하는 유기 전자 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 나노 메시 제조용 몰드, 및 이를 이용하여 제조된 금속 나노 메시 및 유기전자소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 평판디스플레이나 태양전지의 발달로 인해서 투명한 전극소재에 대한 사용량이 비약적으로 증가하였다. 하지만 기존의 ITO(indium tin oxide)을 기반으로 하는 투명전극(Transparent electrode)소재는 인듐의 고갈이나, 재료의 낮은 전도도 등으로 인해서 새로운 투명전극용 소재의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 보다 최근에는 인쇄기술을 바탕으로 제조된 유연 전자 소자가 차세대 핵심소자로 떠오르면서 이러한 소자에 적용할 수 있는 투명전극소재 및 공정에 대한 연구도 주목을 받고 있다. 인쇄가 가능한 투명전극소재는 앞서 언급한 유연전자 소자뿐만 아니라 유연성이 없는 기존의 평판 디스플레이에 투명전극도 가격경쟁력 있는 인쇄공정으로 구현 가능하기 때문에 성공적인 개발이 이루어진다면 많은 산업적 수요가 있을 것으로 예상된다.

[0005] 현재 투명전극으로 사용될 수 있는 재료로는 금속, 금속산화물, 전도성 고분자, 탄소재료 등을 들 수 있다. 금속박막전극의 경우 높은 전도도를 가지고 있지만 낮은 투과율로 인해 투명전극으로 적절하지 않으며, 전도성 고분자 및 탄소 재료는 낮은 전도도 및 공정상의 문제, 높은 투명도와 전도도를 동시에 얻기 어려움 등으로 인해 상업화단계에 이르기에는 보다 많은 연구를 필요로 한다.

[0007] 한편, 기존의 투명전극 소재들의 단점을 해결할 수 있는 보완전극의 연구가 절실하며, 이에 새롭게 부각되고 있는 전극은 금속전극에 패턴을 주어 투과도를 증가시키는 금속 그리드 형태의 금속 메시 전극이다. 금속 전극이 미세하게 패터닝 되어서 나노 메시(Nano Mesh) 형태가 되면 투과도가 증가하면서 금속 자체의 높은 전도도를 그대로 유지되기 때문에 투명전극의 필수 요소인 높은 투과도와 낮은 면저항을 동시에 구현할 수 있게 된다. 이에 대해 금속 메시 전극의 선 간격(피치), 선폭 및 높이들을 조절하면 보다 높은 투과도를 나타낼 수 있다는 연구결과가 보고된 바 있다.

[0009] 나노 메시는 순수하게 나노 메시만을 이용한 경우와 나노 메시와 PEDOT, ITO 같은 기존에 알려져 있는 전도성물질로 추가적인 박막을 형성하여 전도도를 향상 시키는 방법으로 나눌 수 있다. 전자의 방법은 나노 메시 사이의 빈공간의 전도도를 보장할 수 없어서 메시를 구성하는 선 간격과 선폭을 가능한 최소한으로 구현해야 한다.

[0011] 이러한 금속 나노 메시를 제조하기 위해 주로 증착 및 식각과정을 거치는 공정이 수행되어 왔으나 이후 다양한 인쇄방법으로 대체하려는 노력이 이루어지고 있다. 이와 관련된 종래의 기술로 비특허문헌 1에서는 잉크젯 프린팅을 이용하여 전도성 잉크의 두 번 프린팅으로 고해상도를 지닌 패턴을 형성할 수 있는 방법을 개시한 바 있다.

[0013] 하지만 현재 기술적 수준으로 인쇄 기법을 통해 투명 전극에 요구되는 면 저항 및 투과도를 동시에 만족시키는 미세한 선 간격과 선폭을 지닌 메시를 제조하는 것은 매우 어려우며, 대면적 및 고해상도의 투명 전극을 값싼 공정으로 얻기에는 다소 무리가 있다. 이에, 금속 나노 메시 전극을 투명 전극으로서 상업적으로 응용하기 위해서는 값싼 공정으로 대면적, 선 간격(피치) 및 선폭을 최소화하여 할 수 있는 공정 개발이 요구된다.

[0015] 본 출원인은 상기 문제를 해결하기 위하여, 반복적으로 금속 나노 메시를 제조할 수 있는 금속 나노 메시 제조용 몰드를 개발하여 상기 몰드를 이용하여 금속 나노 메시를 대면적으로 용이하게 제조할 수 있는 제조할 수 있는 방법을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0017] (비특허문헌 0001) Y.-Y. Noh et al., Nat. Nanotechno,, 2, 784 (2007)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명의 목적은 금속 나노 메시 제조용 몰드, 및 이를 이용하여 제조된 금속 나노 메시 및 유기전자소자를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0021] 일 측면에서는,

[0022] 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시; 및

[0023] 상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층;을 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드가 제공된다.

[0025] 상기 제1 금속 나노와이어는 상기 마이크로 메시 상에 네트워크 형태로 형성될 수 있다.

[0027] 상기 제1 금속 나노와이어는 은(Ag), 금(Au), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0029] 상기 제1 금속 나노와이어는 평균 직경이 30nm 내지 50nm일 수 있다.

[0031] 상기 마이크로 메시는 선폭이 100㎛ 내지 200㎛의 범위를 가질 수 있다.

[0033] 상기 마이크로 메시는 절연성을 나타낸다.

[0035] 다른 일 측면에서는,

[0036] 마이크로 메시의 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어를 형성하는 단계; 및

[0037] 상기 마이크로 메시의 타면에 절연체층을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드의 제조방법이 제공된다.

[0039] 상기 제1 금속 나노와이어는 용액 코팅 방법으로 형성될 수 있다.

[0040] 또 다른 일 측면에서는,

[0041] 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드를 이용하여 금속 나노 메시를 제조하는 방법으로서,

[0042] 마이크로 메시, 상기 마이크로 메시의 적어도 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어 및 상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층을 포함하는 금속 나노 메시 제조용 몰드의 상기 제1 금속 나노와이어 상에 제2 금속을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시의 제조방법이 제공된다.

[0044] 상기 제2 금속을 형성하는 단계는 전해도금 또는 무전해도금 방법으로 수행될 수 있다.

[0046] 상기 제1 금속 나노와이어 상에 형성된 제2 금속을 기판상에 전사하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0048] 상기 기판은 접착성을 갖는 투명 기판일 수 있다.

[0050] 또 다른 일 측면에서는,

[0051] 상기 제조방법으로 제조된 금속 나노 메시가 제공된다.

[0053] 또 다른 일 측면에서는,

[0054] 상기 금속 나노 메시;를 포함하는 금속 나노 메시 전극이 제공된다.

[0056] 또 다른 일 측면에서는,

[0057] 상기 금속 나노 메시를 포함하는 전극;을 포함하는 유기 전자 소자가 제공된다.

발명의 효과

[0059] 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드는 상기 몰드의 네트워크 구조를 갖는 제1 금속 나노와이어 상에 금속을 형성하여 상기 제1 금속 나노와이어의 선 간격 및 선폭을 갖는 금속 나노 메시를 형성할 수 있어, 보다 작은 선 간격 및 선폭을 갖는 금속 나노 메시를 제조할 수 있다.

[0061] 또한, 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 이용하여 나노 크기의 메시 구조를 갖는 금속 나노 메시를 저가에 대면적으로 용이하게 제조할 수 있고, 반복적으로 제조할 수 있어, 금속 나노 메시를 상업적으로 응용하는 데 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 개략적으로 나타낸 모식도이고,

도 2는 일 실시 예에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하기 위한 공정도이고,

도 3은 다른 실시 예에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하기 위한 공정도이고,

도 4는 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 이용하여 금속 나노 메시를 제조하는 공정도이고,

도 5는 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드의 마이크로 메시 및 제1 금속 나노와이어에 대한 모식도 및 주사전자현미경(SEM) 사진이고,

도 6은 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드의 마이크로 메시의 모식도 및 이에 대해 주사전자현미경(SEM) 및 에너지분광분석(EDS)장치로 분석한 결과이고,

도 7은 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 이용하여 제조한 금속 나노 메시를 기판 상에 전사 후 주

사전자현미경(SEM) 및 에너지분광분석(EDS)장치로 분석한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명한다. 그러나 본 발명의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 또한, 이하의 실시 예는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0066] 일 측면에서는,

[0067] 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시; 및

[0068] 상기 마이크로 메시의 타면에 형성된 절연체층;을 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드가 제공된다.

[0070] 이하, 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0072] 도 1은 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

[0074] 도 1을 참조하면, 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)는 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어(11)가 형성된 마이크로 메시(10)를 포함한다.

[0076] 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)는 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 제2 금속 나노 메시를 형성할 수 있다.

[0078] 상기 마이크로 메시(10)는 100㎛ 내지 200㎛의 선폭을 갖는 메시일 수 있고 보다 바람직하게는 100㎛ 내지 200㎛의 선폭 및 3㎜ 내지 5㎜의 선 간격을 갖는 메시일 수 있다.

[0080] 만약, 상기 마이크로 메시(10)의 선폭이 200㎛을 초과할 경우 상기 메시에 노치가 형성되어 상기 메시(10)상에 코팅되는 제1 금속 나노와이어의 형성에 노치가 형성되어 제조되는 금속 나노 메시가 균일하게 형성되지 못하거나 제대로 형성되지 못하는 문제가 발생될 수 있다.

[0081]

[0082] 상기 마이크로 메시(10)는 상기 선 간격 및 선폭을 갖는 절연성을 나타내는 메시 구조물로서, 일례로, 비금속, 고분자 등의 메시 구조물일 수 있고, 또는 상기 제1 금속 나노와이어가 코팅되는 적어도 일면에 절연체가 코팅된 금속, 비금속, 고분자 등의 메시 구조물일 수 있다.

[0083] 이는, 상기 몰드를 이용하여 도금의 방법 등으로 금속 메시를 형성할 때 상기 마이크로 메시(10)에 코팅된 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 금속이 선택적으로 도금되도록 하기 위한 것일 수 있다.

[0085] 만약, 상기 제1 금속 나노와이어가 전도성 표면상에 형성될 경우, 이후 금속 나노 메시를 형성하기 위한 도금과정에서, 금속이 상기 마이크로 메시 전체에 형성된 제1 금속 나노와이어상에 선택적으로 형성되지 않을 수

있다.

[0087] 이때, 상기 절연체는 실리콘(Si)산화물, 알루미늄(Al)산화물등의 금속 산화물 또는 절연성을 갖는 고분자화합물이 사용될 수 있다.

[0089] 상기 제1 금속 나노와이어(11)는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성될 수 있고 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성된 금속산화물 상에 형성될 수 있다.

[0091] 상기 제1 금속 나노와이어(11)는 은(Ag), 금(Au), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어질 수 있다.

[0092] 상기 제1 금속 나노와이어(11)는 평균 직경이 1nm 내지 500nm일 수 있고, 바람직하게는 1nm 내지 100nm일 수 있고, 보다 바람직하게는 30nm 내지 50nm일 수 있으며 이를 통해 상기의 나노 크기의 선폭을 갖는 금속 나노 메시를 제조할 수 있다.

[0093] 또한, 상기 제1 금속 나노와이어(11)의 길이는 12㎛ 내지 100㎛일 수 있고, 바람직하게는 10㎛ 내지 50㎛일 수 있으며, 상기 마이크로 메시(10) 상에 네트워크 구조 또는 메시 구조로 형성될 수 있다. 이를 통해 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 형성되는 금속이 네트워크 구조 또는 메시 구조를 갖도록 할 수 있어 금속 나노 메시를 제조할 수 있다.

[0095] 상기 절연체층(20)은 고분자 물질로 이루어질 수 있고, 바람직하게는 접착성 고분자 물질로 이루어질 수 있다.

[0096] 일례로, 상기 절연체층(20)은 폴리디메틸실록산(PDMS) 또는 폴리우레탄(PU)일 수 있으나 이에 제한된 것은 아니며, 절연성 또는 비전도성 고분자 물질이 사용될 수 있다.

[0098] 상기 절연체층(20)은 상기 마이크로 메시(10)를 지지하기 위해 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 형성되며, 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면을 제외한 영역을 둘러싸는 형태로 형성될 수 있다.

[0100] 다른 일 측면에서는,

[0101] 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어(11)를 형성하는 단계; 및

[0102] 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 형성된 절연체층(20)을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제조방법이 제공된다.

[0104] 이하, 다른 일 측면에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제조방법을 도면을 참조하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0106] 도 2는 일 실시 예에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제조방법을 모식적으로 나타낸 공정 모식도이고, 도 3은 다른 실시 예에 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제조방법을 모식적으로 나타낸 공정 모식도이다.

[0108] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)를 제조하기 위해, 먼저 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 제1 금속 나노와이어(11)를 형성하는 단계를 수행할 수 있다.

[0110] 상기 단계는 상기 마이크로 메시(10) 상에 제1 금속 나노와이어(11)를 제조하는 단계로서, 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10) 상에 네트워크 구조 또는 메시 구조의 제1 금속 나노와이어(11)를 제조하는 단계일 수 있다.

[0112] 상기 마이크로 메시(10)는 선 간격 및 선폭이 1nm 내지 1000nm의 범위를 갖는 절연성의 메시 구조물로서, 일례로, 비금속, 고분자 등의 메시 구조물일 수 있고 또는 상기 제1 금속 나노와이어가 코팅되는 적어도 일면에 절연체가 코팅된 금속, 비금속, 고분자 등의 메시 구조물일 수 있다.

[0114] 상기 제1 금속 나노와이어(11)는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성될 수 있고 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성된 절연체 상에 형성될 수 있다.

[0116] 이때, 상기 절연체는 실리콘(Si)산화물, 알루미늄(Al)산화물 등의 금속 산화물 또는 전기적 절연성을 갖는 고분자 화합물이 사용될 수 있다.

[0118] 상기 제1 금속 나노와이어(11)는 용액 코팅 방법을 이용하여 상기 마이크로 메시(10) 상에 네트워크 구조 또는 메시 구조로 형성될 수 있다.

[0119] 구체적으로는 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating), 잉크젯코팅(inkjet coating), 슬릿코팅(slit coating) 또는 딥코팅(deep coating) 등의 방법으로 형성될 수 있으나 이에 제한된 것은 아니다.

[0120] 일례로, 상기 마이크로 메시(10) 상에 제1 금속 용액을 400 rpm 내지 1000 rpm 으로 30 초 내지 60 초 동안 스핀 코팅하여 코팅한 후 100 ℃ 내지 180 ℃에서 5 분 내지 20 분간 열처리하여 용매를 건조시키는 방법으로 상기 마이크로 메시(10)를 둘러싸는 형태로 제1 금속 나노와이어(11)가 형성될 수 있다.

[0122] 상기 제조된 제1 금속 나노와이어(11)는 평균 직경이 1nm 내지 500nm일 수 있고, 바람직하게는 1nm 내지 100nm일 수 있고, 보다 바람직하게는 30nm 내지 50nm일 수 있고, 길이는 12㎛ 내지 100㎛일 수 있고, 바람직하게는 10㎛ 내지 50㎛일 수 있다.

[0124] 다음, 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 절연체층을 형성하는 단계를 수행할 수 있다.

[0126] 상기 단계는 상기 마이크로 메시(10)의 일면 및 상기 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어(11)이 외부로 노출되고, 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 절연체층을 형성하기 위한 단계로서, 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10)의 일면을 제외한 영역이 절연체층(20)에 의해 내장된 형태의 몰드를 형성하기 위한 단계일 수 있다.

[0127] 상기 형태의 몰드를 이용하여, 상기 마이크로 메시(10)의 일면에 형성된 제1 나노 와이어(11) 상에 금속 나노 메시를 형성할 수 있다.

[0129] 이때, 상기 절연체층(20)은 고분자 물질로 이루어질 수 있고 바람직하게는 접착성 고분자 물질로 이루어질 수 있다.

[0131] 상기 절연체층(20)을 형성하는 단계는 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시의 타면에 고분자 용액을 도포하여 경화시키는 방법으로 수행될 수 있다.

[0132] 일례로, 상기 절연체층(20)은 폴리디메틸실록산(PDMS)로 이루어질 수 있고, 상기 단계는 폴리디메틸실록산(PDMS) 및 폴리디메틸실록산 경화제(cross-linker)를 포함하는 용액을 상기 제1 금속 나노와이어(11)가 형성된 마이크로 메시(10)의 일면을 제외한 영역에 도포하는 단계; 및 폴리디메틸실록산(PDMS)을 경화시키는 단계를 포

함할 수 있다.

[0134] 또한, 상기 절연체층(20)을 형성하는 단계는 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시(110)의 일면에 접착성 고분자 필름(300)을 접착하는 단계;

[0135] 상기 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시(110)의 타면에 절연성 고분자 용액을 도포 및 경화하는 단계; 및

[0136] 상기 접착성 고분자 필름(300)을 제거하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0137] 일례로, 상기 접착성 고분자 필름(300)은 드라이 필름일 수 있고, 상기 절연성 고분자는 폴리우레탄(PU)일 수 있다. 이에 상기 절연체층(20)을 형성하는 단계는 롤 라미네이터를 이용하여 상기 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시(110)의 타면에 드라이 필름을 열 압착한 후 상기 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시(110)의 타면에 폴리우레탄(PU)용액을 도포 및 경화하여 절연체층(20)을 형성하고, 이후 현상액을 이용하여 상기 드라이 필름을 제거하는 방법으로 수행될 수 있다.

[0139] 한편, 다른 일 측면에서는,

[0140] 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)를 이용하여 금속 나노 메시를 제조하는 방법으로서,

[0141] 마이크로 메시(10), 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어(11) 및 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 형성된 절연체층(20)을 포함하는 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제1 금속 나노와이어(11) 상에 제2 금속을 형성하는 단계;를 포함하는, 금속 나노 메시의 제조방법이 제공된다.

[0143] 이하, 상기 금속 나노 메시의 제조방법을 상세히 설명한다.

[0145] 도 4는 금속 나노 메시의 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정 모식도이다.

[0147] 상기 금속 나노 메시의 제조방법은 전술한 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)를 이용하여 금속 나노 메시를 제조하는 방법으로, 상기 금속 나노 제조용 몰드(100)는 마이크로 메시(10), 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성된 제1 금속 나노와이어(11) 및 상기 마이크로 메시(10)의 타면에 형성된 절연체층을 포함할 수 있고, 바람직하게는 상기 제1 나노와이어(11)는 상기 마이크로 메시(10)의 적어도 일면에 형성된 절연체 상에 형성될 수 있다.

[0149] 도 4를 참조하면 상기 금속 나노 메시의 제조방법은 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)의 제1 금속 나노와이어(11) 상에 제2 금속(200)을 형성하는 단계를 포함한다.

[0151] 상기 금속 나노 메시 제조용 몰드(100)는 절연체가 형성된 마이크로 메시(10)의 일면 및 상기 절연체상에 형성된 제1 금속 나노와이어(11)이 외부로 노출되고, 상기 마이크로 메시(10) 타면에 절연체층이 형성된 형태의 몰드일 수 있고, 바람직하게는 상기 마이크로 메시(10)의 일면을 제외한 영역이 절연체층(20)에 의해 내장된 형태의 몰드일 수 있다.

[0153] 이때, 몰드의 외부로 노출된 영역 중 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 선택적으로 제2 금속(200)가 형성되도록 하기 위해, 상기 제2 금속을 형성하는 단계는 바람직하게는 전해도금 또는 무전해도금 방법으로 수행될 수 있다.

[0155] 일례로, 알루미늄 산화물(Al_2O_3)로 코팅된 구리 마이크로 메시 상에 네트워크 구조 또는 메시 구조로 형성된 은 나노 와이어(Ag nanowird, AgNW)를 포함하는 몰드를 사용하여, 상기 몰드를 구리 용액에 침지시킨 후 전해도금 또는 무전해도금시킴으로써 상기 네트워크 구조 또는 메시 구조의 은 나노 와이어(AgNW) 상에 선택적으로 구리(cu)가 도금되도록 할 수 있다. 이를 통해 구리 나노 메시를 형성할 수 있다.

[0157] 상기 금속 나노 메시의 제조방법은 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 제2 금속(200)을 형성하는 단계 이후, 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 형성된 제2 금속(200)을 기판(210)상에 전사하는 단계를 더 수행할 수 있다.

[0159] 이때, 상기 기판(210)은 광을 투과시킬 수 있는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 실리콘 기판, 유리 기판, 또는 고분자 기판을 포함할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0161] 상기 실리콘 기판은 단일 실리콘 기판 또는 p-Si 기판을 포함할 수 있고, 상기 유리 기판은, 규산알칼리계 유리, 무알칼리계 유리, 또는 석영 유리 중 어느 하나 또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 다양한 물질로 이루어질 수 있다. 상기 고분자 기판은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphtalate, PEN), 폴리이미드(polyimide, PI), 및 폴리우레탄(polyurethane) 중 어느 하나 또 는 이들의 조합으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0163] 상기 기판(210)은 바람직하게는 투명 기판일 수 있고, 바람직하게는 접착성을 갖는 투명 기판일 수 있다.

[0165] 상기 전사하는 단계는 일례로 상기 접착성을 갖는 투명기판(210)을 상기 제2 금속(200)에 접촉시킨 후 제거하는 방법으로, 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 형성된 제2 금속(200)을 상기 투명기판(210) 상에 전사시킬 수 있다.

[0166] 일례로 상기 제1 금속 나노와이어(11) 상에 형성된 제2 금속(200)을 광학용 투명 접착 필름(Optically Clear Adhesive, OCA)에 전사시킬 수 있고, NOA72 등의 광 접착제로 이용해 PET(Polyethylene Terephthalate) 필름에 전사시킬 수 있다.

[0168] 상기 기판(210)으로 전사된 제2 금속(200)은 상기 제1 금속 나노와이어(11)와 같이 네트워크 구조 또는 메시구조를 가질 수 있다.

[0170] 상기 금속 나노 메시는 유기전자소자의 전극으로서 활용될 수 있다.

[0172] 이에, 다른 일 측면에서는,

[0173] 상기 제조방법으로 제조된 금속 나노 메시가 제공될 수 있다.

[0175] 또한, 다른 일 측면에서는,

[0176] 투명 기판 및 상기 금속 나노 메시를 포함하는 금속 나노 메시 전극이 제공될 수 있다.

[0177] 또한, 다른 일 측면에서는,

[0178] 금속 나노 메시 전극을 포함하는 유기 전자 소자가 제공될 수 있다.

[0180] 이하, 실시 예 및 실험 예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0181] 단, 하기 실시 예 및 실험 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0183] <실시 예 1> 금속 나노 메시 제조용 몰드 제조

[0184] 도 2에 나타낸 바와 같이, 아래의 방법으로 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하였다.

[0185] 단계 1: 100㎛ 내지 200㎛의 선폭 및 3mm 내지 5mm의 선 간격을 갖는 구리 마이크로 메시 상에 물리기상증착법(PVD)으로 알루미늄 산화물(Al_2O_3)을 증착하였다.

[0186] 이후, 이하의 딥코팅 방법으로 Ag 나노와이어를 코팅하였다.

[0187] 이때 Ag 나노와이어는 나노픽스사의 분산 원액을 구매해서 사용하였으며, 분산 원액에서의 Ag 나노와어어는 두께 25 ~ 40 nm, 길이 약 25㎛이고, 농도는 0.5 wt%에 해당하였으며, 이때의 용매는 IPA(이소프로필알콜(Isopropyl alcohol))를 사용하였다. 상기 Ag 나노와이어가 분산된 용액에 상기 알루미늄 산화물(Al_2O_3)이 증착된 구리 메시를 3초동안 담궜다 뺀 후 자연건조시켜 상기 알루미늄 산화물(Al_2O_3)이 증착된 구리 메시 상에 은 나노와이어를 코팅하였다.

[0189] 단계 2: 상기 은 나노와이어가 코팅된 구리 메시를 PDMS 및 경화제를 10:1의 비율로 혼합한 용액에 함침시켰다. 이때, 상기 은 나노와이어가 코팅된 구리 메시의 일면이 외부로 노출되도록 구리 메시의 일면을 제외한 영역을 PDMS 혼합 용액에 함침시켰다.

[0190] 이후, 상기 용액을 40 ℃ 내지 80 ℃에서 9 시간 내지 11 시간 동안 열경화여 은 나노와이어가 코팅된 구리 메시의 일면이 외부로 노출되고 일면을 제외한 영역이 PDMS에 내장된 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하였다.

[0192] <실시 예 2> 금속 나노 메시 제조용 몰드 제조 (2)

[0193] 도 3에 나타낸 바와 같이, 아래의 방법으로 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하였다.

[0194] 단계 1: 100㎛ 내지 200㎛의 선폭 및 3mm 내지 5mm의 선 간격을 갖는 나일론 메시 상에 이하의 딥코팅 방법으로 Ag 나노와이어를 코팅하였다.

[0195] 이때 Ag 나노와이어는 나노픽스사의 분산 원액을 구매해서 사용하였으며, 분산 원액에서의 Ag 나노와어어는 두께 25 ~ 40 nm, 길이 약 25㎛이고, 농도는 0.5 wt%에 해당하였으며, 이때의 용매는 IPA(이소프로필알콜(Isopropyl alcohol))를 사용하였다. 상기 Ag 나노와이어가 분산된 용액에 상기 나일론 메시를 3초동안 담궜다 뺀 후 자연 건조시켜 상기 알루미늄 산화물(Al_2O_3)이 증착된 구리 메시 상에 은 나노와이어를 코팅하였다.

[0197] 단계 2: 상기 은 나노와이어가 코팅된 나일론 메시의 일면에 드라이 필름을 배치한 후 롤 라미네이터를 이용하여 열 압착하였다.

[0198] 이후, 상기 은 나노와이어가 코팅된 나일론 메시의 타면에 폴리우레탄(PU) 용액을 도포한 후 40 ℃ 내지 80 ℃에서 9 시간 내지 11 시간 동안 열경화하였다.

[0199] 이후, 현상액을 이용하여 상기 드라이 필름을 제거하여 은 나노와이어가 코팅된 나일론 메시의 일면이 외부로 노출되고 일면을 제외한 영역이 폴리우레탄(PU)에 매립된 금속 나노 메시 제조용 몰드를 제조하였다.

[0201] <실시 예 3> 금속 나노 메시 제조

[0202] 도 4에 나타낸 바와 같이, 아래의 방법으로 금속 나노 메시를 제조하였다.

[0203] 단계 1: 실시 예 1의 몰드(100)를 $CuSO_4$를 포함하는 구리 무전해도금 용액에 함침시켜 은 나노와이어 상(11)에

구리(200)를 무전해도금하였다.

[0204] 단계 2: 상기 은 나노와이어(11) 상에 형성된 구리(200)를 광학용 투명 접착 필름(Optically Clear Adhesive, OCA)(210)에 전사시켜, 접착성 투명 기판(210)상에 전사된 구리 나노 메시를 형성하였다.

[0206] <실험 예 1>

[0207] 실시 예 1에서 제조한 금속 나노 메시 제조용 몰드 및 이를 이용하여 제조된 실시 예 3에서 제조한 금속 나노 메시를 확인하기 위해, 주사전자현미경(SEM) 및 에너지 분광분석장치(EDS)를 이용하여 표면 관찰 및 원소 분석을 수행하였으며 그 결과를 도 5 내지 7에 나타내었다.

[0209] 도 5는 실시 예 1에서 제조한 금속 나노 메시 제조용 몰드의 구리 마이크로 메시 및 상기 구리 마이크로 메시 상에 코팅된 은 나노와이어를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이다.

[0210] 도 5에 나타난 바와 같이, 30nm 내지 50nm의 선폭을 갖는 은 나노와이어가 상기 구리 마이크로 메시를 둘러싸는 형태로 형성되어 있으며, 복수의 은 나노와이어가 네트워크 구조 또는 메시 구조로 형성되어 있음을 알 수 있다.

[0212] 도 6은 실시 예 1에서 제조한 금속 나노 메시 제조용 몰드의 은 나노와이어가 코팅된 구리 마이크로 메시 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하고, 상기 표면의 일부를 에너지 분광분석장치(EDS)를 이용하여 구리(Cu) 및 은(Ag)의 비율을 분석한 결과로서, 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 메시 표면의 99% 이상이 은(Ag)으로 이루어진 것을 알 수 있다.

[0213] 이는 상기 구리 마이크로 메시를 알루미늄 산화물(Al_2O_3)로 증착한 후 은 나노와이어로 형성한 결과로서, 상기 결과를 통해 구리 마이크로 메시가 알루미늄 산화물(Al_2O_3)로 증착되고 표면에 은 나노와이어가 잘 형성되었음을 알 수 있다.

[0215] 도 7은 실시 예 3에서 제조된 금속 나노 메시를 형성한 기판의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하고, 상기 표면의 일부를 에너지 분광분석장치(EDS)를 이용하여 구리(Cu) 및 은(Ag)의 비율을 분석한 결과로서, 도 6에 나타난 바와 같이, 상기 기판 표면에는 구리(Cu)만 관찰되고 은(Ag)이 전혀 관찰되지 않음을 알 수 있다. 이를 통해 상기 전사 과정에서 은 나노와이어는 전사되지 않고, 상기 은 나노와이어에 도금된 구리(Cu)만 전사되는 것을 알 수 있다.

[0216] 상기 결과를 통해 일 측면에서 따른 금속 나노 메시 제조용 몰드를 사용하여 금속 나노 메시를 반복적으로 용이하게 제조할 수 있음을 알 수 있다.

[0218] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 상술한 특정한 바람직한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형의 실시가 가능하고 이러한 변형은 본 발명의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0220] 10: 마이크로 메시

11: 제1 금속 나노와이어

20: 절연체층

100: 금속 나노 메시 제조용 몰드

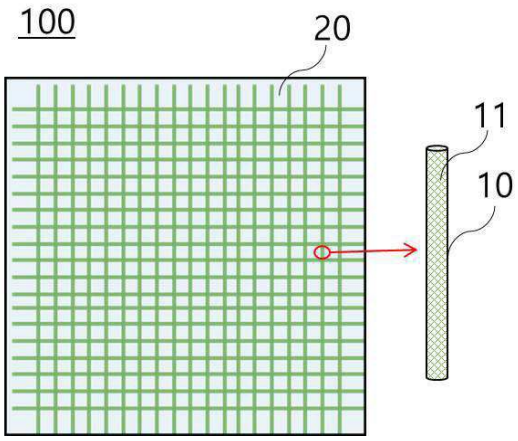
110: 제1 금속 나노와이어가 형성된 마이크로 메시

200: 제2 금속

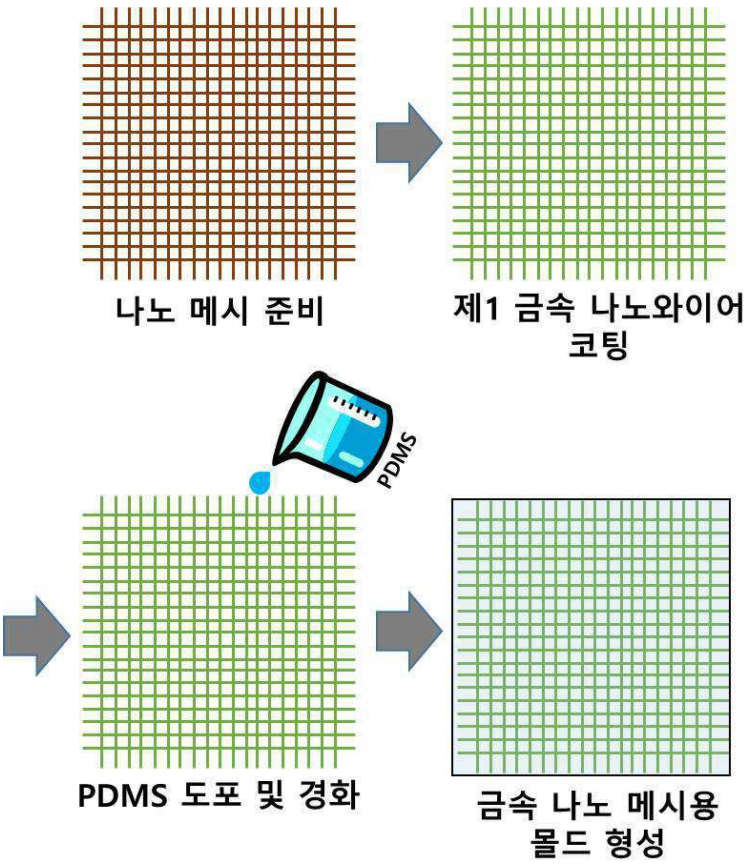
210: 기판

도면

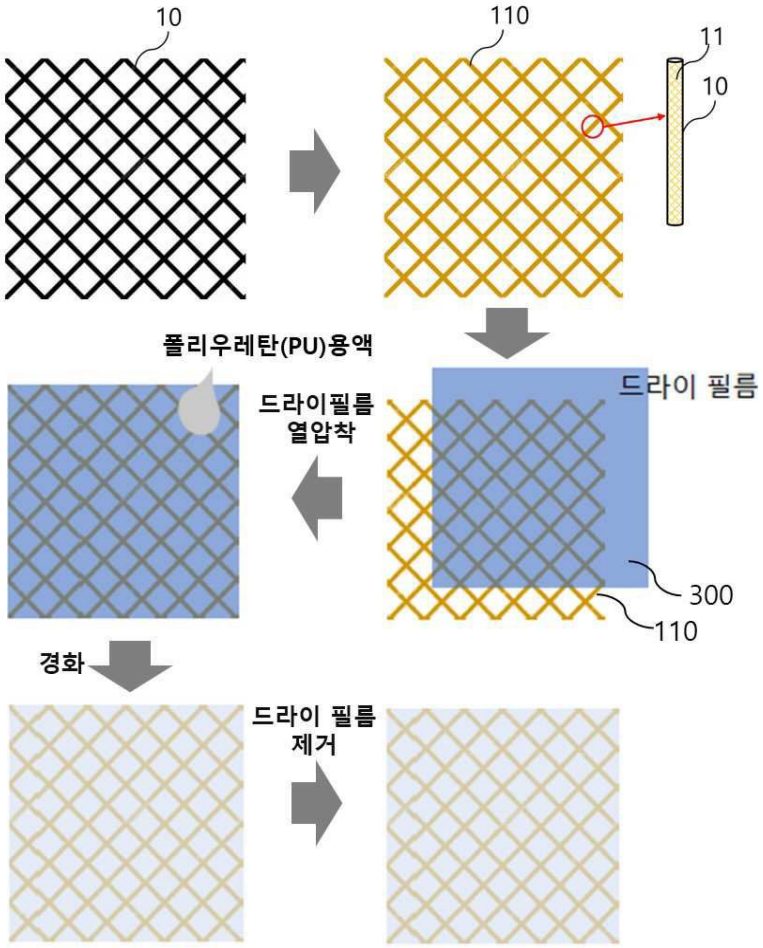
도면1



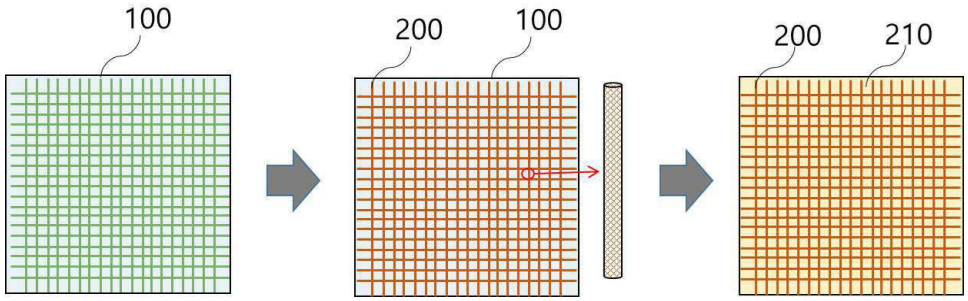
도면2



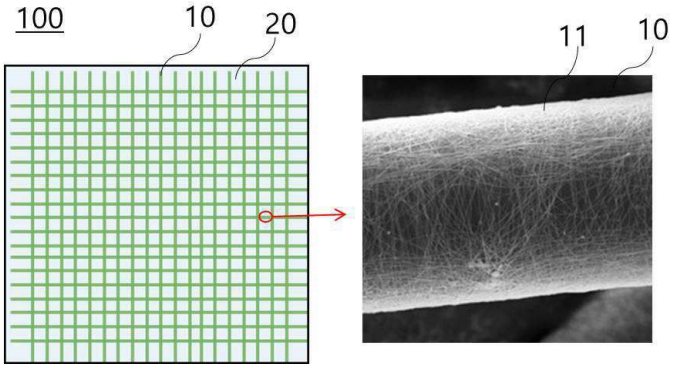
도면3


10
110
11
10
폴리우레탄(PU)용액
드라이필름
열압착
드라이 필름
300
110
경화
드라이 필름
제거

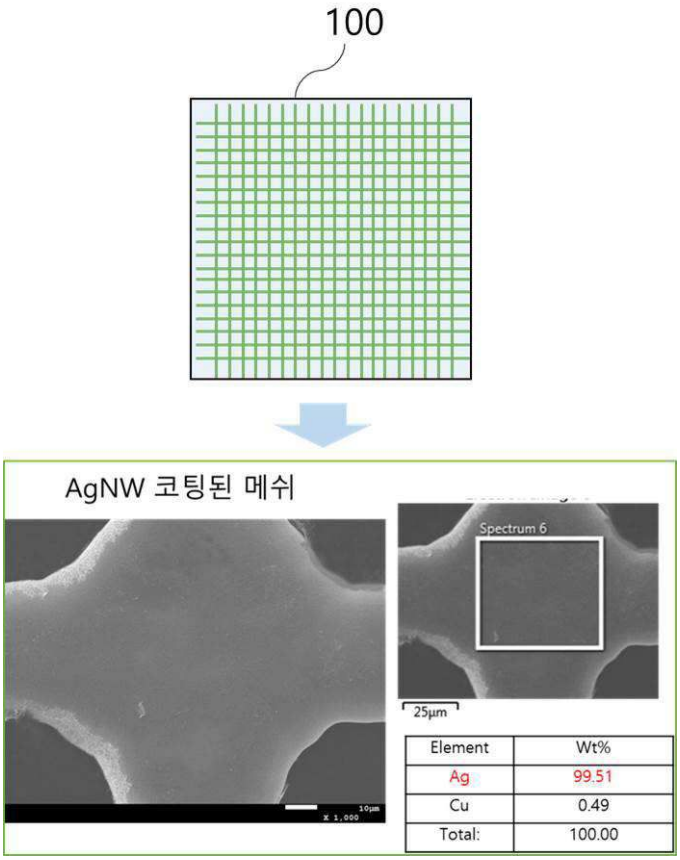
도면4


100
200
100
200
210

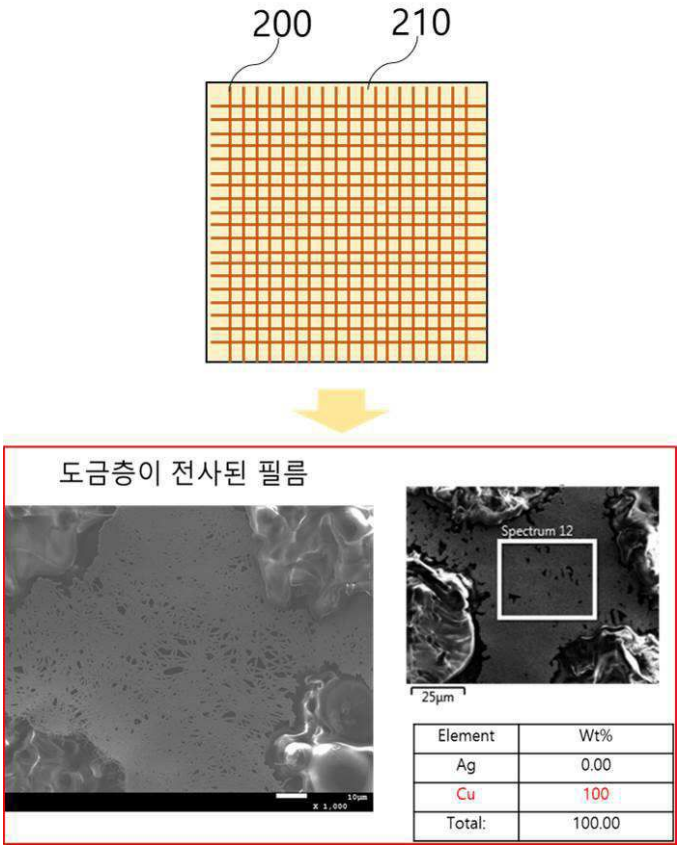
도면5


100
10
20
11
10

도면6


100
AgNW 코팅된 메쉬
Spectrum 6
25μm
Element
Wt%
Ag
99.51
Cu
0.49
Total:
100.00

도면7


200
210
도금층이 전사된 필름
Spectrum 12
25μm
Element
Wt%
Ag
0.00
Cu
100
Total:
100.00