

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 9월 12일 (12.09.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/137111 A1

- (51) 국제특허분류:
H01B 5/14 (2006.01) *H01B 13/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/001699
- (22) 국제출원일: 2014년 2월 28일 (28.02.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0024148 2013년 3월 6일 (06.03.2013) KR
- (71) 출원인: 성균관대학교산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) [KR/KR]; 440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내 (천천동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 이효영 (LEE, Hyoyoung); 440-825 경기도 수원시 장안구 율전로 108 번길 9, 801 호 (율전동, 미주타운), Gyeonggi-do (KR). 이한림 (LEE, Hanleem); 110-

850 서울시 종로구 창경궁로 16길 70, 313 호 (효제동), Seoul (KR).

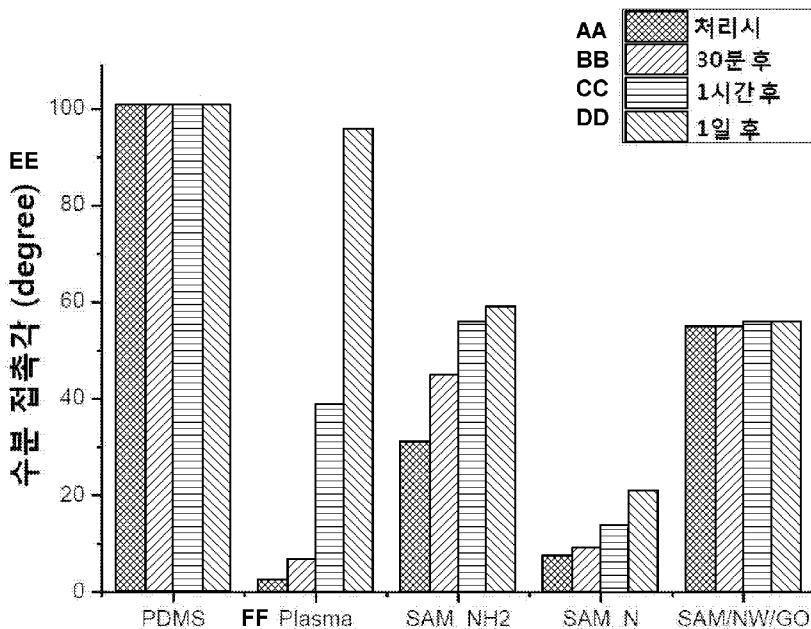
(74) 대리인: 특허법인 엠에이피에스 (MAPS INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 137-810 서울시 서초구 사평대로 343, 4층 (반포동, 제일약품빌딩), Seoul (KR).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TRANSPARENT ELECTRODE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 투명 전극 및 이의 제조 방법



(57) Abstract: The present application relates to a transparent electrode and method for manufacturing the same.

(57) 요약서: 본원은 투명 전극 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

AA ... ON PROCESSING
BB ... 30 MINUTES AFTER
CC ... 1 HOUR AFTER
DD ... 1 DAY AFTER
EE ... WATER CONTACT ANGLE (degree)
FF ... Plasma

WO 2014/137111 A1



(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정서 및 설명서와 함께 (조약 제 19 조(1))

명세서

발명의 명칭: 투명 전극 및 이의 제조 방법

기술분야

- [1] 본원은, 투명 전극 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 급속도로 발전해 가는 나노 기술, 정보 기술, 및 디스플레이 기술로 인하여 언제 어디서나 정보를 접할 수 있는 유비쿼터스 시대로 접어들고 있으며, 이에 따라 휴대가 간편하고 이동성을 가진 모바일 정보 전자 기기의 필요성이 증가되고 있다. 이러한 유비쿼터스 시대를 실현하는 정보화 기기로서 변형이 자유롭고 유연하며 가벼워 휴대가 간편한 플렉서블 정보전자 기기의 필요성이 날로 커지고 있다.
- [3] 플렉서블 디스플레이, 플렉서블 트랜지스터, 플렉서블 터치패널, 및 플렉서블 태양 전지로 대표되는 플렉서블 정보전자 기기는 대부분 유연성 투명 전극을 전극으로서 사용하여 전류 또는 빛을 제어하게 된다.
- [4] 유연성 투명 전극이란 유연성 기판 상에 형성시킨 전극으로, 높은 전도도와 가시광 영역에서의 높은 투과도를 가지며, 높은 유연성을 갖기 때문에 플렉서블 정보전자 기기의 전극으로 응용이 가능하다.
- [5] 현재 투명 전극으로 ITO (indium tin oxide)가 주로 이용되고 있으나, 상기 ITO는 가격이 비싸고 깨지기 쉬워 플렉서블 소자에 적용하는 데는 한계가 있다.
- [6] 현재 유연성 투명 전극으로 응용이 가능한 소재로는 여러 가지 투명 전도성 물질, 예를 들어, 그래핀, 탄소나노튜브, 및 금속 나노 물질 등이 알려져 있다. 예를 들어, 대한민국 공개특허 제2013-0006868호는 그래핀 기재 및 이를 채용한 투명 전극과 트랜지스터에 대하여 개시하고 있다.
- [7] 그러나, 유연성 투명 전극의 기판으로서 사용될 수 있는 PDMS (polydimethylsiloxane), PET (polyethylene terephthalate), 및 PAN (polyacrylonitrile) 등의 고분자 소재들은 표면이 강한 소수성을 가지기 때문에, 주로 친수성을 가지는 상기 투명 전도성 물질이 상기 기판 상에 잘 부착되지 않는다. 따라서, 상기 기판이 유연성을 가진다고 해도 상기 기판 상에 형성된 투명 전도성 물질이 안정적으로 부착되지 못하고 쉽게 분리되므로 유연성 투명 전극의 광범위한 상용화가 어려운 실정이었다. 이러한 문제의 해결을 위해 플라즈마, 화학기상증착법, LBL (layer by layer), 및 계면활성제 등이 사용되어 왔으나, 이들은 기판의 탄성을 손상시키거나 그 효과가 지속되지 않는 문제점 등이 있어 문제의 근본적 해결책은 되지 못하였다.
- [8] 본원은 투명 기재 상에 자기조립단분자층을 형성함으로써 투명 기재의 친수성을 증가시키고, 상기 친수성을 이용하여 상기 투명 기재 상에 금속 나노와이어층을 형성함으로써 전기 전도성을 지니게 하고, 상기 금속

나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성함으로써 상기 금속 나노와이어층을 안정화시킨 것인, 투명 전극 및 그의 제조방법을 제공할 수 있다.

- [9] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본원은 투명 기재 상에 자기조립단분자층을 형성함으로써 투명 기재의 친수성을 증가시키고, 상기 친수성을 이용하여 상기 투명 기재 상에 금속 나노와이어층을 형성함으로써 전기 전도성을 지니게 하고, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성함으로써 상기 금속 나노와이어층을 안정화시킨 것인, 투명 전극 및 그의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [11] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 본원의 제 1 측면은, 투명 기재; 상기 투명 기재 상에 형성되는 자기조립단분자층 (self-assembled monolayer); 및, 상기 자기조립단분자층 상에 형성되는 금속 나노와이어 (nanowire)층을 포함하는 투명 전극을 제공할 수 있다.
- [13] 본원의 제 2 측면은, 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하고; 및, 상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것을 포함하는 투명 전극의 제조 방법을 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본원의 투명 전극은 투명 기재 상에 자기조립단분자층이 형성되어 있으며, 상기 자기조립단분자층에 포함된 극성 작용기에 의하여 친수성인 금속 나노와이어가 소수성을 가지는 상기 투명 기재 상에 용이하게 부착될 수 있다. 또한, 상기 자기조립단분자층에 포함된 극성 작용기에 의하여 상기 금속 나노와이어 상에 산화그래핀층이 형성될 수 있으며, 이에 의하여 상기 투명 기재의 연신 또는 휨에도 상기 금속 나노와이어의 네트워크의 안정성이 더욱 유지될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다.
- [16] 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각의 변화를 시간에 따라 나타낸 그래프이다.
- [17] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정하여 나타낸

그래프이다.

- [18] 도 4는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다.
- [19] 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다.
- [20] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 균일성을 분석한 광학 이미지이다.
- [21] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 분석한 XPS 분석 결과이다.
- [22] 도 8은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 분석한 XPS 분석 결과이다.
- [23] 도 9는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 분석한 XPS 분석 결과이다.
- [24] 도 10은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 투과율을 측정하여 나타낸 그래프이다.
- [25] 도 11은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 보여주는 원자간력 현미경 이미지이다.
- [26] 도 12는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 보여주는 원자간력 현미경 이미지이다.
- [27] 도 13은 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 보여주는 원자간력 현미경 이미지이다.
- [28] 도 14는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 표면 높이의 분산도를 나타낸 그래프이다.
- [29] 도 15는 본원의 일 실시예에 따른 투명 전극의 면저항을 측정하여 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [31] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [32] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부제가 다른 부제 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부제가 다른 부제에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부제 사이에 또 다른

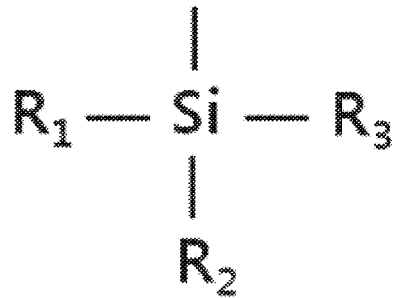
부제가 존재하는 경우도 포함한다.

- [33] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [34] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [35] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [36] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [37] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.
- [38] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명하나, 본원은 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [39] 본원의 제 1 측면은, 투명 기재; 상기 투명 기재 상에 형성되는 자기조립단분자층 (self-assembled monolayer); 및, 상기 자기조립단분자층 상에 형성되는 금속 나노와이어 (nanowire)층을 포함하는 투명 전극을 제공할 수 있다.
- [40] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 기재의 표면은 소수성을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [41] 예를 들어, 상기 투명 기재의 표면은 소수성을 가지므로 친수성인 금속 나노와이어와의 친화력이 약하여 잘 결합되지 않으나, 상기 자기조립단분자층이 상기 투명 기재 상에 형성될 경우 상기 자기조립단분자층의 극성 (즉, 친수성)에 의하여 상기 금속 나노와이어가 상기 자기조립단분자층과 결합함으로써 상기 투명 기재 상에 용이하게 침착될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [42] 예를 들어, 상기 금속 나노와이어와 상기 자기조립단분자층의 상기 결합은 정전기적 상호작용에 의한 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [43] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 전극은 상기 금속 나노와이어층 상에 형성되는 산화그래핀층을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [44] 예를 들어, 상기 산화그래핀층은, 상기 자기조립단분자층과 결합된 것이거나, 상기 금속 나노와이어층과 결합된 것이거나, 또는 상기 자기조립단분자층 및 상기 금속 나노와이어층 모두와 결합된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에

제한되지 않을 수 있다.

- [45] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층과 정전기적 상호작용, 아미드 결합, 에스터 (ester) 결합, 티오에스터 (thioester) 결합, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것에 의하여 결합된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 아미드 결합은 상기 산화그래핀에 포함된 카르복실기 (-COOH)와 상기 자기조립단분자층에 포함된 아민기 (-NH₂) 간에 형성되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [46] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층은 상기 금속 나노와이어층과 정전기적 상호작용에 의하여 결합된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [47] 예를 들어, 상기 금속 나노와이어의 직경은 약 1 nm 내지 약 100 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 금속 나노와이어의 직경은 약 1 nm 내지 약 100 nm, 약 5 nm 내지 약 100 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 30 nm 내지 약 100 nm, 약 50 nm 내지 약 100 nm, 약 70 nm 내지 약 100 nm, 약 90 nm 내지 약 100 nm, 약 1 nm 내지 약 90 nm, 약 1 nm 내지 약 70 nm, 약 1 nm 내지 약 50 nm, 약 1 nm 내지 약 30 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 10 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [48] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 자기조립단분자층은 하기 화학식 1로서 표시되는 유기 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:
- [49] [화학식 1]
- [50] X-A-Y
- [51] 식 중,
- [52] X는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하고,
- [53] Y는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기, 에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 극성 작용기를 포함하며,
- [54] 상기 A는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는 게르마늄 원소; C≡C, C=C, C≡C-C≡C, C≡C-C=C, 또는 C=C-C=C를 포함하는 불포화 탄화수소기; N=N, -NH-CO- 또는 벤젠 고리 함유 작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것임.
- [55] 예를 들어, 상기 실란기는 하기 화학식 2로서 표시되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:
- [56] [화학식 2]

[57]



[58] 여기서, 상기 R_1 내지 R_3 은 각각 독립적으로 수소, 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬 또는 아릴기를 나타내고, 하나 이상의 산소, 질소, 황, 또는 금속원자를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[59] 예를 들어, 상기 알킬아민기는 $-R_4-NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 포스포네이트기는 $-PO_3H_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 아민기는 $-NH_2$, $-N(R_5)H$, $N(R_6)_2$, 또는 $N(R_7)-NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 아마이드기는 $-C(O)NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 피롤기는 $-C_4H_4NH$ 로 표시되는 것일 수 있으며, 및 상기 할라이드기는 $-F$, $-Cl$, $-Br$, 또는 $-I$ 를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[60] 예를 들어, 상기 R_4 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소, 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬, 또는 아릴기를 나타내고, 하나 이상의 산소, 질소, 황, 또는 금속원자를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[61] 예를 들어, 상기 알킬기 및 상기 알콕시기는 각각 독립적으로 1 내지 약 22 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 20 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 12 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 10 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 6 개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 탄화수소기를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 알킬기는 상기 탄화수소기가 하나 이상의 수소를 잃고 하나 이상의 결합선을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 알킬기로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, n-부틸, t-부틸, 이소부틸, 펜틸, 헥실, 이소헥실, 헵틸, 4,4-디메틸펜틸, 옥틸, 2,2,4-트리메틸펜틸, 노닐, 데실, 운데실, 도데실, 및 이들의 이성질체 등을 들 수 있으며, 상기 알콕시기로는 상기 예시된 알킬기를 포함하는 알콕시기일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 알킬기 및 알콕시기는 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬, 또는 아릴기에 의해 치환된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[62] 예를 들어, 상기 아르알킬 (aralkyl)은, 상기 기재된 바와 같은 알킬기를 통해 결합된 방향족 고리, 즉, 아릴-치환된 알킬기를 포함할 수 있으며, 그의 비제한적 예로서, 아르알킬은 아릴기가 1 내지 약 22 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 20 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 10 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 6 개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기에 부착된 아릴알킬기일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 이러한 아르알킬의 예로는 벤질, 페닐에틸, 페닐프로필,

페닐부틸, 페닐펜틸, 페닐헥실, 비페닐메틸, 비페닐에틸, 비페닐프로필, 비페닐부틸, 비페닐펜틸, 비페닐헥실, 나프틸 등이 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [63] 예를 들어, 상기 아릴기는 모노사이클릭 또는 비사이클릭 방향족 고리, 예를 들어 페닐, 치환된 페닐뿐만 아니라, 접합된 기, 예를 들어 나프틸, 페난트레닐, 인데닐, 테트라히드로나프틸, 및 인다닐 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 따라서, 아릴기는 6 개 이상의 원자를 갖는 1 개 이상의 고리를 함유하며, 22 개 이하의 원자를 함유하는 5 개 이하의 고리가 존재할 수 있고, 인접 탄소 원자 또는 적합한 헤테로원자 사이에 이중 결합이 교대로 (공명) 존재할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 아릴기는 임의로 할로젠 (예컨대 F, Br, Cl, 또는 I), 알킬 (예컨대, 메틸, 에틸, 프로필), 알콕시 (예컨대, 메톡시 또는 에톡시), 히드록시, 카르복실, 카르바모일, 알킬옥시카르보닐, 니트로, 알케닐옥시, 트리플루오로메틸, 아미노, 사이클로알킬, 아릴, 헤테로아릴, 시아노, $-S(O)_m$ ($m = 0, 1, 2$), 또는 티올을 비롯한, 1 개 이상의 기로 치환될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

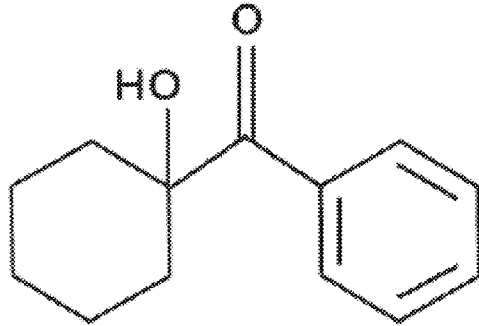
- [64] 예를 들어, 상기 자기조립단분자층은,
 [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란
 ([3-(2-aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane),
 3-글리시딜옥시프로필트리메톡시실란 (3-glycidylxypropyltrimethoxysilane),
 3-클로로프로필트리에톡시실란 (3-chloropropyltriethoxysilane),
 머캅토프로필트리메톡시실란 (mercaptopropyltrimethoxysilane, MPTMS),
 N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란 [N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltrimethoxysilane], (3-아미노프로필)트리메톡시실란
 [(3-aminopropyl)trimethoxysilane], (3-트리메톡실릴프로필)디에틸렌트리아민
 [(3-trimethoxysilylpropyl)diethylenetriamine], (3-아미노프로필)트리에톡시실란
 [(3-aminopropyl)triethoxysilane], N-(트리메톡실릴프로필)에틸렌디아민
 트리아세트산 [N-(trimethoxysilylpropyl)ethylenediamine triacetic acid],
 헥사데칸티올 (hexadecanethiol, HDT), 에폭시헥실트리에톡시실란
 (epoxyhexyltriethoxysilan), 에틸렌디아민 (ethylenediamine) 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [65] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 자기조립단분자층의 두께는 약 1 nm 내지 약 100 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 자기조립단분자층의 두께는 약 1 nm 내지 약 100 nm, 약 5 nm 내지 약 100 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 30 nm 내지 약 100 nm, 약 50 nm 내지 약 100 nm, 약 70 nm 내지 약 100 nm, 약 90 nm 내지 약 100 nm, 약 1 nm 내지 약 90 nm, 약 1 nm 내지 약 70 nm, 약 1 nm 내지 약 50 nm, 약 1 nm 내지 약 30 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 10 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [66] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층은 Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의 나노와이어를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [67] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층의 두께는 약 10 nm 내지 약 1000 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 금속 나노와이어층의 두께는, 약 10 nm 내지 약 1000 nm, 약 100 nm 내지 약 1000 nm, 약 300 nm 내지 약 1000 nm, 약 500 nm 내지 약 1000 nm, 약 700 nm 내지 약 1000 nm, 약 900 nm 내지 약 1000 nm, 약 10 nm 내지 약 900 nm, 약 10 nm 내지 약 700 nm, 약 10 nm 내지 약 500 nm, 약 10 nm 내지 약 300 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 20 nm 내지 약 100 nm, 약 30 nm 내지 약 100 nm, 약 50 nm 내지 약 100 nm, 약 70 nm 내지 약 100 nm, 약 90 nm 내지 약 100 nm, 약 10 nm 내지 약 90 nm, 약 10 nm 내지 약 70 nm, 약 10 nm 내지 약 50 nm, 약 10 nm 내지 약 30 nm, 약 10 nm 내지 약 20 nm, 약 100 nm 내지 약 300 nm, 약 100 nm 내지 약 500 nm, 약 100 nm 내지 약 700 nm, 약 100 nm 내지 약 900 nm, 약 700 nm 내지 약 900 nm, 약 500 nm 내지 약 900 nm, 약 300 nm 내지 약 900 nm, 또는 약 300 nm 내지 약 500 nm 인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [68] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 기재는 유연성을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 기재는 유연성 및 연신 가능성 중 하나 이상의 특성을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [69] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 기재는 고분자, 유리, ITO, FTO, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자는 TAC (triacetylcellulose), PMMA (polymethyl methacrylate), PVA (polyvinyl alcohol), PC (polycarbonate), PE (polyethylene), PP (polypropylene), PS (polystyrene), PES (polyethersulfone), PEN (polyethylenenaphthalate), PI (polyimide), PDMS (polydimethylsiloxane), PET (polyethylene terephthalate), PAN (polyacrylonitrile), 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 기재로서 PDMS를 사용할 경우, 상기 PDMS는 화학적으로 안정하고, 독성이 없고, 열적으로 안정하고, 비용이 싸고, 조작성이 쉽고, 생체 친화적이고, 투명성이 좋으며, 약 50% 정도의 선형 연신률을 가지는 장점이 있을 수 있으나, 소수성이 강하고 부착성이 매우 낮은 단점이 있을 수 있으므로, 상기 PDMS의 표면을 개질할 필요성이 있다.
- [70] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층의 두께는 약 0.1 nm 내지 약 10 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 산화그래핀층의 두께는 약 0.1 nm 내지 약 10 nm, 약 0.3 nm 내지 약 10 nm, 약 0.5 nm 내지 약 10 nm, 약 1 nm 내지 약 10 nm, 약 3 nm 내지 약 10 nm, 약 5 nm 내지 약

- 10 nm, 약 7 nm 내지 약 10 nm, 약 0.1 nm 내지 약 7 nm, 약 0.1 nm 내지 약 5 nm, 약 0.1 nm 내지 약 3 nm, 약 0.1 nm 내지 약 1 nm, 약 0.1 nm 내지 약 0.5 nm, 또는 약 0.1 nm 내지 약 0.3 nm인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [71] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 전극은 상기 금속 나노와이어 (nanowire) 층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [72] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 전극은 상기 산화그래핀층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 전극이 산화그래핀층을 포함하는 경우, 상기 투명 전극은 산화그래핀층 상에 하드 코팅막이 형성된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [73] 예를 들어, 상기 하드 코팅막은 아크릴 리진 (acryl resin), 폴리비닐알코올 (PVA, polyvinylalcohol), 폴리에틸렌글리콜 디아크릴레이트 [poly(ethylene glycol) diacrylate, PEGDA], PEDOT:PSS [poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate)], TiO_2 /PEDOT:PSS, 테플론 (Teflon), 은나노와이어/폴리머 복합체, 실란 커플링제 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [74] 예를 들어, 상기 실란 커플링제는, 메타크릴옥시프로필 트리메톡시실란 (MPTMS), 글리시독시프로필 트리메톡시실란 (glycidoxypopyl trimethoxysilane, GPTMS), 비닐트리에톡시실란 (vinyltriethoxysilane, VTES), 메틸트리에톡시실란 (methyltriethoxysilane, MTES), 테트라에틸오소실리케이트(tetraethyl orthosilicate, TEOS), 머캅토프로필트리메톡시실란 (mercaptopropyltrimethoxysilane, MPTMS), 티타늄 이소프로폭사이드 (titanium isopropoxide, TTIP) 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [75] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 하드 코팅막은 고굴절 물질 및/또는 광개시제를 추가 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고굴절 물질은 TTIP 및/또는 GPTMS를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 광개시제는 1-히드록시-사이클로헥실-페닐케톤을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [76] 상기 1-히드록시-사이클로헥실-페닐케톤은 하기 화학식 3으로서 표시되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [77] [화학식 3]

[78]



[79] 본원의 투명 전극은 투명 기재 상에 형성된 자기조립단분자층에 의하여 금속 나노와이어가 상기 투명 기재 상에 결합함으로써 금속 나노와이어층을 형성하고, 상기 자기조립단분자층 및/또는 상기 나노와이어와 산화그래핀이 결합함으로써 산화그래핀층이 상기 나노와이어층 상에 형성되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 기재가 유연성 및/또는 연신 가능성을 가지는 경우, 상기 금속 나노와이어층에 포함된 상기 금속 나노와이어 네트워크 및 상기 산화그래핀층 역시 휘어짐과 연신에 강한 특성을 가지므로, 본원의 투명 전극 역시 휨이나 연신에도 우수한 전도성 및 저항이 그대로 유지될 수 있다.

[80] 본원의 투명 전극은 태양전지, 디스플레이, 트랜지스터, 또는 터치 패널 제조에 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[81] 본원의 제 2 측면은, 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하고; 및, 상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것을 포함하는 투명 전극의 제조 방법을 제공할 수 있다.

[82] 예를 들어, 본원의 투명 전극의 제조 방법은, 금속 나노와이어와의 결합력이 약한 소수성 기재의 친수성을 증가시키기 위하여, 금속 나노와이어와 용이하게 결합할 수 있는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기, 에폭사이드기, 할라이드기, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군에서 선택되는 것을 포함하는 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층 형성 물질을 이용하여 상기 소수성 기재 상에 자기조립단분자층을 형성함으로써 금속 나노와이어와의 결합력을 증가시키고, 상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하고, 상기 금속 나노와이어층의 안정성을 증가시키기 위하여 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성시키는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층과 정전기적 상호작용, 아마이드 결합, 에스터 (ester) 결합, 티오에스터 (thioester) 결합, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것에 의하여 결합되어 있는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[83] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하는 것은, 하기 화학식 1로서 표시되는 유기 화합물을

상기 투명 기재 상에 처리하는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[84] [화학식 1]

[85] X-A-Y

[86] 식 중,

[87] X는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하고,

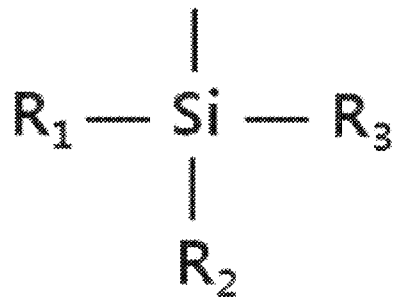
[88] Y는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기, 에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 극성 작용기를 포함하며,

[89] 상기 A는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는 게르마늄 원소; $C\equiv C$, $C=C$, $C\equiv C-C\equiv C$, $C\equiv C-C=C$, 또는 $C=C-C=C$ 를 포함하는 불포화 탄화수소기; $N=N$, $-NH-CO-$ 또는 벤젠 고리 함유 작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것임.

[90] 예를 들어, 상기 실란기는 하기 화학식 2로서 표시되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[91] [화학식 2]

[92]



[93] 여기서, 상기 R_1 내지 R_3 은 각각 독립적으로 수소, 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬, 또는 아릴기를 나타내고, 하나 이상의 산소, 질소, 황, 또는 금속원자를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[94] 예를 들어, 상기 알킬아민기는 $-R_4-NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 포스포네이트기는 $-PO_3H_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 아민기는 $-NH_2$, $-N(R_5)H$, $N(R_6)_2$, 또는 $N(R_7)-NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 아마이드기는 $-C(O)NH_2$ 로 표시되는 것일 수 있고, 상기 피롤기는 $-C_4H_4NH$ 로 표시되는 것일 수 있으며, 및 상기 할라이드기는 $-F$, $-Cl$, $-Br$, 또는 $-I$ 를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[95] 예를 들어, 상기 R_4 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소, 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬, 또는 아릴기를 나타내고, 하나 이상의 산소, 질소, 황, 또는 금속원자를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[96] 예를 들어, 상기 알킬기 및 상기 알콕시기는 각각 독립적으로 1 내지 약 22 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 20 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 12 개의 탄소 원자,

또는 1 내지 약 10 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 6 개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 탄화수소기를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 알킬기는 상기 탄화수소기가 하나 이상의 수소를 잃고 하나 이상의 결합선을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 알킬기로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, n-부틸, t-부틸, 이소부틸, 펜틸, 헥실, 이소헥실, 헵틸, 4,4-디메틸펜틸, 옥틸, 2,2,4-트리메틸펜틸, 노닐, 데실, 운데실, 도데실, 및 이들의 이성질체 등을 들 수 있으며, 상기 알콕시기로는 상기 예시된 알킬기를 포함하는 알콕시기일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 알킬기 및 알콕시기는 할로젠족 원소, 알킬기, 알콕시기, 아르알킬, 또는 아릴기에 의해 치환된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[97] 예를 들어, 상기 아르알킬 (aralkyl)은, 상기 기재된 바와 같은 알킬기를 통해 결합된 방향족 고리, 즉, 아릴-치환된 알킬기를 포함할 수 있으며, 그의 비제한적 예로서, 아르알킬은 아릴기가 1 내지 약 22 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 20 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 10 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 약 6 개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기에 부착된 아릴알킬기일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 이러한 아르알킬의 예로는 벤질, 페닐에틸, 페닐프로필, 페닐부틸, 페닐펜틸, 페닐헥실, 비페닐메틸, 비페닐에틸, 비페닐프로필, 비페닐부틸, 비페닐펜틸, 비페닐헥실, 나프틸 등이 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[98] 예를 들어, 상기 아릴기는 모노사이클릭 또는 비사이클릭 방향족 고리, 예를 들어 페닐, 치환된 페닐뿐만 아니라, 접합된 기, 예를 들어 나프틸, 페난트레닐, 인데닐, 테트라히드로나프틸, 및 인다닐 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 따라서, 아릴기는 6 개 이상의 원자를 갖는 1 개 이상의 고리를 함유하며, 22 개 이하의 원자를 함유하는 5 개 이하의 고리가 존재할 수 있고, 인접 탄소 원자 또는 적합한 헤테로원자 사이에 이중 결합이 교대로 (공명) 존재할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 아릴기는 임의로 할로젠 (예컨대 F, Br, Cl, 또는 I), 알킬 (예컨대, 메틸, 에틸, 프로필), 알콕시 (예컨대, 메톡시 또는 에톡시), 히드록시, 카르복시, 카르바모일, 알킬옥시카르보닐, 니트로, 알케닐옥시, 트리플루오로메틸, 아미노, 사이클로알킬, 아릴, 헤테로아릴, 시아노, -S(O)_m (m = 0, 1, 2), 또는 티올을 비롯한, 1 개 이상의 기로 치환될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[99] 예를 들어, 상기 자기조립단분자층은
[3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란([3-(2-aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane), 3-글리시딜옥시프로필트리메톡시실란
(3-glycidylxypropyltrimethoxysilane), 3-클로로프로필트리에톡시실란
(3-chloropropyltriethoxysilane), 머캅토프로필트리메톡시실란
(mercaptopropyltrimethoxysilane, MPTMS),
N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란[N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltrimethoxysilane]

yltrimethoxysilane], (3-아미노프로필)트리메톡시실란 [(3-aminopropyl)trimethoxysilane], (3-트리메톡실릴프로필)디에틸렌트리아민 [(3-trimethoxysilylpropyl)diethylenetriamine], (3-아미노프로필)트리에톡시실란 [(3-aminopropyl)trimethoxysilane], N-(트리메톡실릴프로필)에틸렌디아민 트리아세트산 [N-(trimethoxysilylpropyl)ethylenediamine triacetic acid], 헥사데칸티올 (hexadecanethiol, HDT), 에폭시헥실트리에톡시실란 (epoxyhexyltriethoxysilan), 에틸렌디아민 (ethylenediamine) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [100] 예를 들어, 상기 투명 기재의 표면은 소수성을 가지므로 친수성인 금속 나노와이어와의 친화력이 약하여 잘 결합되지 않으나, 상기 자기조립단분자층이 상기 투명 기재 상에 형성될 경우 상기 자기조립단분자층의 극성 (즉, 친수성)에 의하여 상기 금속 나노와이어가 상기 자기조립단분자층과 결합함으로써 상기 투명 기재 상에 용이하게 침착될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [101] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것은, Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의 나노와이어를 상기 자기조립단분자층 상에 처리하는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [102] 예를 들어, 상기 금속 나노와이어와 상기 자기조립단분자층의 상기 결합은 정전기적 상호작용에 의한 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [103] 예를 들어, 상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것은, 스프레이 코팅, 스핀 코팅, 또는 딥 코팅 방법에 의하여 수행되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [104] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 금속 나노와이어 간의 결합에 의하여 형성되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 결합은 정전기적 상호작용에 의한 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [105] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [106] 예를 들어, 상기 산화그래핀층은, 상기 자기조립단분자층과 결합된 것이거나, 상기 금속 나노와이어층과 결합된 것이거나, 또는 상기 자기조립단분자층 및 상기 금속 나노와이어층 모두와 결합된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [107] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 산화그래핀 간의 결합에 의하여 형성되는 것일 수

있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [108] 예를 들어, 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 상기 산화그래핀 간의 결합을 유도하기 위하여 산 촉매, 염기 촉매, 가열, 빛 조사, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 이용할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [109] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 산화그래핀 간의 정전기적 상호작용, 아미드 결합, 에스터 (ester) 결합, 티오에스터 (thioester) 결합, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것에 의하여 결합된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 아미드 결합은 상기 산화그래핀에 포함된 카르복실기 (-COOH)와 상기 자기조립단분자층에 포함된 아민기 (-NH₂) 간에 형성되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [110] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 산화그래핀층은 상기 금속 나노와이어층과 정전기적 상호작용에 의하여 결합된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [111] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 상기 산화그래핀층에 함유된 산화그래핀을 환원시키는 것을 추가 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [112] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 산성 용액을 처리하여 상기 자기조립단분자층에 함유된 아민기와 상기 산화그래핀층에 함유된 카르복실기 사이에 아미드 결합을 형성하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 산성 용액은 염산, 질산, 황산, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 산성 용액일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 아미드 결합의 형성에 의하여 상기 산화그래핀층이 물리적 및/또는 화학적으로 더욱 안정하게 형성될 수 있으며, 이로 인하여 상기 산화그래핀층과 상기 기재 사이에 존재하는 상기 금속 나노와이어층 역시 상기 기재로부터 쉽게 분리되지 않고 안정하게 상기 기재 상에 분포되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [113] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층 상에 하드 코팅막을 형성하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [114] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 상기 산화그래핀층 상에 하드 코팅막을 형성하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 전극이 산화그래핀층을 포함하여 제조되는 경우, 상기 투명 전극의 제조 방법은, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 상기 산화그래핀층 상에 하드 코팅막이 형성하는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [115] 예를 들어, 상기 하드 코팅막은 아크릴 리진 (acryl resin), 폴리비닐알코올 (PVA,

polyvinylalcohol), 폴리에틸렌글리콜 디아크릴레이트 [poly(ethylene glycol) diacrylate, PEGDA], PEDOT:PSS [poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate)], TiO₂/PEDOT:PSS, 테플론 (Teflon), 은나노와이어/폴리머 복합체, 메타크릴옥시프로필 트리메톡시실란 (MPTMS), 글리시독시프로필 트리메톡시실란 (glycidoxypentyl trimethoxysilane, GPTMS), 비닐트리에톡시실란 (vinyltriethoxysilane, VTES), 메틸트리에톡시실란 (methyltriethoxysilane, MTES), 테트라에틸오소실리케이트 (tetraethyl orthosilicate, TEOS), 머캅토프로필트리메톡시실란 (mercaptopropyltrimethoxysilane, MPTMS), 티타늄 이소프로폭사이드 (titanium isopropoxide, TTIP) 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [116] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 보다 더 구체적으로 설명하지만, 본원이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [117] **1. 투명 전극의 제조**
- [118] 베이스와 링커 용액이 10 : 1로 혼합된 PDMS (SYLGARD 184, Dow Coming)를 저온에서 초음파 처리한 후, 진공 데시케이터에서 기포를 제거하였다. 이와 같이 제조된 PDMS 용액을 필름 상에 붓고 하루 동안 방치하여 PDMS 기재를 형성한 후, 이를 70°C의 진공 오븐 내로 이동시켜 80 W, 50 sccm에서 1 분 동안 산소/아르곤 플라즈마 처리를 하여 상기 PDMS 기재 표면에 산소 작용기를 형성하였다. 이후, 자기조립단분자층 (SAM) 형성을 위하여 알코올 내의 10% 실란 용액 내에서 상기 PDMS 기재를 60°C에서 90 분 동안 인큐베이션 한 후, 에탄올로 세척하고 1 시간 동안 건조하였다. 사용된 실란은 [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란 ([3-(2-aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane), 3-아미노프로필트리에톡시실란 [3-aminopropyltriethoxysilane], 3-머캅토프로필트리메톡시실란 (3-mercaptopropyltrimethoxysilane), 3-글리시딜옥시프로필트리메톡시실란 (3-glycidyloxypentyltrimethoxysilane), N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란, 및 3-클로로프로필트리에톡시실란 (3-chloropropyltriethoxysilane)이었으며, Aldrich사의 제품을 사용하였다.
- [119] 이어서, 금속 나노와이어층 형성을 위하여, 먼저 은나노와이어 (중원통상)를 아세톤을 이용하여 수 회 세척하고, 에탄올 내에 1/6로 분산시킨 은나노와이어 용액을 스프레이 코터 (대한 스프레이)를 이용하여 500 rpm으로 90 초 동안 상기 PDMS 기재 상에 스프레이 코팅하는 과정을 3 회 반복한 후 65°C의 오븐에서 30 분간 건조시켰다. 이어서, 0.01 mg/mL의 산화그래핀 용액 200 μ l를 이용하여 4,000 rpm으로 상기 기재 상에 스프레이 코팅을 한 후, 이를 65°C의 진공 오븐

내에서 30 분 동안 건조시켜 산화그래핀층을 형성함으로써 투명 전극을 제조하였다. 본 실시예에서 사용된 산화그래핀은 수정된 허머스 (modified Hummers) 방법을 이용하여 제조하였다.

- [120] 투명 전극에 포함된 상기 산화그래핀층을 상기 투명 전극에 더욱 강하게 결합시키기 위하여, 상기 투명 전극 상에 산성 용액을 처리하여 상기 산화그래핀에 함유된 카르복실기와 상기 자기조립단분자층에 함유된 아민기 사이에 아미드 결합을 형성시켰다. 구체적으로는, 산화그래핀층이 형성된 투명 전극을 RBF (round bottom flask) 용기에 넣은 후, 10% HCl 용액을 증기화시켜 상기 용기 내에 순환시키며 1 시간 동안 60°C에서 반응을 진행시켰다. 이후, 상기 투명 전극을 물로 세척한 후 오븐에서 건조하였다.

[121] **2. 투명 전극 상에 하드 코팅막 형성**

- [122] 본 실시예에서는, 투명 전극의 안정성을 증가시키기 위하여 제조된 투명 전극 상에 부가적인 하드 코팅막을 형성하였다. 먼저, 디메틸포름아마이드 (DMF) 용액에 2 중량%로서 용해된 폴리(에틸렌 글리콜)디아크릴레이트 [poly(ethylene glycol) diacrylate, PEGDA]와 광개시제 (radical photoinitiator)인 1-하이드록시-사이클로헥실-페닐 케톤을 50 : 1로 혼합하고, 상기 혼합액 1 mL을 한 방울씩 떨어뜨려 500 rpm으로 스핀 코팅한 후, 질소 분위기에서 1 분간 빛에 노출시켜 경화시킴으로써 하드 코팅막을 형성하였다. 아울러, 고굴절 물질로서 TiO₂의 전구체인 티타늄 이소프로폭사이드 (titanium isopropoxide, TTIP)와 GPTMS의 혼합물 등이 포함되었다.

[123] **3. 표면 특성 분석-물 접촉각 측정**

- [124] 본 실시예에서는 N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란 [N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltrimethoxysilane]을 이용하여 생성한 SAM을 적용한, 표면 처리를 하지 않은 PDMS 기재 (도 1의 a), 표면에 산소 플라즈마 처리 (100 W, 1 분)를 한 PDMS 기재 (도 1의 b), SAM/은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 PDMS 기재 (도 1의 c), 및 은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 PDMS 기재 (도 1의 d)의 표면의 물 접촉각을 WCA measurements (SEO Phoenix 300 microscope)를 이용하여 측정함으로써 상기 기재 표면의 소수성을 분석하였다.
- [125] 도 1은 본 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다. 도 1의 a 내지 d에 나타난 바에 따르면, 표면 처리를 하지 않은 PDMS에 비하여 SAM/은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 PDMS 및 은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 PDMS의 표면 소수성이 낮아졌으나, 산소 플라즈마 처리를 한 PDMS 표면 보다는 소수성이 강한 것이 관찰되었다.
- [126] 다음으로, PDMS의 표면 처리 효과의 지속 여부를 분석하였다.
- [127] 일반적인 고분자에서는 계속적으로 마이그레이션 (migration) 현상이 일어나기 때문에 분자들이 계속적으로 이동하며, 플라즈마 처리 또는 물리적인 방법을 이용하여 상기 고분자의 표면을 개질시키는 경우에도 상기 마이그레이션

현상에 의하여 상기 개질된 표면의 분자들이 고분자 기재의 안쪽 또는 아래쪽으로 이동하게 된다. 따라서, 개질되지 않은 원래의 분자가 다시 상기 고분자의 표면에 노출되어 표면 개질의 효과가 지속되지 않으며, 시간이 지남에 따라 원래의 성질로 회귀하게 된다. 예를 들어, PDMS 기재에 플라즈마 처리를 하는 경우 상기 마이그레이션 현상에 의하여 약 1 시간이 지나면 상기 플라즈마 처리에 의한 표면 친수성이 사라진다.

- [128] 본 실시예에서는, 플라즈마 처리를 한 PDMS 기재 상에 SAM 처리를 한 경우 표면 친수성의 지속 여부를 확인하여 도 2에 나타내었다.
- [129] 도 2는 본 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각의 변화를 시간에 따라 나타낸 그래프이다. 도 2에 나타난 바에 따르면, 산소 플라즈마 처리를 한 경우 1 일 후에 표면 처리에 의한 친수성이 거의 사라졌으나, SAM 처리를 한 경우 및 SAM/은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 경우에는 시간이 지나도 표면 처리로 인한 친수성이 지속됨을 확인하였다.
- [130] 이는, SAM 상의 은나노와이어층 형성에 따른 은과 리간드 간의 강한 상호작용에 의해 마이그레이션 현상이 억제되었기 때문으로, 이에 의하여 소수성 고분자 기재 표면 개질 효과가 플라즈마 단독 처리의 경우보다 더욱 안정하게 오랜 기간 유지됨을 확인하였다.
- [131] 다음으로, SAM 형성 과정에서 실란 용액의 처리 시간을 다양화하여 실란 용액과의 반응 시간에 따른 PDMS/SAM/은나노와이어의 물 접촉각을 측정하여 PDMS 표면 개질로 인한 친수성의 정도를 분석하였다. 사용된 실란 용액은 [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란 용액이며, 측정된 물 접촉각은 도 3에 그래프로 나타내었다.
- [132] 도 3은 본 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정하여 나타낸 그래프이다. 도 3에 나타난 바에 따르면, 반응 시간이 1.5 시간 (90 분) 이상인 경우, 물 접촉각 (즉, 친수성)에 큰 변화가 없는 것으로 관찰되었다.
- [133] 다음으로, SAM에 포함된 극성 작용기의 종류에 따른 물 접촉각을 측정하여 도 4에 나타내었다. 도 4는 본 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다. SAM이 [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을 사용하여 형성되어 질소 (N) 및 -NH₂ 작용기를 포함하는 경우 (a. SAM_N-NH₂), 물 접촉각은 7.44°로 측정되었으며, 3-아미노프로필트리에톡시실란을 사용하여 형성되어 -NH₂ 작용기를 포함하는 경우 (b. SAM_NH₂)의 물 접촉각은 45°, 3-클로로프로필트리에톡시실란을 사용하여 형성되어 Cl 작용기를 포함하는 경우 (c. SAM_Cl)의 물 접촉각은 57°, 3-머캅토프로필트리메톡시실란을 사용하여 형성되어 -SH 작용기를 포함하는 경우 (d. SAM_SH)의 물 접촉각은 67°, 및 3-글리시딜옥시프로필트리메톡시실란을 사용하여 형성되어 산소 (O) 작용기를 포함하는 경우 (e. SAM_O)의 물 접촉각은 74°로 측정되었다 (도 4 참조).
- [134] 이러한 결과에 따르면, PDMS 기재 상에 N 및 -NH₂ 작용기를 포함하는

SAM_N-NH₂가 형성된 경우 표면 친수성이 가장 높은 것으로 나타났다.

- [135] 다음으로, [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을 이용하여 PDMS 기재 상에 SAM_N-NH₂를 형성하고 상기 SAM 상에 은나노와이어층 및 산화그래핀층을 형성한 후, 상기 SAM과 산화 그래핀간의 강한 결합을 형성하기 위하여 산을 처리하여 아미드 결합을 형성한 투명 전극을 제조하였다. 상기 아미드 결합을 형성한 후, 필름의 안정성의 지속 여부를 확인하기 위하여 일주일 후에 물 접촉각을 측정하여 도 5에 나타내었다. 도 5는 본 실시예에 따른 투명 전극의 물 접촉각을 측정한 광학 이미지이다. 아미드 결합이 형성되지 않은 경우 측정된 물 접촉각은 89°인 것에 반하여 (도 5의 a), 아미드 결합이 형성된 경우 물 접촉각이 53°로 측정되었다 (도 5의 b). 이러한 결과를 통하여, 산화 그래핀과 SAM 간에 아미드 결합이 형성된 경우, 필름 표면과 산화그래핀이 강하게 접합되어 보다 균일한 표면을 형성하며, 친수성 역시 오랜 기간 동안 안정적으로 유지됨을 확인할 수 있었다. 즉, 표면과 상층 물질간의 강한 결합이 안정적으로 유지되어 물리적으로 안정한 투명 전극을 제조할 수 있었다.

[136] **4. 표면 특성 분석-표면의 균일성 (uniformity)**

- [137] 본 실시예에서는 PDMS 기재 상에 SAM/은나노와이어층을 생성한 후 광학 현미경 (Olympus BX51, Microscopes Inc. wm003900a S39a)을 이용하여 표면의 균일성을 측정하여 도 6에 나타내었다.

- [138] 도 6은 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 균일성을 분석한 광학 이미지이다. 도 6에 나타난 바에 따르면, N 작용기를 포함하는 SAM_N이 형성된 경우, 다른 작용기를 포함하는 SAM이 형성된 경우에 비하여 표면에 결합된 나노와이어의 개수가 많은 것으로 관찰되었으며, 표면의 균일성 역시 뛰어난 것으로 확인되었다.

[139] **5. 표면 특성 분석-XPS 분석**

- [140] 본 실시예에서는 X-선 광전자분광기 (XPS)를 이용하여 SAM_N과 SAM_NH₂의 C : X 비율을 측정함으로써 가수분해도를 측정하였다.

- [141] 도 7은 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 분석한 XPS 분석 결과이다. 도 7에 나타난 바와 같이, PDMS 기재 자체에서는 N 피크가 측정되지 않았으나, SAM_N 및 SAM_NH₂의 경우 N 피크가 나타났으며, SAM_N의 N 피크가 더 크게 나타났다.

- [142] 이어서, PDMS 기재 상에 형성된 SAM에 포함된 작용기의 종류에 따른 Ag3d_{3/2} 피크 및 Ag3d_{5/2} 피크의 이동 (shift) 정도를 확인하여 도 8 및 9에 나타내었다.

- [143] 도 8 및 9는 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 분석한 XPS 분석 결과이다. 도 8 및 9에 나타난 바에 따르면, SAM_N의 경우 접촉이 우수하여 Ag3d_{3/2} 피크가 다른 경우에 비하여 청색 이동 (blue shift)을 보였다.

[144] **6. 투명 전극 특성 분석-투과율 측정**

- [145] 본 실시예에서는 제조된 투명 전극의 투과율을 측정하여 도 10에 그래프로 나타내었다. SAM은 [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을

이용하여 형성된 SAM-N-NH₂이었으며, 투과도는 UV-Vis 분광광도계(Varian Cary 5000)를 이용하여 측정하였다. 도 10은 본 실시예에 따른 투명 전극의 투과율을 측정하여 나타낸 그래프로서, 도 10에는 SAM/은나노와이어층/산화그래핀층이 형성된 투명 전극의 앞면(산화 그래핀이 형성된 면, GO side) 및 뒷면(PDMS 면, PDMS side)에서 투과도를 측정한 결과가 나타나 있다. 투명 전극의 앞면에서 투과도를 측정한 결과, 550 nm에서 94%의 투과율을 나타내었으며, 450 nm 내지 1100 nm에서 평균 96%의 투과율을 나타내었다. 투명 전극의 뒷면에서 투과도를 측정한 결과, 550 nm에서 95%의 투과율을 나타내었으며, 450 nm 내지 1100 nm에서 평균 96%의 투과율을 나타내었다. 일반적인 투명 전극의 경우 90% 내외의 투과율을 보이는 것을 감안할 때, 본원의 투명 전극의 투과율은 매우 우수한 것을 확인할 수 있었다.

[146] **7. SAM 유무에 따른 전극 표면 비교**

[147] 본 실시예에서는, SAM이 형성되지 않은 PDMS 상에도 은나노와이어층 및 산화그래핀층이 잘 형성되는지를 비교 분석하였다. 도 11은 SAM이 형성되지 않은 PDMS 기재 상에 은나노와이어층 및 산화그래핀층을 형성한 경우의 원자간력 현미경 (AFM, Digital Instruments D3100, PSIA XE-100) 이미지이다. 도 11에 따르면 PDMS 기재와 나노와이어 또는 PDMS 기재와 산화그래핀 간의 상호작용이 부족하여, 산화그래핀층이 균일하게 형성되지 않은 것이 관찰되었다. 또한, 이로 인하여 나노와이어층이 쉽게 분리되며, 저항도 높은 것으로 분석되었다.

[148] 도 12는 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 보여주는 원자간력 현미경 이미지로서, [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을 이용하여 SAM-N-NH₂을 형성한 후, SAM 상에 은나노와이어층만을 형성하거나 (도 12의 a) SAM 상에 은나노와이어층 및 산화그래핀층을 형성한 경우 (도 12의 b)의 원자간력 현미경 이미지를 나타낸다. 도 12의 이미지로부터, 나노와이어층 및 산화그래핀층이 안정적으로 균일하게 형성되었음을 알 수 있었다.

[149] 도 13은 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 특성을 보여주는 원자간력 현미경 이미지로서, SAM 없이 은나노와이어층/산화그래핀층을 형성한 PDMS 기재 (a. 실란화 없음, Without silanization), 3-아미노프로필트리에톡시실란을 이용하여 SAM을 형성한 후 나노와이어층/산화그래핀층을 형성한 PDMS 기재 [b. S(NH₂)/NW/GO], [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을 이용하여 SAM을 형성한 후 나노와이어층만을 형성한 PDMS 기재 [c. S(NNH₂)/NW)], [3-(2-아미노에틸아미노)프로필]트리메톡시실란을 이용하여 SAM을 형성한 후 나노와이어층/산화그래핀층을 형성한 PDMS 기재 [d. S(NNH₂)/NW/GO] 각각의 표면 균일성을 원자간력 현미경을 이용하여 측정한 결과이다. 각각의 기재 상의 SAM층의 형성 여부 및 형성된 SAM 층에 포함된 작용기의 종류에 따라 은나노와이어 간의 접촉 양상이 다르게 나타났다. N 및 -NH₂ 작용기를 포함하는 SAM 층이 형성된 경우, 표면의 높이가 비교적 일정하며 단면이 들뜨는 현상이

관찰되지 않았으며, 보다 명확한 이미지가 획득되었고, 나노와이어가 잘 접합되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 반면, NH_2 작용기만을 포함하는 경우, 친수성이 부족하여 산화그래핀과 기재 간의 반응이 충분하지 않아 은나노와이어가 완전히 밀착되지 않은 것이 관찰되었다. 아울러, c 및 d 이미지를 비교하여 볼 때, 산화그래핀층이 존재하는 경우에는 접합 부위의 높이가 더 낮은 것으로 관찰된 바, 산화그래핀과 SAM과의 상호작용으로 인하여 접합 부위가 더욱 잘 밀착됨을 확인할 수 있었다.

- [150] 이와 관련하여, 도 14는 본 실시예에 따른 투명 전극의 표면 높이의 분산도를 나타내는 것으로서, 각각의 샘플 별로 16 개의 지점에서 나노와이어의 높이를 측정하여 그 분산도를 확인한 결과이다. 도 14에 나타난 바에 따르면, SAM 없이 PDMS 기재 상에 나노와이어층만이 형성된 경우 (a)에는 나노와이어가 잘 부착되지 않아 분산도가 매우 높은 것으로 관찰되었다. 반면, SAM- NH_2 /은나노와이어층/산화그래핀층 (b) 및 SAM-N- NH_2 /은나노와이어층/산화그래핀층 (c)이 형성된 경우에는 상대적으로 분산도가 낮은 것으로 관찰되었다. 특히, SAM-N- NH_2 가 형성된 경우 거의 일직선의 분포를 보여, 나노와이어가 매우 균일하게 표면에 잘 부착되어 있음을 관찰할 수 있었다.

[151] **8. 제조된 투명 전극의 면저항 측정**

- [152] 본 실시예에서는 반도체 특성분석 시스템 (Keithley 4200 semiconductor characterisation system)을 이용하여 제조된 투명 전극의 저항을 측정하였다. 도 15는 본 실시예에 따른 투명 전극의 면저항을 측정하여 나타낸 그래프로서, PDMS 기재 상에 SAM- NH_2 및 SAM-N- NH_2 를 형성한 후 동일한 방법으로 동일한 양의 은나노와이어층 및 산화그래핀층을 형성함으로써 제조된 투명 전극의 저항을 측정한 것이다. SAM-N- NH_2 의 경우 $27 \Omega/\text{sq}$ 정도의 매우 낮은 저항값이 측정된 반면, SAM- NH_2 의 경우 $180 \Omega/\text{sq}$ 정도의 높은 저항값이 측정되었다. 이러한 결과로부터, SAM-N- NH_2 의 표면과 은나노와이어층 및 산화그래핀층이 더욱 효과적으로 결합되어 네트워크를 잘 유지하고 있어 낮은 저항값을 가지게 됨을 확인할 수 있었다.

- [153] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

- [154] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로

해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

- [155] 본원에 따른 유연성 투명 전극 및 그의 제조 방법은 플렉서블 디스플레이, 플렉서블 트랜지스터, 플렉서블 터치패널, 및 플렉서블 태양 전지로 대표되는 플렉서블 정보전자 기기에 유용하게 이용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 투명 기재;
상기 투명 기재 상에 형성되는 자기조립단분자층 (self-assembled monolayer); 및,
상기 자기조립단분자층 상에 형성되는 금속 나노와이어 (nanowire)층
을 포함하는,
투명 전극.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 형성되는 산화그래핀층을 추가
포함하는, 투명 전극.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층은 하기 화학식 1로서 표시되는 유기
화합물을 포함하는 것인, 투명 전극:
[화학식 1]
X-A-Y
식 중,
X는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는
군으로부터 선택되는 것을 포함하고,
Y는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기,
에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는
극성 작용기를 포함하며,
상기 A는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는
게르마늄 원소; $C\equiv C$, $C=C$, $C\equiv C-C\equiv C$, $C\equiv C-C=C$, 또는 $C=C-C=C$ 를
포함하는 불포화 탄화수소기; $N=N$, $-NH-CO-$ 또는 벤젠 고리 함유
작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는
것을 포함하는 것임.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층의 두께는 1 nm 내지 100 nm인 것인, 투명
전극.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층은 Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg,
Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로
이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의
나노와이어를 포함하는 것인, 투명 전극.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층의 두께는 10 nm 내지 1000 nm인 것인,

- 투명 전극.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 투명 기재는, TAC (triacetylcellulose), PMMA (polymethyl methacrylate), PVA (polyvinyl alcohol), PC (polycarbonate), PE (polyethylene), PP (polypropylene), PS (polystyrene), PES (polyethersulfone), PEN (polyethylenenaphthalate), PI (polyimide), PDMS (polydimethylsiloxane), PET (polyethylene terephthalate), PAN (polyacrylonitrile), 유리, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것인, 투명 전극.
- [청구항 8] 제 2 항에 있어서,
상기 산화그래핀층의 두께는 0.1 nm 내지 10 nm인 것인, 투명 전극.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어 (nanowire)층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극.
- [청구항 10] 제 2 항에 있어서,
상기 산화그래핀층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극.
- [청구항 11] 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하고; 및,
상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것을 포함하는,
투명 전극의 제조 방법.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.
- [청구항 13] 제 11 항에 있어서,
상기 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하는 것은, 하기 화학식 1로서 표시되는 유기 화합물을 상기 투명 기재 상에 처리하는 것을 포함하는 것인, 투명 전극의 제조 방법:
- [화학식 1]
- X-A-Y
- 식 중,
X는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하고,
Y는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기, 에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 극성 작용기를 포함하며,

상기 A는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는 게르마늄 원소; $C\equiv C$, $C=C$, $C\equiv C-C\equiv C$, $C\equiv C-C=C$, 또는 $C=C-C=C$ 를 포함하는 불포화 탄화수소기; $N=N$, $-NH-CO-$ 또는 벤젠 고리 함유 작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것임.

[청구항 14]

제 11 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것은, Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의 나노와이어를 상기 자기조립단분자층 상에 처리하는 것을 포함하는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 15]

제 11 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 금속 나노와이어 간의 결합에 의하여 형성되는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 16]

제 12 항에 있어서,
상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 산화그래핀 간의 결합에 의하여 형성되는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 17]

제 12 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 상기 산화그래핀층에 함유된 산화그래핀을 환원시키는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 18]

제 12 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 산성 용액을 처리하여 상기 자기조립단분자층에 함유된 아민기 및 상기 산화그래핀층에 함유된 카르복실기 사이에 아미드 결합을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 19]

제 11 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 하드 코팅막을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 20]

제 12 항에 있어서,
산화그래핀층 상에 상기 산화그래핀층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

- [청구항 1] 투명 기재;
 상기 투명 기재 상에 형성되는 자기조립단분자층 (self-assembled monolayer); 및,
 상기 자기조립단분자층 상에 형성되는 금속 나노와이어 (nanowire)층
 을 포함하는,
 투명 전극.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 금속 나노와이어층 상에 형성되는 산화그래핀층을 추가
 포함하는, 투명 전극.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 자기조립단분자층은 하기 화학식 1로서 표시되는 유기
 화합물을 포함하는 것인, 투명 전극:
 [화학식 1]
 $X-A-Y$
 식 중,
 X 는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는
 군으로부터 선택되는 것을 포함하고,
 Y 는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기,
 에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는
 극성 작용기를 포함하며,
 상기 A 는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는
 게르마늄 원소; $C\equiv C$, $C=C$, $C\equiv C-C\equiv C$, $C\equiv C-C=C$, 또는 $C=C-C=C$ 를
 포함하는 불포화 탄화수소기; $N=N$, $-NH-CO-$ 또는 벤젠 고리 함유
 작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는
 것을 포함하는 것임.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 자기조립단분자층의 두께는 1 nm 내지 100 nm인 것인, 투명
 전극.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 금속 나노와이어층은 Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg,
 Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로
 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의
 나노와이어를 포함하는 것인, 투명 전극.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 금속 나노와이어층의 두께는 10 nm 내지 1000 nm인 것인,

- 투명 전극.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 투명 기재는, TAC (triacetylcellulose), PMMA (polymethyl methacrylate), PVA (polyvinyl alcohol), PC (polycarbonate), PE (polyethylene), PP (polypropylene), PS (polystyrene), PES (polyethersulfone), PEN (polyethylenenaphthalate), PI (polyimide), PDMS (polydimethylsiloxane), PET (polyethylene terephthalate), PAN (polyacrylonitrile), 유리, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것인, 투명 전극.
- [청구항 8] 제 2 항에 있어서,
상기 산화그래핀층의 두께는 0.1 nm 내지 10 nm인 것인, 투명 전극.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어 (nanowire)층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극.
- [청구항 10] 제 2 항에 있어서,
상기 산화그래핀층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극.
- [청구항 11] 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하고; 및,
상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것을 포함하는,
투명 전극의 제조 방법.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.
- [청구항 13] 제 11 항에 있어서,
상기 투명 기재 상에 극성 작용기를 함유하는 자기조립단분자층을 형성하는 것은, 하기 화학식 1로서 표시되는 유기 화합물을 상기 투명 기재 상에 처리하는 것을 포함하는 것인, 투명 전극의 제조 방법:
- [화학식 1]
- X-A-Y
- 식 중,
X는 실란기, 알킬아민기, 및 포스포네이트기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하고,
Y는 아민기, 아마이드기, 피롤기, 히드록실기, 티올기, 에폭사이드기, 및 할라이드기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 극성 작용기를 포함하며,

상기 A는 탄소 분자축으로서, 산소, 질소, 인, 황, 실리콘, 또는 게르마늄 원소; $C\equiv C$, $C=C$, $C\equiv C-C\equiv C$, $C\equiv C-C=C$, 또는 $C=C-C=C$ 를 포함하는 불포화 탄화수소기; $N=N$, $-NH-CO-$ 또는 벤젠 고리 함유 작용기; 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것임.

[청구항 14]

제 11 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층 상에 금속 나노와이어층을 형성하는 것은, Ni, Co, Fe, Pt, Au, Ag, Al, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, Ge, 및 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 함유하는 금속 또는 합금의 나노와이어를 상기 자기조립단분자층 상에 처리하는 것을 포함하는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 15]

제 11 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 금속 나노와이어 간의 결합에 의하여 형성되는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 16]

제 12 항에 있어서,
상기 산화그래핀층은 상기 자기조립단분자층에 함유된 상기 극성 작용기와 산화그래핀 간의 결합에 의하여 형성되는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 17]

제 12 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 상기 산화그래핀층에 함유된 산화그래핀을 환원시키는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 18]

제 12 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 산화그래핀층을 형성한 후에, 산성 용액을 처리하여 상기 자기조립단분자층에 함유된 아민기 및 상기 산화그래핀층에 함유된 카르복실기 사이에 아미드 결합을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 19]

제 11 항에 있어서,
상기 금속 나노와이어층 상에 하드 코팅막을 형성하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 20]

제 12 항에 있어서,
산화그래핀층 상에 상기 산화그래핀층 상에 형성되는 하드 코팅막을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조 방법.

[청구항 21]

제 1 항에 있어서,
상기 투명기재의 일부 또는 전부는 플라즈마 처리된 것인, 투명 전극.

- [청구항 22] 제 21 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층은 상기 투명기재의 상기 플라즈마 처리된
부분 상에 형성된 것인, 투명 전극.
- [청구항 23] 제 11 항에 있어서,
상기 투명 기재 상에 상기 극성 작용기를 함유하는
자기조립단분자층을 형성하기 전에 상기 투명기재의 일부 또는
전부를 플라즈마 처리하는 것을 추가 포함하는, 투명 전극의 제조
방법.
- [청구항 24] 제 23 항에 있어서,
상기 자기조립단분자층을 상기 투명기재의 상기 플라즈마 처리된
부분 상에 형성하는 것인, 투명 전극의 제조 방법.

조약 제19조(1) 규정의 설명서

국제 출원 번호 : PCT/KR2014/001699

국제 출원 일자 : 2014. 02. 28

국제 조사 보고서 발송일 : 2014. 06. 05

청구범위 보정

내용 : 새로운 청구항의 추가

청구항 21 내지 24를 추가하였습니다.

상기 국제 출원의 출원서 식별번호 118, 124, 125 및 127 내지 130에 기재된 내용에 근거하여, 투명기재의 플라즈마 처리에 대한 청구항 21 내지 24를 추가하였으며, 이에 따라 보정된 청구범위를 제출합니다.

보정된 청구범위는 출원서에 없었던 내용을 새롭게 추가한 것이 아니라, 출원서의 기재에 근거하여 작성된 것입니다.

이상과 같이 조약 제19조(1)의 규정에 의한 설명서를 제출합니다.

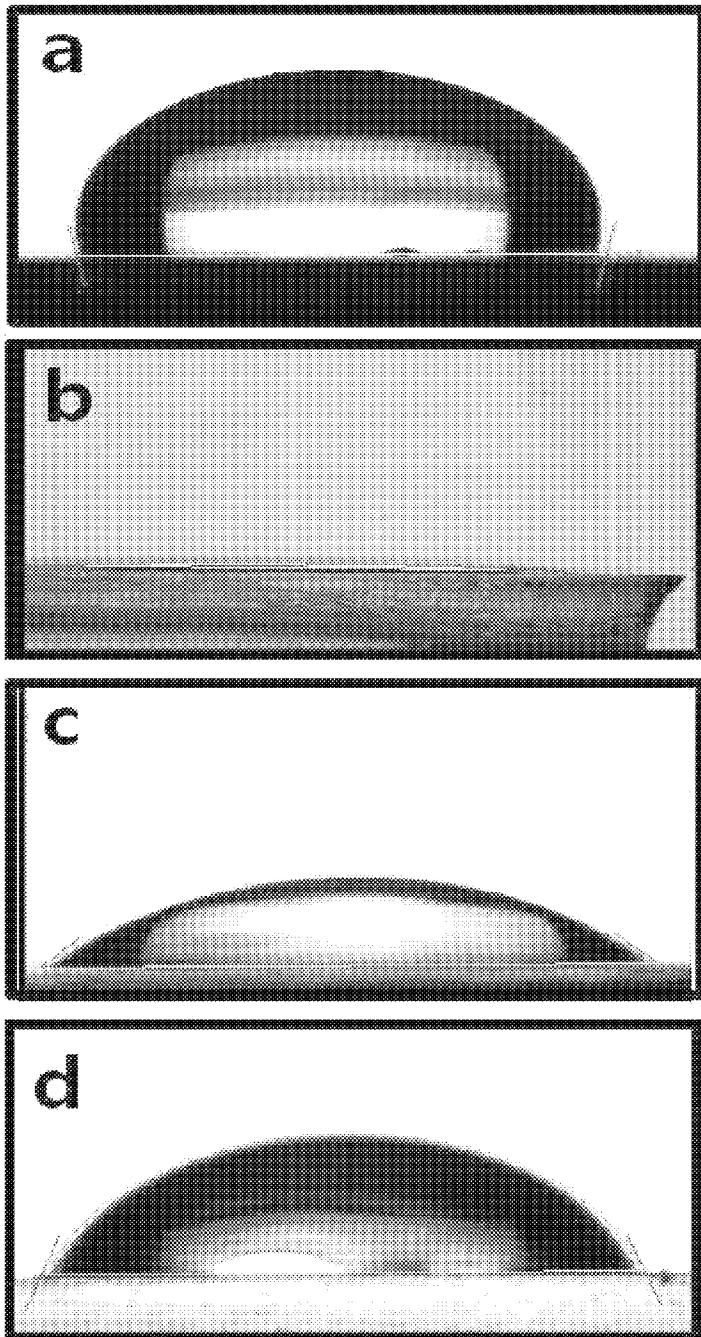
상기 사실은 틀림 없음



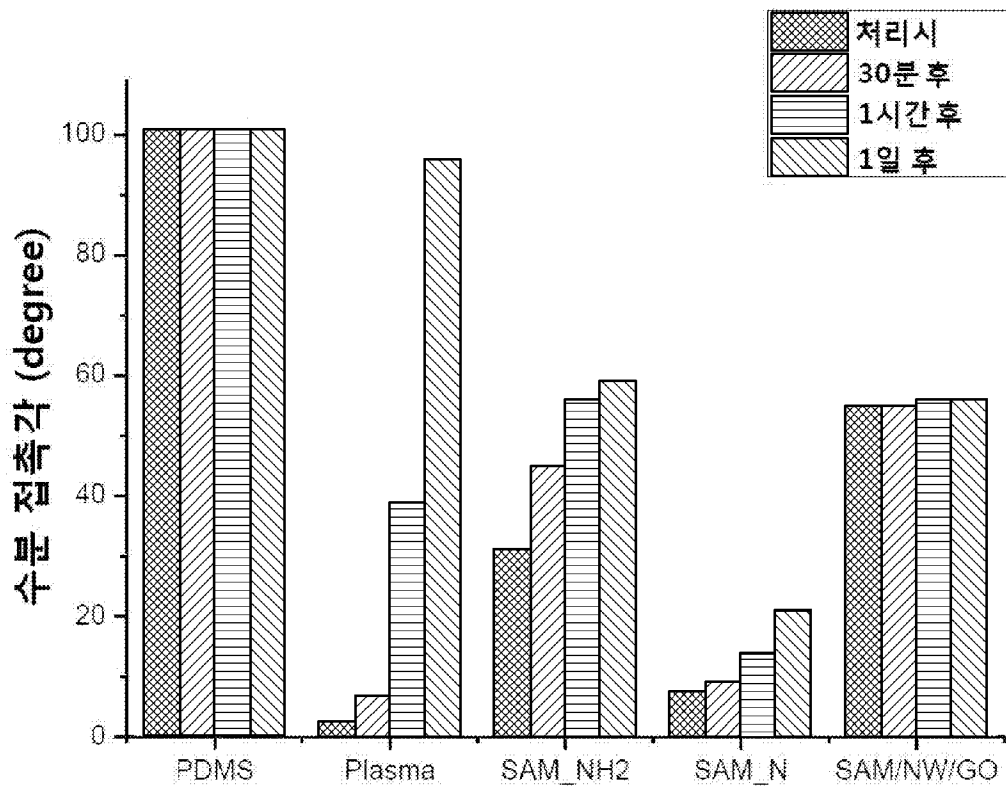
특허법인 엠에이피에스

공동대표/파트너 변리사 서 형 미

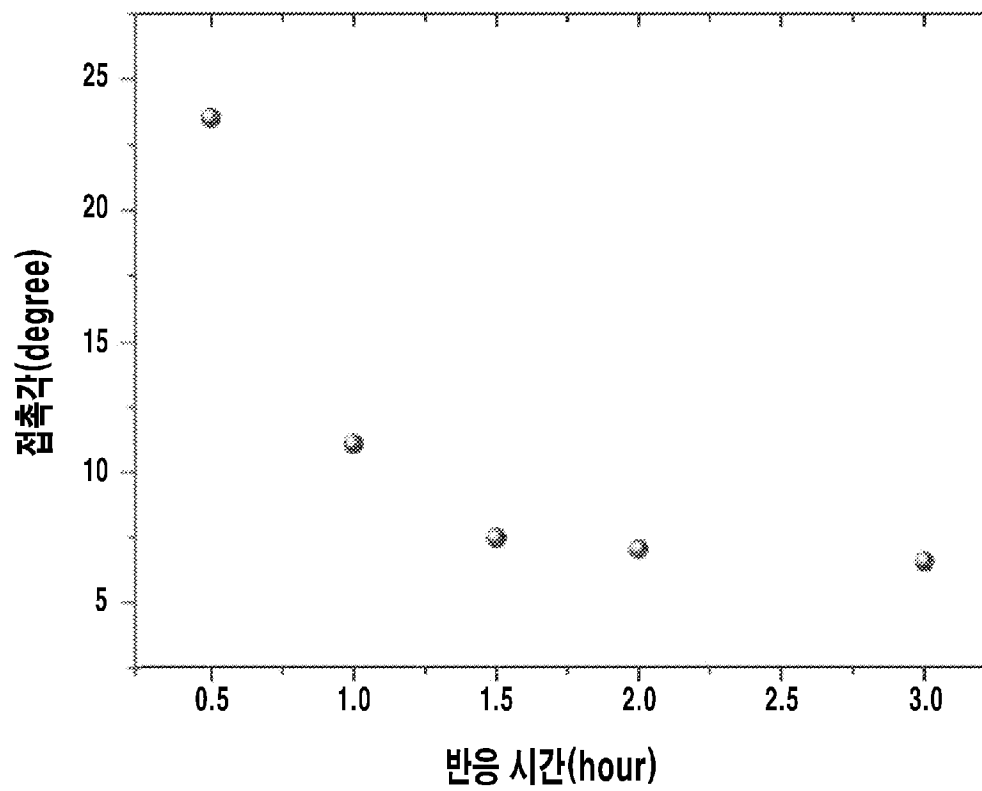
[Fig. 1]



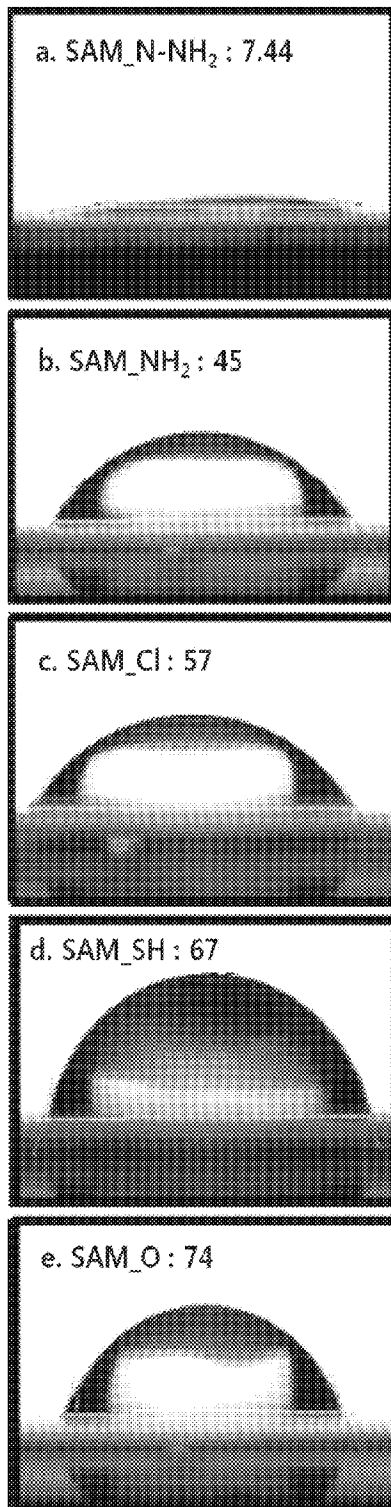
[Fig. 2]



[Fig. 3]

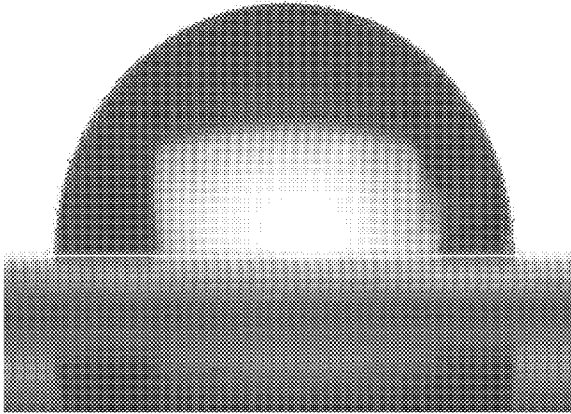


[Fig. 4]

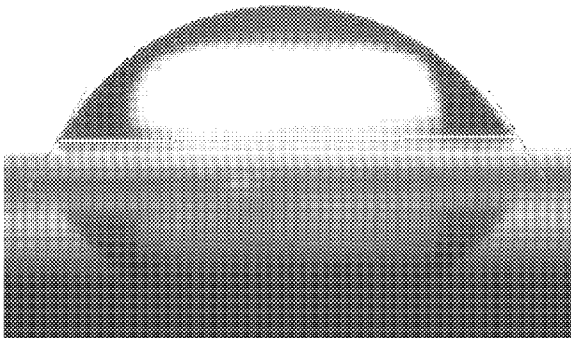


[Fig. 5]

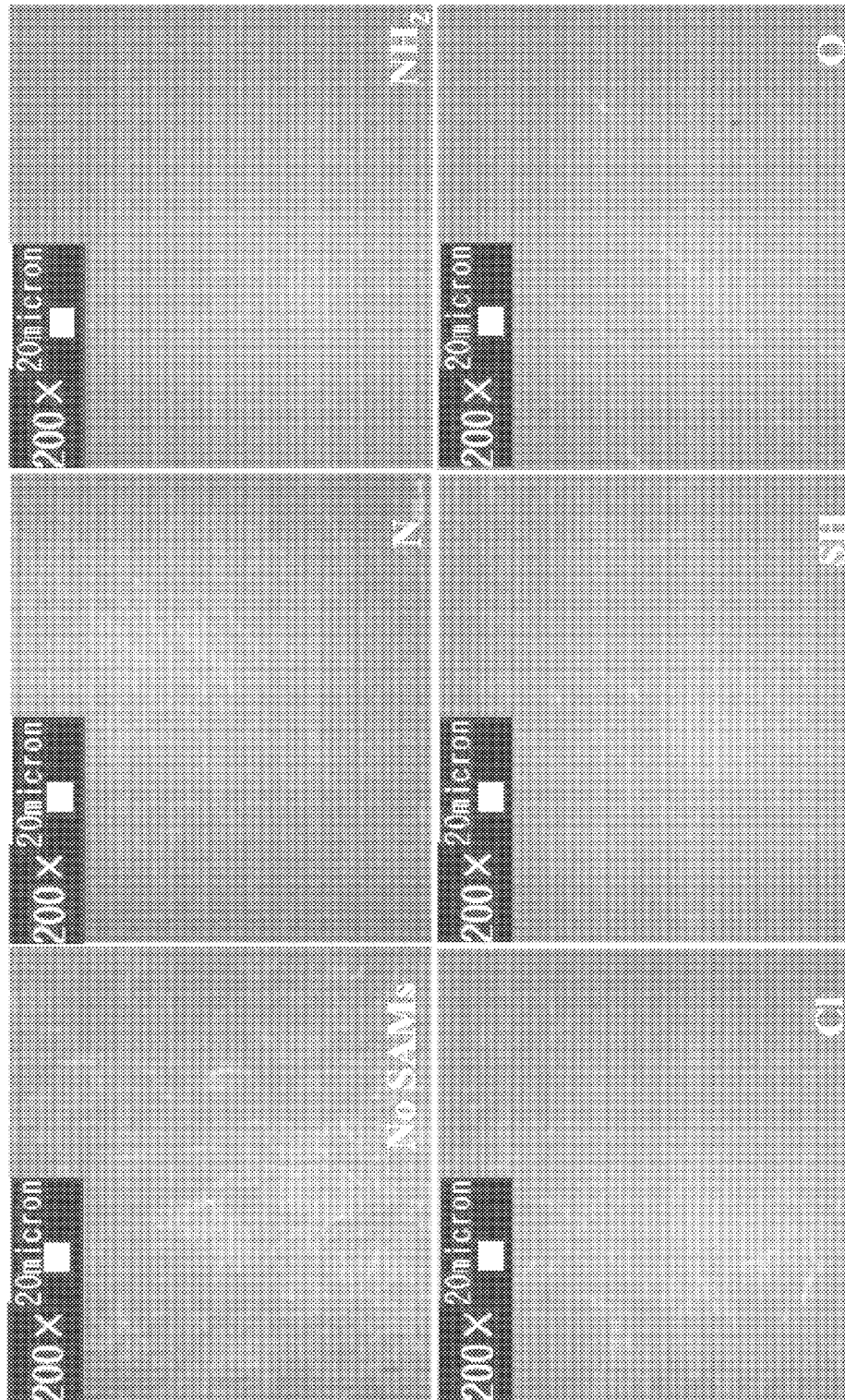
a.



b.

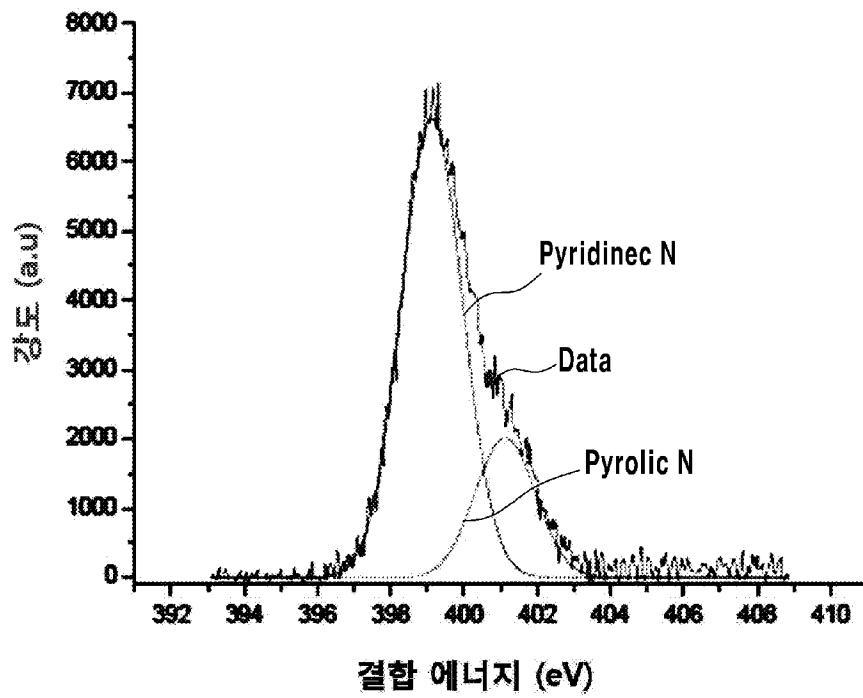
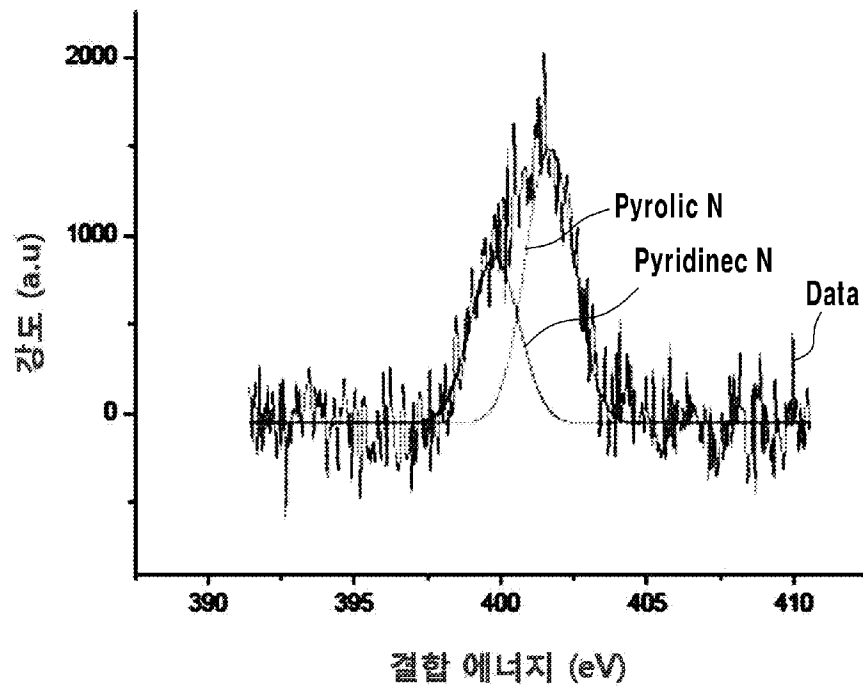


[Fig. 6]

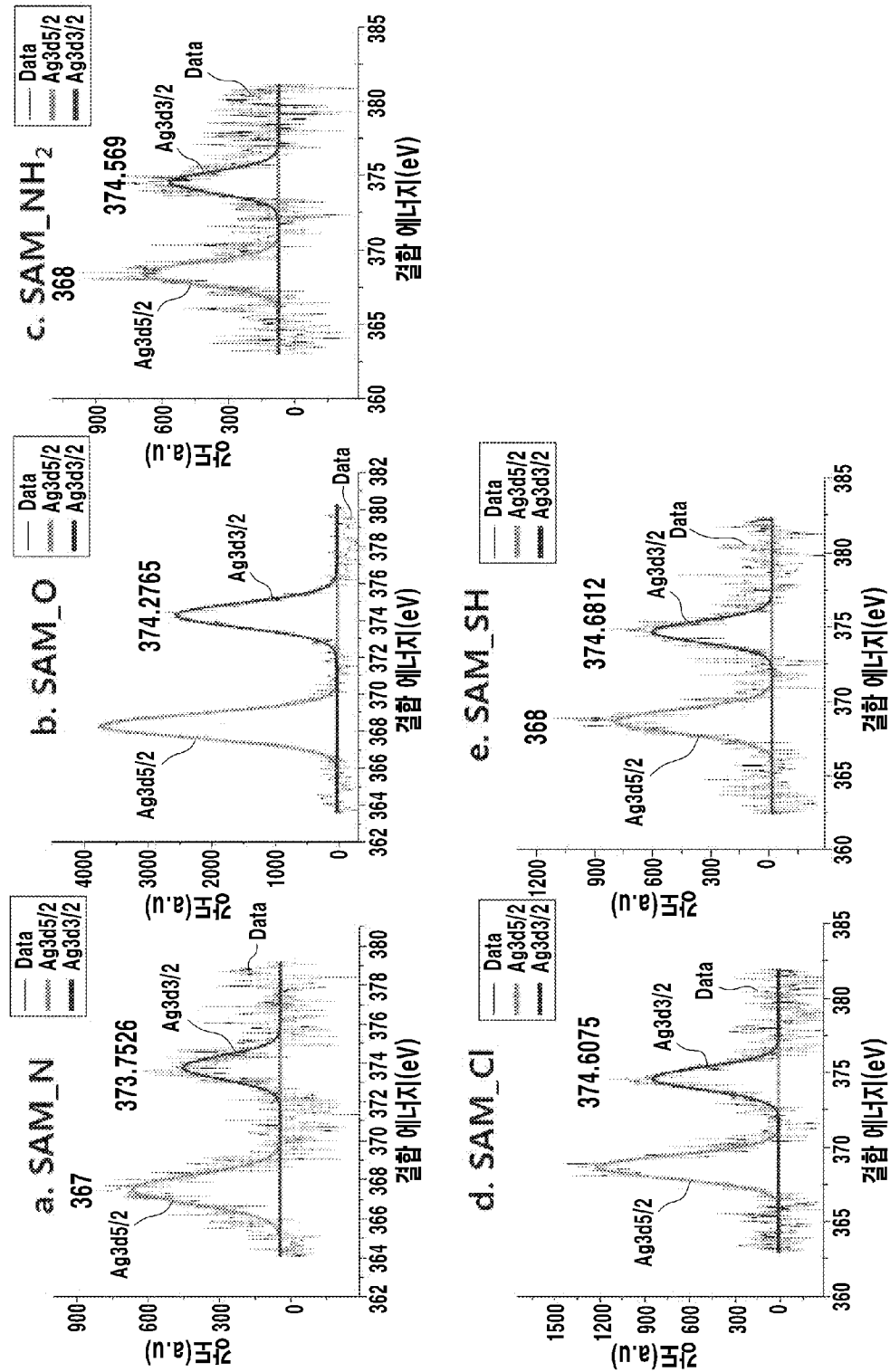


[Fig. 7]

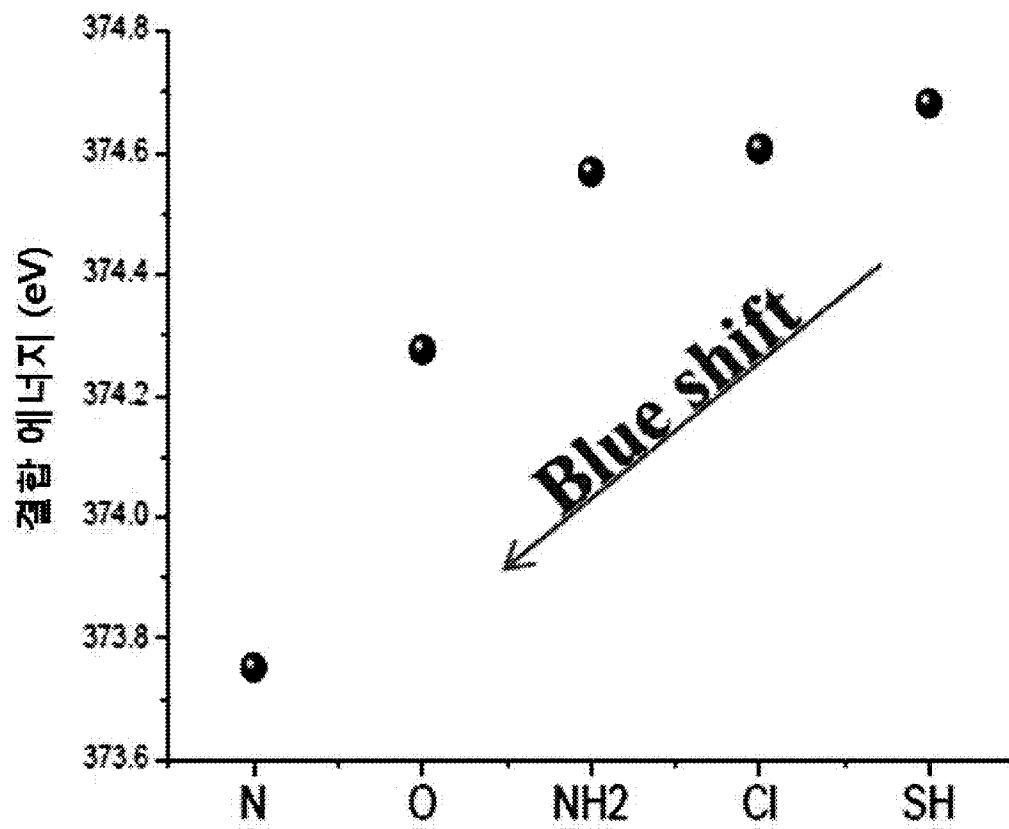
a. SAM_N

b. SAM_NH₂

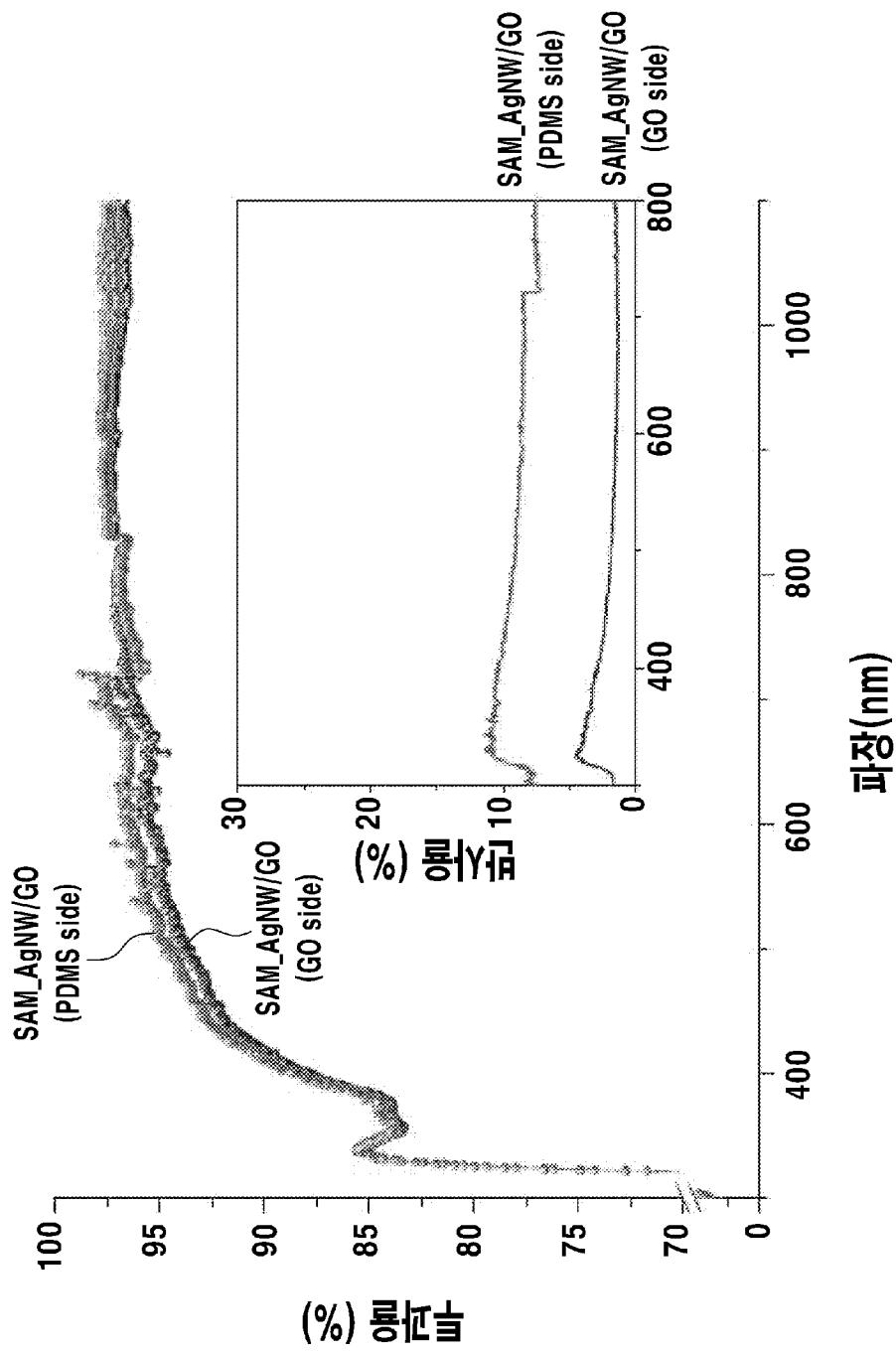
[Fig. 8]



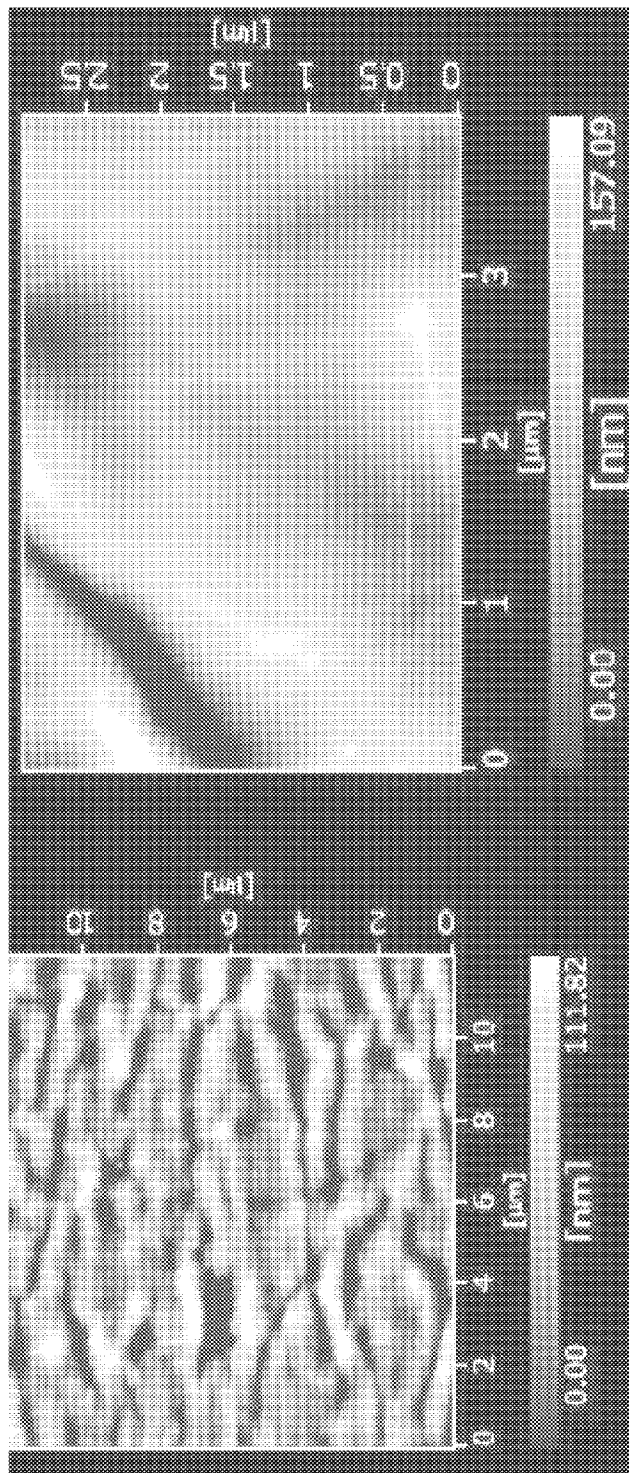
[Fig. 9]



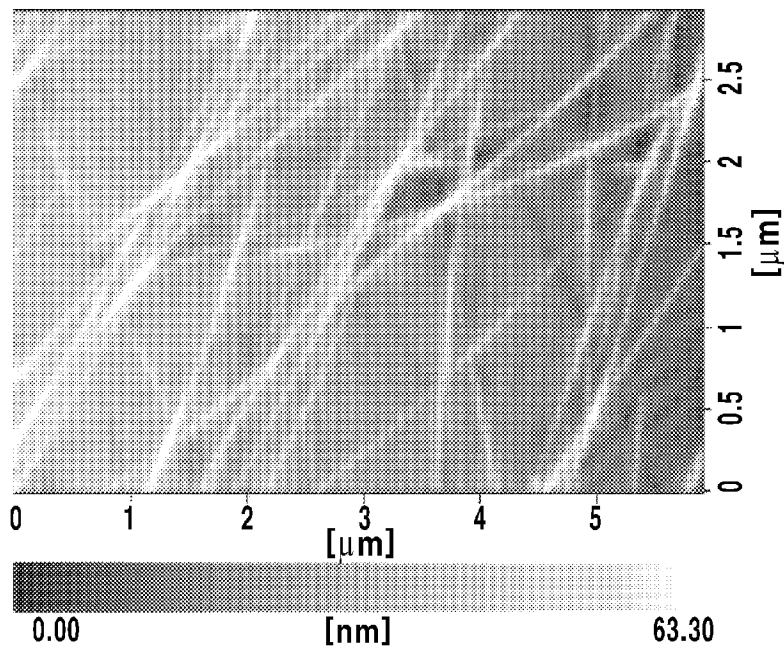
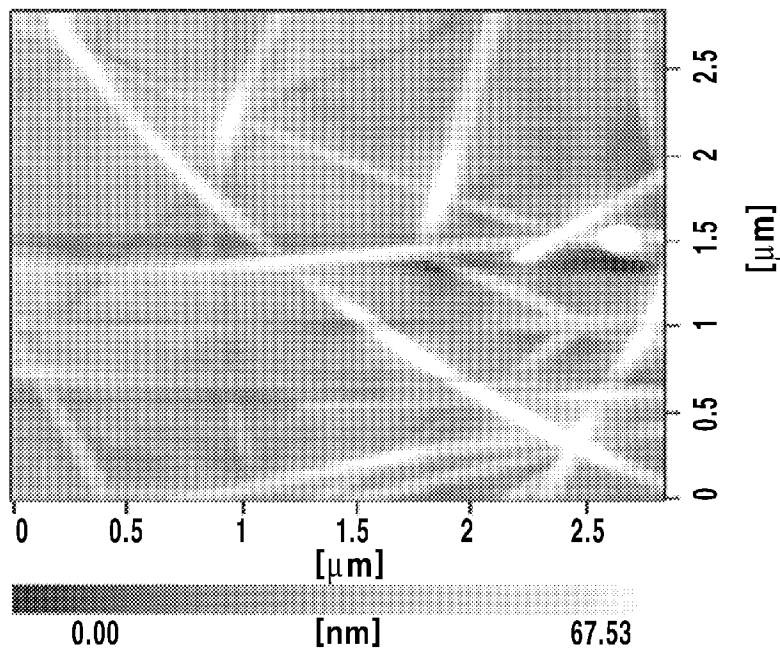
[Fig. 10]



[Fig. 11]

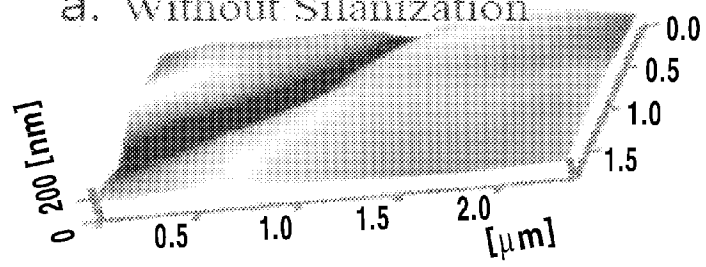
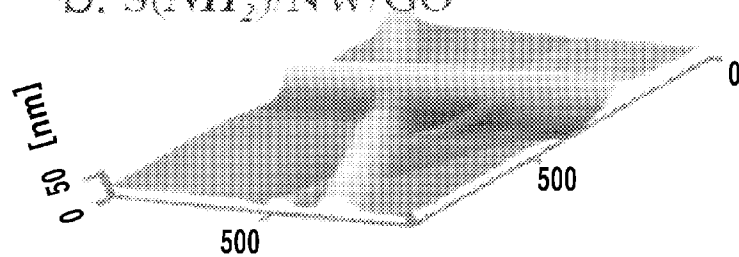
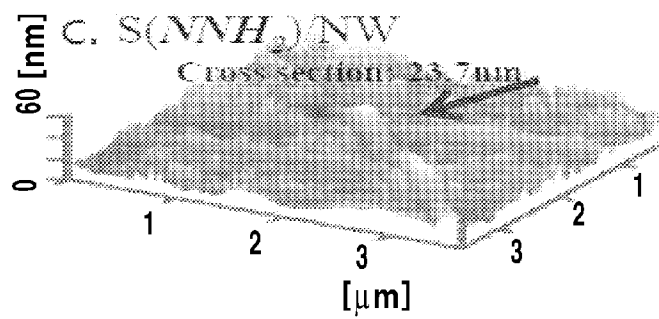
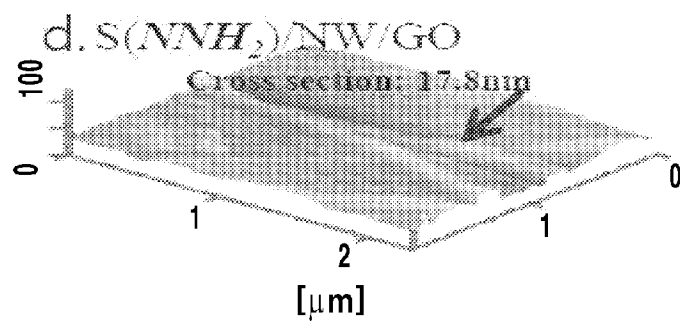


[Fig. 12]

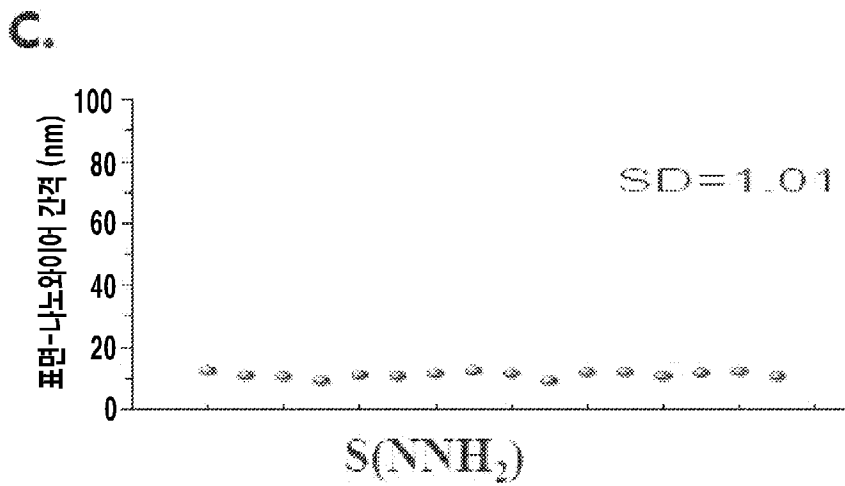
a.**b.**

[Fig. 13]

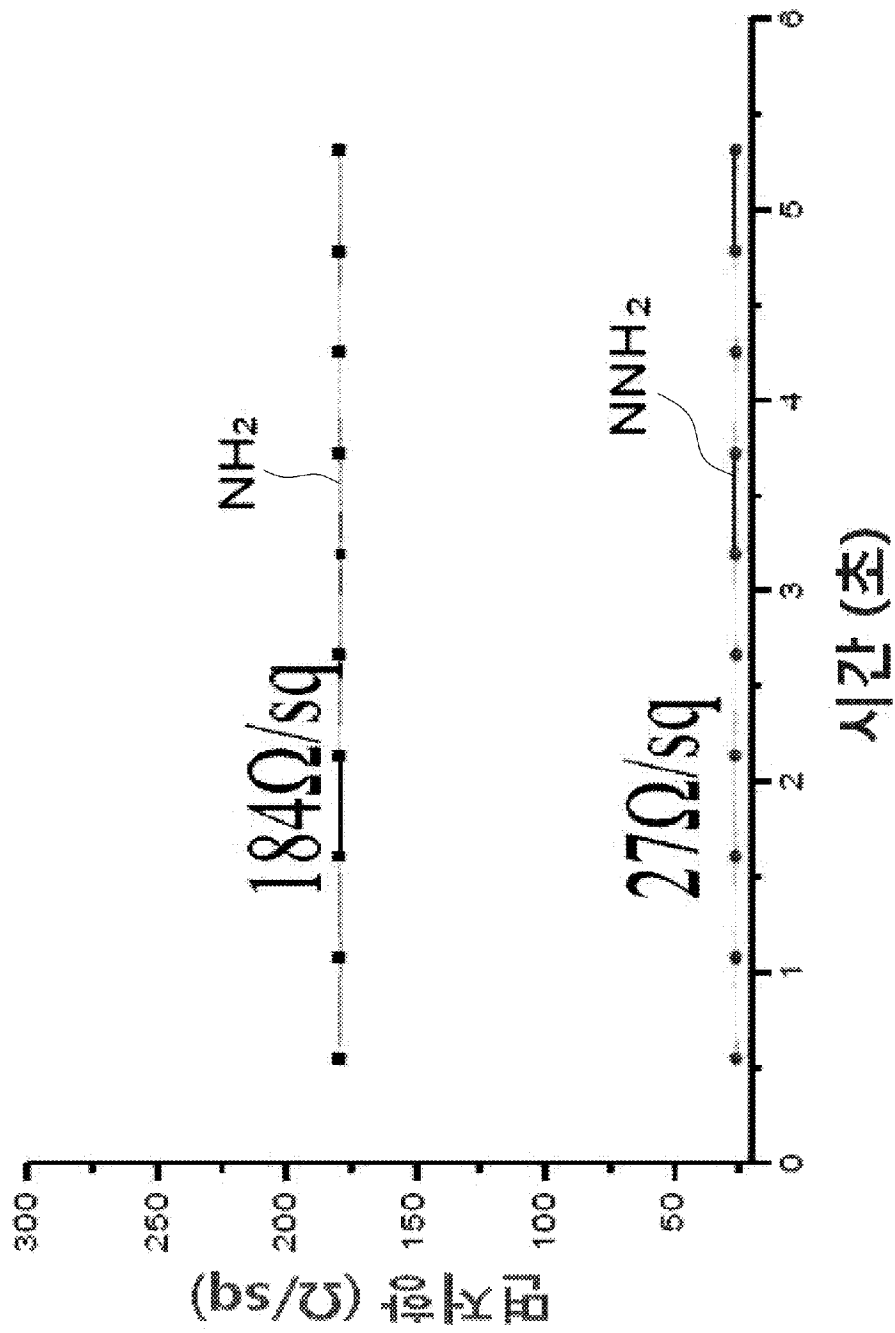
a. Without Silanization

b. $S(NH_2)/NW/GO$ c. $S(NNH_2)/NW$ d. $S(NNH_2)/NW/GO$ 

a.



[Fig. 15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/001699**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01B 5/14(2006.01)i, H01B 13/00(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 5/14; G01N 27/30; H01B 1/22; G01N 27/327; H01L 21/31; C08J 5/18; C08J 7/18; H01B 13/00

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: transparent base material, self-assembled monolayer, metal nanowire

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004-0203256 A1 (YANG, Xiaomin et al.) 14 October 2004	1,4-6,11,14
Y	See claims 1, 2-6, 13, paragraphs [0009], [0019], [0024], and figures 1, 13, 14, 18.	3,7,13,15
A		2,8-10,12,16-20
Y	KR 10-2012-0125906 A (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 19 November 2012	3,13,15
A	See paragraph [0009].	1-2,4-12,14,16-20
Y	KR 10-1236138 B1 (KOREA ELECTRONICS TECHNOLOGY INSTITUTE) 22 February 2013	7
A	See paragraphs [0023], [0027].	1-6,8-20
A	KR 10-2011-0073296 A (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 29 June 2011	1-20
	See claims 1, 12.	



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

03 JUNE 2014 (03.06.2014)

Date of mailing of the international search report

05 JUNE 2014 (05.06.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/001699

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2004-0203256 A1	14/10/2004	NONE	
KR 10-2012-0125906 A	19/11/2012	NONE	
KR 10-1236138 B1	22/02/2013	WO 2013-062182 A1	02/05/2013
KR 10-2011-0073296 A	29/06/2011	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01B 5/14(2006.01)i, H01B 13/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01B 5/14; G01N 27/30; H01B 1/22; G01N 27/327; H01L 21/31; C08J 5/18; C08J 7/18; H01B 13/00

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: 투명기재, 자기조립단분자, 금속나노와이어

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X Y A	US 2004-0203256 A1 (XIAOMIN YANG 외 3명) 2004.10.14 청구항 1, 2-6, 13, 단락 [0009], [0019], [0024], 및 도 1, 13, 14, 18 참조.	1, 4-6, 11, 14 3, 7, 13, 15 2, 8-10, 12, 16-20
Y A	KR 10-2012-0125906 A (성균관대학교산학협력단) 2012.11.19 단락 [0009] 참조.	3, 13, 15 1-2, 4-12, 14, 16-20
Y A	KR 10-1236138 B1 (전자부품연구원) 2013.02.22 단락 [0023], [0027] 참조.	7 1-6, 8-20
A	KR 10-2011-0073296 A (성균관대학교산학협력단) 2011.06.29 청구항 1, 12 참조.	1-20



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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 06월 03일 (03.06.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 06월 05일 (05.06.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

한상일

전화번호 +82-42-481-8185



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2004-0203256 A1	2004/10/14	없음	
KR 10-2012-0125906 A	2012/11/19	없음	
KR 10-1236138 B1	2013/02/22	WO 2013-062182 A1	2013/05/02
KR 10-2011-0073296 A	2011/06/29	없음	