



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0030811
(43) 공개일자 2019년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B82B 1/00 (2017.01) B82Y 20/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B82B 1/008 (2013.01)
B82Y 20/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0118060
(22) 출원일자 2017년09월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
홍성훈
대전광역시 유성구 엑스포로 448 406동 1005호 (전민동, 엑스포아파트)
이현
서울특별시 서초구 동광로22길 23 302호 (방배동,그랑시엘방배)
김수정
서울특별시 성북구 안암로9길 55 205호
(74) 대리인
특허법인 고려

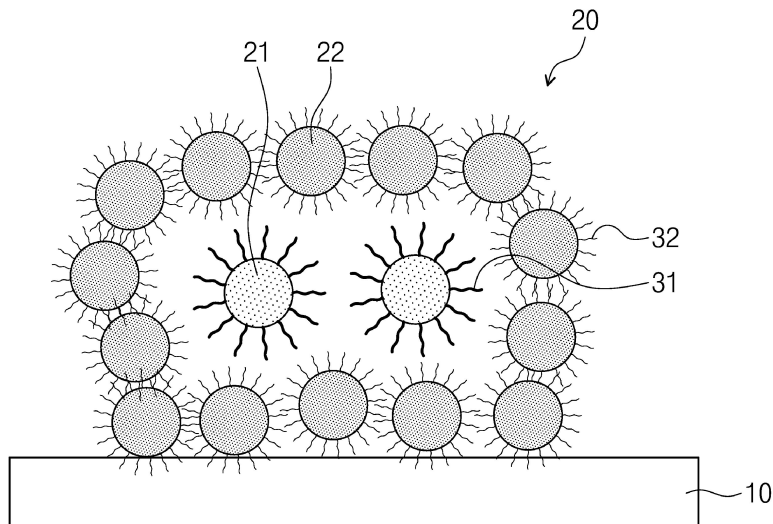
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 메타물질 구조체

(57) 요약

본 발명은 메타물질 구조체에 관한 것으로, 기관; 및 상기 기관 상에 배치되고, 서로 전기적으로 분리된 복수의 나노구조체들을 포함하되, 상기 나노구조체들은: 리간드가 배워진 제1 금속나노입자; 및 상기 제1 금속나노입자를 둘러싸는 제2 금속나노입자들을 포함하는 메타물질 구조체가 제공된다.

대표도 - 도2a



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711048559

부처명 한국연구재단(NRF)

연구관리전문기관 한국연구재단(NRF)

연구사업명 미래유망융합기술파이오니아사업

연구과제명 가시광과장용 나노결정기반 3차원 저손실 메타소재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

기관; 및

상기 기관 상에 배치되고, 서로 전기적으로 분리된 복수의 나노구조체들을 포함하되,

상기 나노구조체들은:

리간드가 배워된 제1 금속 나노입자; 및

상기 제1 금속 나노입자를 둘러싸는 제2 금속 나노입자들을 포함하는 메타물질 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 메타물질 구조체에 관한 것으로, 상세하게는 다중 파장 대역의 광에 대한 공진 특성을 갖는 메타물질 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 메타물질은 자연계 물질과는 달리 원자단위에서 물질의 특성이 정해지지 않으며 메타물질 내에 존재하는 반복적인 구조체(메타아tom)에 의하여 균질 매질로 정의되는 새로운 광학소재이다. 메타아tom은 작동 파장영역 1/10정도의 크기를 가지며 금속 또는 유전체를 이용하여 제작될 수 있다. 메타아tom의 소재, 형상, 배열에 따라 메타물질의 광학 재료상수 (유전율, 투자율 등)가 조절될 수 있다. 메타아tom은 주로 금, 은, 알루미늄 등의 증착된 금속 박막으로 제작된다. 금속 나노구조가 형성된 메타물질에 빛이 입사되면 금속 내 자유전자와 입사되는 전자기장의 상호작용에 의해 플라즈몬으로 지칭되는 자유전자 밀도의 집단적 진동을 발생시킨다. 메타아tom의 플라즈몬의 흡수특성을 이용하여 센서, 플라즈모닉 컬러필터, 완전흡수체 및 새로운 형태의 나노광학 디바이스가 제작될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다중 파장대역의 광에 대한 흡수특성을 갖는 메타물질 구조체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체는 기관; 및 상기 기관 상에 배치되고, 서로 전기적으로 분리된 복수의 나노구조체들을 포함하되, 상기 나노구조체들은: 리간드가 배워된 제1 금속나노입자; 및 상기 제1 금속나노입자를 둘러싸는 제2 금속나노입자들을 포함한다.

발명의 효과

[0005] 본 발명의 실시예들에 따르면, 다중 파장대역의 광에 대한 흡수 특성을 가지며, 제조가 용이하고, 다양한 에너지 소자에 적용 가능한 메타물질 기반 광 흡수체가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체를 설명하기 위한 평면도이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체를 설명하기 위한 도면으로, 도 1의 I~I' 선에

따른 확대단면도들이다.

도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.

도 4는 본 발명의 실험예1에 따라 제조된 메타물질 구조체의 빛 투과도를 빛의 파장에 따라 측정한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0008] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 장치는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 장치의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0009] 이하 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체에 대해 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체를 설명하기 위한 평면도이다.
- [0011] 도 1을 참조하면, 메타물질 구조체는 기관(10) 및 기관(10) 상에 배치되는 나노구조체들(20)을 포함할 수 있다. 기관(10)은 투명한 절연기관일 수 있다. 예컨대, 기관(10)은 유리기관이거나 또는 투명 고분자 기관일 수 있다. 기관(10)은 기관(10) 상에 배치되는 나노구조체들(20)을 지지할 수 있다.
- [0012] 나노구조체들(20)이 기관(10) 상에 배치될 수 있다. 나노구조체들(20)은 서로 이격되어 배치될 수 있다. 예컨대, 나노구조체들(20)은 기관(10)의 일면 상에 규칙적으로 배열될 수 있다. 나노구조체들(20)은 서로 전기적으로 분리될 수 있다. 즉, 나노구조체들(20)의 각각은 전기적으로 플로팅되어 독립적인 공진기들로 기능할 수 있다. 나노구조체(20)는 원기둥의 형상을 가질 수 있다. 나노구조체들(20)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 평면적 관점에서 원의 형태를 가질 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 나노구조체들(20)은 사각기둥의 형태를 갖거나 또는 다각기둥의 형태를 가질 수도 있다. 나노구조체들(20)의 폭(w)은 1nm 내지 10 μ m의 범위를 가질 수 있다. 그러나 이에 제한되는 것은 아니다. 나노구조체들(20)은 다중대역의 파장의 광에 대한 흡수 특성을 갖기 위한 적절한 폭(w)을 가질 수 있다. 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체를 설명하기 위한 도면으로, 도 1의 I-I' 선에 따른 확대단면도들이다.
- [0013] 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 나노구조체(20)는 적어도 하나의 제1 나노입자(21) 및 제1 나노입자(21)를 둘러싸는 제2 나노입자들(22)을 포함할 수 있다. 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는, 예컨대, 구(sphere)의 형태를 가질 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는 도전성 나노입자일 수 있다. 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는 금속 및/또는 반도체물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는 금속으로서, 은(Ag), 금(Au), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및/또는 납(Pb) 등을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는 반도체 물질로서, 실리콘 및/또는 게르마늄 등을 포함할 수 있다. 제1 나노입자(21) 및 제2 나노입자(22)는 p형 또는 n형 도펀트로 도핑될 수 있다. 제1 나노입자(21)와 제2 나노입자들(22)은 독립적인 공진특성을 가질 수 있다. 예컨대, 제1 나노입자(21)와 제2 나노입자들(22)은 전기적으로 분리될 수 있으며, 서로 다른 파장의 광에 대한 공진 특성을 가질 수 있다.
- [0014] 나노구조체(20)의 광학적 및/또는 전기적 특성은 나노입자들의 형태 및 물질뿐만 아니라 나노입자들의 표면에 결합된 리간드에 의해 조절될 수 있다. 예컨대, 나노입자들은 표면에 결합된 리간드의 종류에 따라 주변 나노입자들과 전기적 및/또는 광학적으로 결합되거나 또는 분리될 수 있다. 다양한 나노입자와 다양한 리간드를 조합하여 나노구조체(20)를 형성함으로써 다양한 플라즈몬 공진특성을 갖는 메타물질 구조체를 형성할 수 있다.
- [0015] 일 예로, 도 2a에 도시된 바와 같이, 적어도 하나 이상의 제1 나노입자(21)가 기관(10) 상에 배치될 수 있다. 제1 나노입자(21)의 표면에는 제1 리간드(31)가 결합될 수 있다. 제1 리간드(31)는 녹는점이 높고 치환이 불가능한 리간드일 수 있다. 예컨대, 제1 리간드(31)는 cetyltrimethylammonium bromide(CTAB)를 포함할 수 있다. 복수개의 제1 나노입자들(21)이 기관(10) 상에 배치되는 경우, 제1 나노입자들(21)의 각각은 서로 전기적으로

분리될 수 있다. 제1 나노입자들(21)의 각각은 독립적인 공진기로 기능할 수 있다.

[0016] 제2 나노입자들(22)이 제1 나노입자(21)의 주위에 배치될 수 있다. 예컨대, 제2 나노입자들(22)이 제1 나노입자(21)를 둘러쌀 수 있다. 제2 나노입자들(22)의 표면에는 제2 리간드(32)가 결합될 수 있다. 제2 리간드(32)는 제1 리간드(31) 보다 녹는점이 낮고 치환이 용이한 리간드일 수 있다. 예컨대, 제2 리간드(32)는 SCN-, I-, Br-, Cl- 및 OLA 등을 포함할 수 있다. 제2 나노입자들(22)은 서로 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 나노입자들(22)은 특정 파장대역의 광에 대한 공진 특성을 갖는 하나의 공진기로 기능할 수 있다.

[0017] 다른 예로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 제2 나노입자들(22)의 표면에는 리간드가 결합되지 않을 수 있다. 제2 나노입자들(22)은 서로 접할 수 있으며, 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 나노입자(21)와 제2 나노입자들(22)은 서로 전기적으로 분리될 수 있으며, 독립적인 공진기로 기능할 수 있다. 이외의 구성들은 도 2a를 참조하여 설명한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0018] 다른 예로, 도 2c에 도시된 바와 같이, 제1 나노입자(21)의 표면에는 산화막(33)이 코팅될 수 있다. 산화막(33)은 제1 나노입자(21)의 표면을 완전히 덮을 수 있다. 제1 나노입자(21)의 표면에 산화막(33)이 코팅됨에 따라 제1 나노입자(21)의 표면에 리간드가 배위되기 어려울 수 있다. 제1 나노입자(21)와 제2 나노입자들(22)은 산화막(33)에 의해 전기적으로 분리되어 각각 독립적인 공진기로 기능할 수 있다. 이외의 구성들은 도 2a를 참조하여 설명한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0019] 도 3a 내지 3e는 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0020] 도 3a 및 도 3b를 참조하면 기판(10)상에 나노입자 조성물(40)을 도포할 수 있다. 나노입자 조성물(40)은 용매, 분산제 및 나노입자들을 포함할 수 있다. 나노입자들은 제1 리간드(31)가 배위된 제1 나노입자(21) 및 제2 리간드(32)가 배위된 제2 나노입자(22)를 포함할 수 있다. 제1 리간드(31)가 배위된 제1 나노입자(21) 및 제2 리간드(32)가 배위된 제2 나노입자(22)는 도 2a 내지 도 2c를 참조하여 설명한 것과 동일/유사할 수 있다.

[0021] 스템프(50)를 준비할 수 있다. 스템프(50)는 일면 상에 소정의 패턴이 형성된 나노임프린트용 스템프일 수 있다. 예컨대, 스템프(50)는 스템프(50)의 하면으로부터 스템프(50)의 상면을 향하여 만입된 홈들(51)을 포함할 수 있다. 스템프(50)의 홈들(51)이 기판(10)을 향하도록 기판(10) 상에 스템프(50)를 위치시킬 수 있다.

[0022] 도 3c 및 도 3d를 참조하면, 스템프(50)의 패턴을 나노입자 조성물(40)에 전사하여 예비 나노구조체들(20p)을 형성할 수 있다. 구체적으로, 스템프(50)로 기판(10)을 가압할 수 있다. 스템프(50)로 기판(10)을 가압하는 동안 나노입자 조성물(40)이 스템프(50)의 홈들(51) 내로 충전될 수 있다. 나노입자 조성물(40)을 건조 및/또는 소결하여 예비 나노구조체들(20p)을 형성할 수 있다. 이어서, 스템프(50)를 기판(10)으로부터 분리할 수 있다.

[0023] 도 3e를 참조하면, 예비 나노구조체들(20p)로부터 나노구조체들(20)을 형성할 수 있다.

[0024] 일 예로, 리간드 치환 공정을 수행하여 나노구조체들(20)을 형성할 수 있다. 리간드 치환 공정을 통해 형성된 나노구조체들(20)은 도 2a를 참조하여 설명한 나노구조체(20)와 동일할 수 있다. 즉, 제2 나노입자들(22)은 제2 리간드들(32)에 의해 서로 화학적으로 결합될 수 있고, 제1 나노입자들(21)은 제2 나노입자들(22)과 결합되지 않을 수 있다. 리간드 치환 공정을 통해 예비 나노구조체들(20p) 내의 나노입자들이 선택적으로 결합될 수 있으며, 나노입자에 의한 플라즈모닉 효과와 결합된 나노입자들에 의한 플라즈모닉 효과를 동시에 구현할 수 있다.

[0025] 다른 예로, 기판(10) 상에 열처리 공정을 수행하여 나노구조체들(20)을 형성할 수 있다. 열처리 공정을 통해 형성된 나노구조체들(20)은 도 2b를 참조하여 설명한 나노구조체(20)와 동일할 수 있다. 열처리는 제1 리간드(31)의 녹는점 보다 낮고, 제2 리간드(32)의 녹는점 보다 높은 온도에서 수행될 수 있다. 제2 나노입자들(22)은 열처리 공정에 의해 소결되어 서로 접할 수 있다. 제2 나노입자들(22) 상에는 제2 리간드(32)가 결합되지 않을 수 있다.

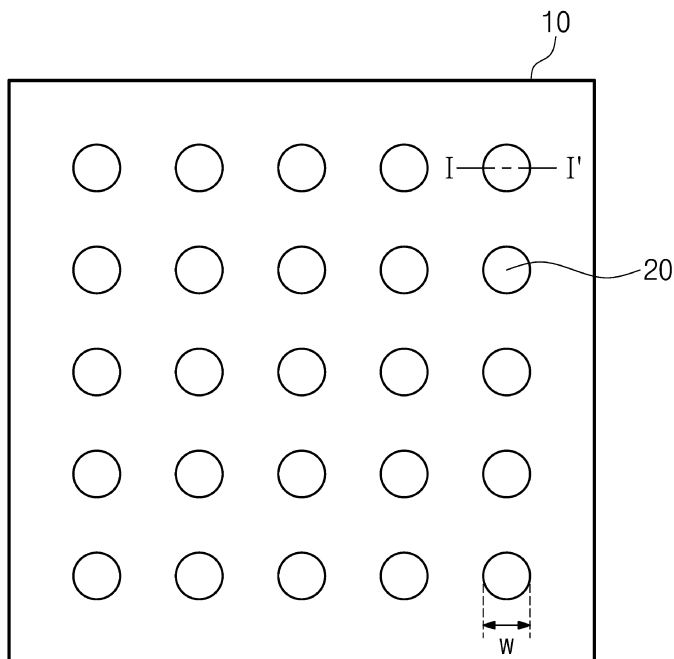
[0026] 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 구조체의 제조방법은 상술한 것에 제한되지 않는다. 예컨대, 나노입자 조성물을 도포하기 전, 기판 상에 폴리머 레진 등을 이용하여 종횡비가 높은 나노패턴을 형성하고 나노패턴 안에 나노입자를 채워 넣을 수 있다. 폴리머 레진 등으로 형성된 나노패턴은 나노임프린트 공정과 식각공정을 이용하여 형성할 수 있다. 이어서 나노패턴이 형성된 기판 상에 나노입자 조성물을 도포하고, 리간드 치환 공정 및/또는 열처리 공정을 수행하여 종횡비가 높은 나노구조체들을 형성할 수 있다. 폴리머 레진 등으로 형성된 나노패턴은 제거되거나 또는 종횡비가 높은 나노구조체들이 무너지는 것을 방지하기 위하여 제거되지 않을 수 있다.

[0027] <실험예1>

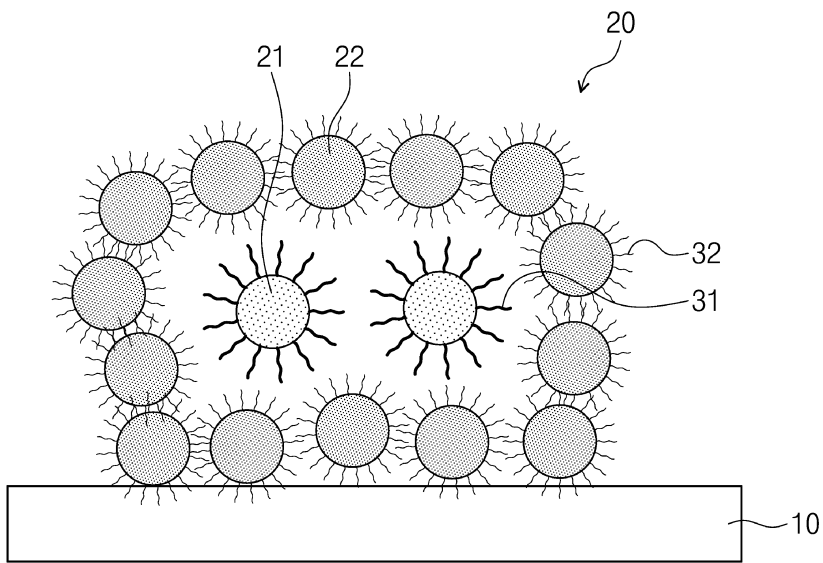
- [0028] 도 3a 내지 3e를 참조하여 설명한 메타물질 구조체의 제조방법에 따라 도 2a를 참조하여 설명한 메타물질 구조체를 제조하였다. 구체적으로, SCN-리간드가 배워된 은(Ag) 나노입자와, CTAB 리간드가 배워된 은 나노입자를 포함하는 나노입자 조성물을 준비하였다. 유리기판 상에 나노입자 조성물을 도포하고 나노임프린트 공정을 수행하여 예비 나노구조체들을 형성하였다. 이어서, 리간드 치환 공정을 수행하여 선택적으로 나노입자들을 결합시켜 나노구조체들을 형성하였다. 나노구조체들의 폭은 약 220nm 였다. 빛의 파장을 조절하면서 메타물질 구조체의 광 투과도를 측정하였다.
- [0029] 도 4는 본 발명의 실험예1에 따라 제조된 메타물질 구조체의 빛 투과도를 빛의 파장에 따라 측정한 그래프이다.
- [0030] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 메타물질 구조체는 다중 공진 특성을 가짐을 알 수 있다. 구체적으로, 실험예 1에 따른 메타물질 구조체는 410nm 영역 및 760nm 영역에서 광에 대한 흡수특성을 가짐을 알 수 있다. 선행 연구 결과들과 비교하여 볼 때, 410nm 영역의 광에 대한 흡수 특성은 SCN-리간드가 배워된 제1 나노구조체에 의해 나타날 수 있다. 760nm 영역의 광에 대한 흡수 특성은 서로 연결된 제2 나노구조체들에 의해 나타날 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따르면, 나노입자에 의한 공진 특성과 서로 연결된 나노입자들이 이루는 메타아톰에 의한 공진특성을 동시에 구현할 수 있는 메타물질 구조체가 제공될 수 있다. 또한, 집적도가 증가된 메타물질 구조체가 제공될 수 있다. 또한, 나노입자의 종류, 형상 등에 따라 다양한 공진특성의 설계가 용이한 메타물질 구조체의 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0032] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

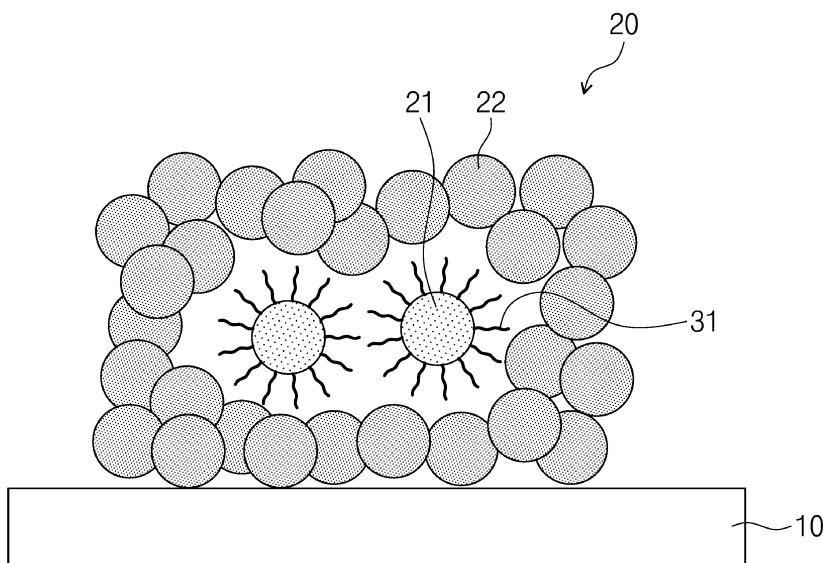
도면1



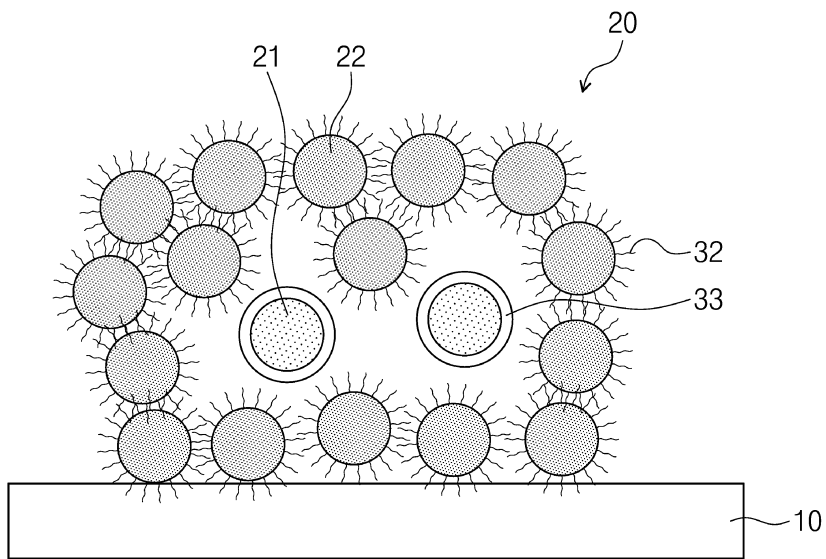
도면2a



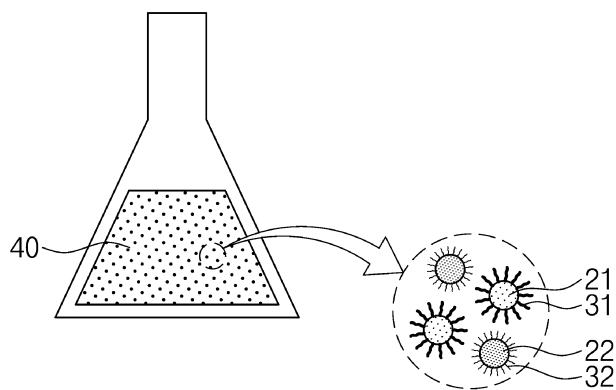
도면2b



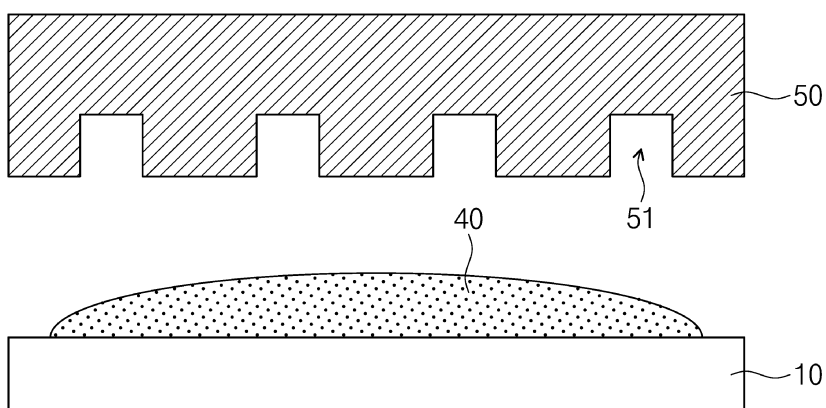
도면2c



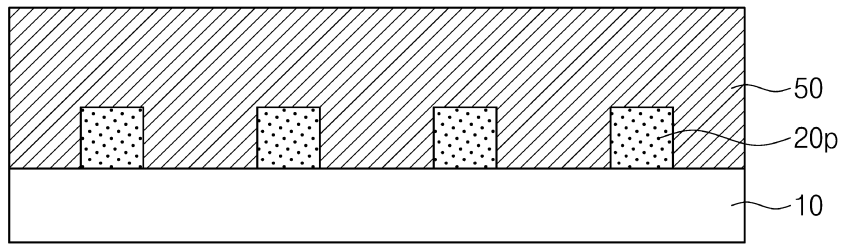
도면3a



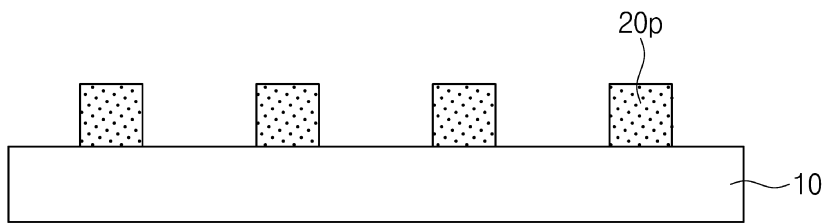
도면3b



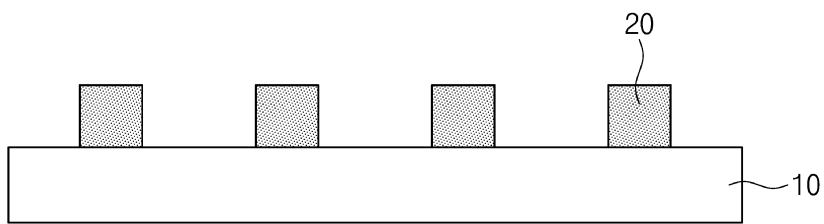
도면3c



도면3d



도면3e



도면4

