(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월22일
(11) 등록번호 10-2720764
(24) 등록일자 2024년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)
C09K 11/08 (2006.01) *C09K 11/56* (2006.01)
C09K 11/70 (2006.01) *C09K 11/88* (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01) *B82Y 20/00* (2017.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C09K 11/025 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-7037648
(22) 출원일자(국제) 2018년06월01일
심사청구일자 2021년04월14일
(85) 번역문제출일자 2019년12월19일
(65) 공개번호 10-2020-0023295
(43) 공개일자 2020년03월04일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/064431
(87) 국제공개번호 WO 2018/220160
국제공개일자 2018년12월06일
(30) 우선권주장
62/514,297 2017년06월02일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
EP03072939 A1*
KR1020120062902 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
넥스닷
프랑스 93230 로맹빌 아브뉘 가스똥 루셀 102 비오테끄 - 바띠멍 파스퇴르
(72) 발명자
푸스또미 마르끄
프랑스 95170 되이-라-바르 뤼 빅또르 라바리에르 3
다미코 미셸
프랑스 93230 로맹빌 뤼 뒤 독뙤르 파라뜨 87
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

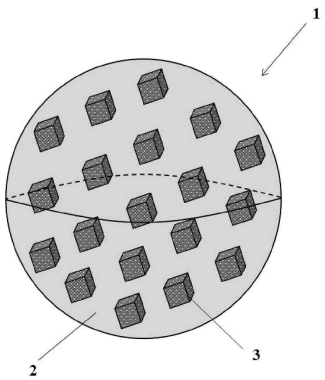
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 조옥경

(54) 발명의 명칭 **균일 캡슐화된 나노입자 및 그 용도**

(57) 요 약

본 발명은, 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 나노입자들 (3) 을 포함하는 복합 입자 (1) 에 관한 것으로, 복수의 나노입자들 (3) 은 상기 무기 재료 (2) 에 균일하게 분산된다. 또한, 본 발명은 광 방출 재료, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료를 담지하는 담지체, 및 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료를 포함하는 광전자 장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2022.01)
C09K 11/0883 (2013.01)
C09K 11/565 (2013.01)
C09K 11/70 (2013.01)
C09K 11/703 (2021.01)
C09K 11/883 (2013.01)
H01L 33/502 (2013.01)
B82Y 20/00 (2013.01)
C09K 2211/10 (2013.01)
(72) 발명자
쿤츠만 알렉시
프랑스 75013 파리 스뀌아르 아라고 2
린 위-푸
프랑스 78000 베르사유 뤼 에두아르 르페브르 11
카오 에드가르
프랑스 75020 파리 뤼 데 피레네 266

(30) 우선권주장
62/514,422 2017년06월02일 미국(US)
62/514,601 2017년06월02일 미국(US)
17306246.4 2017년09월22일 유럽특허청(EPO)(EP)
17306247.2 2017년09월22일 유럽특허청(EPO)(EP)
17306248.0 2017년09월22일 유럽특허청(EPO)(EP)
17306241.5 2017년09월22일 유럽특허청(EPO)(EP)
17306249.8 2017년09월22일 유럽특허청(EPO)(EP)
17206479.2 2017년12월11일 유럽특허청(EPO)(EP)
62/609,932 2017년12월22일 미국(US)
62/710,298 2018년02월16일 미국(US)
62/642,370 2018년03월13일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

무기 재료에 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자로서,

상기 무기 재료는 열 전도성 재료이고,

상기 나노입자들은 발광성이고,

상기 나노입자들은 적어도 1% 의 반도체 나노플레이트렛들을 포함하는, 복합 입자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 무기 재료는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는, 복합 입자.

청구항 3

무기 재료에 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자로서,

상기 복합 입자는 분자 종, 기체 또는 액체에 대해 불투과성이고,

상기 나노입자들은 발광성이고,

Brunauer-Emmett-Teller 이론에서 질소의 흡착-탈착에 의해 결정된 복합 입자들에 의해 흡착된 양이 700 mmHg 의 질소 압력에서 20 cm^3/g 초과인, 복합 입자.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 복합 입자는 10^{-11} cm^2 이하의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는, 복합 입자.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무기 재료에 균일하게 분산되고 캡슐화된 복수의 나노 입자를 포함하는 복합 입자에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 형광 복합 입자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 모든 종류의 색을 표현하기 위해, 일반적으로 적어도 3 개의 보색, 특히 적색, 녹색 및 청색의 부가 합성에 의해 진행한다. 색도도에서, 이 세 가지 색의 상이한 비율을 혼합하여 획득되는 사용 가능한 색의 하위 집합은 세 가지 색 적색, 녹색 및 청색과 관련된 세 좌표로 형성된 삼각형에 의해 형성된다. 이 하위 집합은 이른바 개멋 (gamut) 을 구성한다. 대부분의 컬러 디스플레이 장치는 이 3색 원칙으로 작동한다: 각 픽셀은 적색, 녹색 및 청색의 세 개의 하위 픽셀로 구성되며, 이들의 상이한 강도의 혼합이 다채로운 인상을 재현할 수 있다.

[0003] 컴퓨터 LCD 스크린과 같은 발광 또는 백릿 디스플레이는 정확한 색 재현을 위해 가장 넓은 가능한 영역을 제공해야 한다. 이를 위해, 가능한 가장 넓은 개멋을 묘사하기 위해 구성 하위 픽셀은 가능한 가장 포화된 색이어야 한다. 서브픽셀이 단색에 가깝다면 포화색을 갖는다. 스펙트럼 관점에서, 이는 광원에 의해 방출된 빛이 파장의 단일 좁은 형광 밴드로 구성된다는 것을 의미한다. 고도로 포화된 색조는 선명하고 강렬한

색을 나타내지만, 덜 포화된 색조는 다소 부드럽고 회색으로 보인다.

[0004] 따라서, 포화색을 가지며 좁은 방출 스펙트럼을 갖는 서브픽셀을 구비하는 것이 중요하다.

[0005] 발광성 무기 나노입자, 특히 보통 "양자점" 이라고 불리는 반도체 나노입자는 방출 물질로 알려져 있다. 반도체 나노입자는 좁은 형광 스펙트럼, 약 30 nm 의 반치전폭을 가지며, 자외선에서 단일 여기 소스로 적외선 뿐만 아니라 전체 가시 스펙트럼에서 방출할 가능성을 제공한다. 발광성 무기 나노입자, 특히 반도체 나노입자가 현재 인광체로서 디스플레이 장치에 사용된다.

[0006] 그러나, 디스플레이 장치 및 조명 장치에 사용되는 물질로서, 높은 광자 플럭스 (photon flux) 하에서 시간 및 온도에서 높은 안정성을 갖는 물질에 대한 실제 필요성이 있다. 또한, 다이오드 또는 발광 다이오드 (LED) 상에 증착되는 때 장기간 사용을 위한 높은 안정성을 갖는 재료에 대한 필요성이 있다.

[0007] 높은 장기 안정성을 보장하기 위해, 물, 산소 또는 다른 유해 화합물과 같은 환경 악화 종과 나노입자의 표면 사이의 추가 화학 반응이 사용 동안 방지되어야 한다. 그러나, 양자점의 표면을 작용화하는데 일반적으로 사용되는 리간드는 악화 종 또는 유해 화합물과의 반응으로부터 상기 표면을 효과적으로 보호하지 않으므로, 디스플레이 또는 조명 장치에 필요한 장기 성능을 가능하게 하지 못한다.

[0008] 악화 종 또는 유해 화합물이 상기 나노입자 표면에 도달하는 것을 방지하기 위해, 보호 셸로 무기 나노입자를 코팅하는 것, 즉 다른 재료로 나노입자를 캡슐화하는 것이 알려져 있다. 실리카는 나노입자를 위한 절연성 보호 물질로 알려져 있다. 또한, 절연성 보호 물질로 코팅된 나노입자를 포함하는 입자는 서브픽셀에서 산란체로서 작용할 수 있다. 이는, 서브픽셀의 모든 부분에서 광원에 의해 방출된 광의 산란을 초래하고, 서브-픽셀에 의해 방출된 광의 산란을 초래하여, 상기 광이 모든 방향으로 방출될 수 있게 한다.

[0009] 예를 들어, 미국 특허 US 9,425,365 는 역교질법을 사용하여 메조포러스 실리카에서, 나노결정질 코어 및 나노결정질 셸을 포함하는, 양자점의 캡슐화를 개시한다. 수득된 입자들은 각각이 단 하나의 양자점을 포함하는 메조포러스 실리카 나노입자들이다. 그러나, 상기 입자들은 물 및 산소와 같은 악화 종 또는 다른 유해 화합물을 위해 양자점 표면에의 접근을 허용하는 다공성 실리카 네트워크를 포함한다는 것을 의미하는 메조포러스이다. 따라서, 상기 표면의 보호는 비효율적이며, 시간 및 온도에서의 장기 안정성을 가능하게 하지 못한다.

[0010] Gui 등은 염기-촉매화된 졸-겔 방법 (Analyst, 2013, 138, 5956) 을 사용한 실리카 입자에서의 다중 PbSe 양자점의 캡슐화를 개시한다. 그러나, 상기 PbSe 양자점은 실리카 입자에서 응집되어, 광루미네선스 양자 수율의 감소를 초래한다. 실리카 입자는 다공성이어서, 물, 산소와 같은 악화 종 또는 다른 유해 화합물이 양자점 표면에 접근하는 것을 허용한다.

[0011] 따라서, 캡슐화로 인한 독특한 입자에서의 다중 나노입자의 응집은 상기 나노입자의 특성의 극적인 감소를 초래한다. 발광 나노입자의 경우, 이는 광루미네선스 양자 수율의 감소를 초래한다.

[0012] 특허출원 KR20130043442 는 에어로졸을 사용하여 실리카에 캡슐화된 양자점을 개시하고 있다. 그러나, 수득되는 입자는 잘 규정되지 않고 응집되어, 양자점을 포함하는 실리카 매트릭스형 물질을 초래한다. 상기 재료는 서브픽셀로서의 적용의 관점에서 호스트 재료에 양호한 분산을 허용하지 않을 것이다.

[0013] 따라서, 본 발명의 목적은 무기 재료에 균일하게 분산되고 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자를 제공하는 것으로, 상기 복합 입자는 다음의 이점 중 하나 이상을 갖는다: 동일한 복합 입자에 캡슐화된 상이한 나노입자들의 특성을 연결함; 캡슐화된 나노입자들의 특성 저하를 방지함; 온도, 환경 변화, 및 물 및 산소와 같은 열화 종, 또는 다른 유해 화합물 공격에 대한 향상된 안정성; 광원에 의해 방출된 광 및 상기 복합 입자의 여기로 인한 광을 산란시킬 수 있음; 향상된 광루미네선스 양자 수율, 광퇴색 (photobleaching) 에 대한 향상된 저항성 및 발광성 복합 입자의 경우 광자 플럭스에 대한 향상된 저항성.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 무기 재료에 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자에 관한 것으로, 복수의 나노입자들은 상기 무기 재료에 균일하게 분산된다. 일 실시형태에서, 복수의 나노입자들의 각각의 나노입자는 그의 인접한 나노입자로부터 평균 최소 거리만큼 이격된다. 일 실시형태에서, 평균 최소 거리는 적어도 2 nm 이다.

본 발명은 무기 재료에 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자에 관한 것으로, 무기 재료는 열

전도성 재료이다. 일 실시형태에서, 무기 재료는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다. 본 발명은 무기 재료에 캡슐화된 복수의 나노입자들을 포함하는 복합 입자에 관한 것으로, 복합 입자는 분자 종, 기체 또는 액체에 대해 불투과성이다. 일 실시형태에서, 복합 입자는 10^{-11} cm^2 이하의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는다. 일 실시형태에서, 무기 재료는 상기 무기 재료 내로의 외부 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체) 의 확산을 제한하거나 방지한다. 일 실시형태에서, 나노입자들은 형광성이고, 바람직하게는 발광 나노입자들이 반도체 나노결정들이다. 일 실시형태에서, 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 코어를 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다. 일 실시형태에서, 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 셸을 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다. 일 실시형태에서, 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 크라운을 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다. 일 실시형태에서, 반도체 나노결정들은 반도체 나노플레이트렛들이다. 일 실시형태에서, 무기 재료는 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들, 가넷, 예컨대 $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, $Al_5Lu_3O_{12}$, GAL, GaYAG, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 제한되지 않는 재료를 포함한다. 본 발명은 또한 호스트 재료 및 적어도 하나의

복합 입자를 포함하는 광 방출 재료에 관한 것으로, 상기 적어도 하나의 복합 입자는 호스트 재료에 분산된다.

일 실시형태에서, 호스트 재료는 무기 재료, 코폴리머, 블록 코폴리머, 또는 실리콘계 폴리머와 같은 폴리머, 에폭시 수지와 같은 수지 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 일 실시형태에서, 호스트 재료는 열 전도체이다. 일 실시형태에서, 호스트 재료는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다. 일 실시형태에서, 광 방출 재료는 복수의 복합 입자들을 더 포함하고, 복수의 복합 입자들은 호스트 재료에 균일하게 분산된다. 본 발명은 또한 적어도 하나의 복합 입자 또는 광 방출 재료를 담지하는 담지체에 관한 것으로, 바람직하게는 담지체는 LED 칩 또는 마이크로크기의 (microsized) LED 이다. 본 발명은 또한 적어도 하나의 복합 입자 또는 광 방출 재료를 포함하는 광전자 장치 (optoelectronic device) 에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] **정의**

[0016] 본 발명에서, 하기 용어는 하기 의미를 갖는다:

[0017] - "**코어**" 는 입자 안의 최내측 공간을 가리킨다.

[0018] - "**셸**" 은 코어를 부분적으로 또는 전적으로 코팅하는 재료의 적어도 하나의 단층 (monolayer) 을 가리킨다.

[0019] - "**캡슐화하다**" 는 복수의 나노입자를 코팅하는, 둘러싸는, 매립하는, 함유하는, 포함하는, 포장하는, 패킹하는, 또는 에워싸는 재료를 가리킨다.

[0020] - "**균일하게 분산**" 은 응집되지 않고, 접촉하지 않고, 접촉하고 있지 않고, 무기 물질에 의해 분리된 입자를 가리킨다. 각각의 나노입자는 평균 최소 거리만큼 그의 인접한 나노입자로부터 이격되어 있다.

[0021] - "**콜로이드**" 는 물질로서, 그 물질 중에 입자가 분산되고, 현탁되고, 침강하지 않거나, 또는 눈에 띄게 침강하는데 매우 오랜 시간이 걸리지만, 상기 물질에 용해되지 않는, 물질을 가리킨다.

[0022] - "**콜로이드 입자**" 는 다른 물질, 특히 수성 또는 유기 용매 중에, 분산, 현탁될 수 있고, 침강하지 않거나, 또는 눈에 띄게 침강하는데 매우 오랜 시간이 걸리며, 상기 물질에 용해되지 않는 입자를 가리킨다. "**콜로이드 입자**" 는 기질 (substrate) 에서 성장한 입자를 나타내지 않는다.

[0023] - "**불투과성**" 은 재료로서, 그 재료 내로의 외부 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체) 의 확산을 제한하거나 방지하는 재료를 가리킨다.

[0024] - "**투과성**" 은 재료로서, 그 재료 내로의 외부 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체) 의 확산을 허용하는 재료를 가리킨다.

[0025] - "**외부 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체)**" 는 재료 또는 입자 외부로부터 유래하는 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체) 를 가리킨다.

[0026] - "**인접한 나노입자**" 는 그 인접한 나노입자들 사이에 임의의 다른 나노입자가 없는, 공간 또는 부피에서 이웃하는 나노입자를 가리킨다.

[0027] - "**패킹 분율**" 은 대상물의 앙상블이 공간을 채우는 체적과 그 공간의 체적 사이의 체적 비를 가리킨다. 패킹 분율, 패킹 밀도 및 패킹 인자라는 용어들은 본 발명에서 서로 교환 가능하다.

[0028] - "**로딩 차지**" 는 공간에 포함된 대상물의 앙상블의 질량과 그 공간의 질량 사이의 질량 비를 가리킨다.

[0029] - "**입자의 모집단**" 은 동일한 최대 방출 파장을 갖는 통계적 입자 세트를 가리킨다.

[0030] - "**통계적 세트**" 는 엄격한 동일 프로세스에 의해 획득된 적어도 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 또는 1000 대상물의 컬렉션을 가리킨다. 이러한 통계적 대상물 세트는 상기 대상물의 평균 특성, 예를 들어 대상물의 평균 크기, 평균 크기 분포 또는 대상물간의 평균 거리를 결정할 수 있게 한다.

[0031] - "**계면활성제가 없음**" 은 어떠한 계면활성제도 포함하지 않으며 계면활성제의 사용을 포함하는 방법으로 합성되지 않은 입자를 가리킨다.

[0032] - "**광학적으로 투명한**" 은 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000

nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 빛의 10%, 5%, 2.5%, 1%, 0.99%, 0.98%, 0.97%, 0.96%, 0.95%, 0.94%, 0.93%, 0.92%, 0.91%, 0.9%, 0.89%, 0.88%, 0.87%, 0.86%, 0.85%, 0.84%, 0.83%, 0.82%, 0.81%, 0.8%, 0.79%, 0.78%, 0.77%, 0.76%, 0.75%, 0.74%, 0.73%, 0.72%, 0.71%, 0.7%, 0.69%, 0.68%, 0.67%, 0.66%, 0.65%, 0.64%, 0.63%, 0.62%, 0.61%, 0.6%, 0.59%, 0.58%, 0.57%, 0.56%, 0.55%, 0.54%, 0.53%, 0.52%, 0.51%, 0.5%, 0.49%, 0.48%, 0.47%, 0.46%, 0.45%, 0.44%, 0.43%, 0.42%, 0.41%, 0.4%, 0.39%, 0.38%, 0.37%, 0.36%, 0.35%, 0.34%, 0.33%, 0.32%, 0.31%, 0.3%, 0.29%, 0.28%, 0.27%, 0.26%, 0.25%, 0.24%, 0.23%, 0.22%, 0.21%, 0.2%, 0.19%, 0.18%, 0.17%, 0.16%, 0.15%, 0.14%, 0.13%, 0.12%, 0.11%, 0.1%, 0.09%, 0.08%, 0.07%, 0.06%, 0.05%, 0.04%, 0.03%, 0.02%, 0.01%, 0.009%, 0.008%, 0.007%, 0.006%, 0.005%, 0.004%, 0.003%, 0.002%, 0.001%, 0.0009%, 0.0008%, 0.0007%, 0.0006%, 0.0005%, 0.0004%, 0.0003%, 0.0002%, 0.0001% 미만, 또는 0% 를 흡수하는 재료를 가리킨다.

[0033] - "**거칠기**" 는 입자의 표면 상태를 가리킨다. 표면 불균일이 입자 표면에 존재할 수 있으며, 평균 입자 표면에 대한 상대 위치에 따라 피크 또는 캐비티로서 정의된다. 모든 상기 불균일은 입자 거칠기를 구성한다. 상기 거칠기는 표면의 최고 피크와 최저 캐비티 사이의 높이 차로서 정의된다. 입자의 표면은 그 표면에 불균일이 없다면 매끄럽고, 즉 거칠기는 그 입자의 최대 치수의 0%, 0.0001%, 0.0002%, 0.0003%, 0.0004%, 0.0005%, 0.0006%, 0.0007%, 0.0008%, 0.0009%, 0.001%, 0.002%, 0.003%, 0.004%, 0.005%, 0.006%, 0.007%, 0.008%, 0.009%, 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.11%, 0.12%, 0.13%, 0.14%, 0.15%, 0.16%, 0.17%, 0.18%, 0.19%, 0.2%, 0.21%, 0.22%, 0.23%, 0.24%, 0.25%, 0.26%, 0.27%, 0.28%, 0.29%, 0.3%, 0.31%, 0.32%, 0.33%, 0.34%, 0.35%, 0.36%, 0.37%, 0.38%, 0.39%, 0.4%, 0.41%, 0.42%, 0.43%, 0.44%, 0.45%, 0.46%, 0.47%, 0.48%, 0.49%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 또는 5% 와 동일하다.

[0034] - "**다분산**" 은 크기 차가 20% 이상인 다양한 크기의 입자 또는 액적을 가리킨다.

[0035] - "**단분산**" 은 크기 차가 20%, 15%, 10%, 바람직하게는 5% 미만인 입자 또는 액적을 가리킨다.

[0036] - "**좁은 크기 분포**" 는 평균 크기의 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 또는 40% 미만의 통계적 입자 세트의 크기 분포를 가리킨다.

[0037] - "**부분적으로**" 는 불완전하다는 의미이다. 리간드 교환의 경우, 부분적으로는 입자 표면의 리간드들의 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95% 가 성공적으로 교환되었음을 의미한다.

[0038] - 용어 "**필름**", "**층**" 또는 "**시트**" 는 본 발명에서 서로 교환 가능하다.

[0039] - "**나노플레이트렛**" 은, 2D 형상 나노입자를 가리키며, 상기 나노플레이트렛의 최소 치수는 상기 나노플레이트렛의 최대 치수보다 적어도 1.5, 적어도 2, 적어도 2.5, 적어도 3, 적어도 3.5, 적어도 4, 적어도 4.5, 적어도 5, 적어도 5.5, 적어도 6, 적어도 6.5, 적어도 7, 적어도 7.5, 적어도 8, 적어도 8.5, 적어도 9, 적어도 9.5 또는 적어도 10 의 인자 (종횡비) 만큼 더 작다.

[0040] - "**산소가 없다**" 는 분자 산소 O_2 가 없는 제형, 용액, 필름, 또는 조성물을 가리키며, 즉 분자 산소는 상기 제형, 용액, 필름 또는 조서물에 중량으로 약 10 ppm, 5 ppm, 4 ppm, 3 ppm, 2 ppm, 1 ppm, 500 ppb, 300 ppb 미만의 양으로 또는 약 100 ppb 미만의 양으로 존재할 수 있다.

[0041] - "**물이 없다**" 는 분자 물 H_2O 가 없는 제형, 용액, 필름 또는 조성물을 가리키며, 즉 분자 물은 상기 제형, 용액, 필름 또는 조성물에 중량으로 100 ppm, 50 ppm, 10 ppm, 5 ppm, 4 ppm, 3 ppm, 2 ppm, 1 ppm, 500 ppb, 300 ppb 미만의 양으로 또는 약 100 ppb 미만의 양으로 존재할 수 있다.

[0042] - "**픽셀 피치**" 는 한 픽셀의 중심에서 다음 픽셀의 중심까지의 거리를 가리킨다.

[0043] - "**곡률**" 은 반경의 역수를 가리킨다.

[0044] - "**ROHS 준수**" 는 전기 및 전자 장비에서의 특정 유해 물질의 사용 제한에 관한 2011년 6월 8일 유럽 의회와 이사회의 2011/65/EU 지침을 준수하는 재료를 가리킨다.

[0045] - "**수성 용매**" 는 물이 상기 수성 용매에 함유된 다른 화학 종에 비해 몰비의 측면에서 그리고/또는 질량의 측면에서 그리고/또는 체적의 측면에서 주요 화학 종인, 독특한 상의 용매로서 정의된다. 수성 용매는 물, 물

과 섞일 수 있는 유기 용매, 예를 들어 메탄올, 에탄올, 아세톤, 테트라하이드로푸란, n-메틸포름아미드, n,n-디메틸포름아미드, 디메틸술폭시드 또는 이들의 혼합물과 혼합된 물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0046] - **"증기"** 는 기체 상태의 물질을 가리키며, 이 물질은 표준 압력 및 온도 조건에서 액체 또는 고체 상태이다.

[0047] - **"반응성 증기"** 는 기체 상태의 물질을 가리키며, 이 물질은 표준 압력 및 온도 조건에서 액체 또는 고체 상태이며, 다른 화학 종의 존재 하에서 화학 반응이 일어날 수 있다.

[0048] - **"가스"** 는 표준 압력 및 온도 조건에서 기체 상태의 물질을 가리킨다.

[0049] - "**표준 조건**" 은 표준 온도 및 압력 조건, 즉 각각 273.15 K 및 10^5 Pa 을 가리킨다.

[0050] - "**2차 광**" 은 여기 (excitation) 에 응답하여 재료에 의해 방출되는 광을 가리킨다. 상기 여기는 일반적으로 광원에 의해 제공되고, 즉 여기는 입사광이다. 예를 들어, 2차 광은 복합 입자에 포함된 나노입자의 여기에 응답하여 상기 복합 입자, 광 방출 재료 또는 색 변환 층에 의해 방출되는 광을 가리킨다.

[0051] - "**결과적인 광**" 은 입사광에 의한 여기 및 2차 광의 방출 후에 재료에 의해 공급되는 광을 가리킨다. 예를 들어, 결과적인 광은 복합 입자, 광 방출 재료 또는 색 변환 층에 의해 공급되는 광을 가리키며, 입사광의 일부와 2차 광의 조합이다.

[0052] - "**디스플레이 기구**" 는 이미지 신호를 표시하는 기구 또는 장치를 가리킨다. 디스플레이 장치 또는 디스플레이 기구는 이미지, 일련의 사진 또는 비디오를 표시하는 모든 장치, 예컨대 비제한적으로, LCD 디스플레이, 텔레비전, 프로젝터, 컴퓨터 모니터, 개인 정보 단말기, 휴대폰, 랩톱 컴퓨터, 태블릿 PC, MP3 플레이어, CD 플레이어, DVD 플레이어, 블루레이 플레이어, 헤드 마운트 디스플레이, 안경, 헬멧, 헤드기어, 헤드웨어, 스마트 워치, 워치 폰 또는 스마트 장치를 포함한다.

[0053] - "**알킬**" 은 1 내지 12 탄소 원자, 바람직하게는 1 내지 6 탄소 원자를 갖는 임의의 포화 선형 또는 분지형 탄화수소 사슬, 그리고 더 바람직하게는 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, n-부틸, sec-부틸, 이소부틸 및 tert-부틸을 의미한다. 알킬기는 포화 또는 불포화 아릴기에 의해 치환될 수 있다.

[0054] - 알킬기와 관련하여 접미사 "ene" ("**알킬렌**") 이 사용되는 경우, 이는 다른 기에의 부착점으로서 2 개의 단일 결합을 갖는 본원에서 정의된 알킬기를 의미하는 것으로 의도된다. 용어 "알킬렌" 은 메틸렌, 에틸렌, 메틸메틸렌, 프로필렌, 에틸에틸렌 및 1,2-디메틸에틸렌을 포함한다.

[0055] - "**알케닐**" 은 2 내지 12 탄소 원자, 바람직하게는 2 내지 6 탄소 원자의, 적어도 하나의 이중 결합을 갖는 임의의 선형 또는 분지형 탄화수소 사슬을 가리킨다. 알케닐기는 치환될 수 있다. 알케닐기의 예는 에테닐, 2-프로페닐, 2-부테닐, 3-부테닐, 2-펜테닐 및 그의 이성질체, 2-헥세닐 및 그의 이성질체, 2,4-펜타디에닐 등이다. 알케닐기는 포화 또는 불포화 아릴기에 의해 치환될 수 있다.

[0056] - "**알키닐**" 은 2 내지 12 탄소 원자, 바람직하게는 2 내지 6 탄소 원자의, 적어도 하나의 삼중 결합을 갖는 임의의 선형 또는 분지형 탄화수소 사슬을 가리킨다.

[0057] - 용어 "**알케닐렌**" 은 다른 기에의 부착점으로서 2 개의 단일 결합을 갖는 위에서 정의된 바와 같은 알케닐기를 의미한다.

[0058] - "**아릴**" 은 하나 이상의 방향족 고리를 갖는 (2 개의 고리가 있는 경우, 바이아릴이라 함) 5 내지 20, 바람직하게는 6 내지 12 탄소 원자의 단환식 또는 다환식 시스템을 가리키며, 그 중에서 페닐기, 비페닐기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 테트라하이드로나프틸기, 인다 닐기 및 비나프틸기를 언급할 수 있다. 용어 아릴은 또한 산소, 질소 또는 황 원자로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원자를 포함하는 임의의 방향족 고리를 의미한다.
아릴기는 히드록실기, 1, 2, 3, 4, 5 또는 6 개의 탄소 원자를 포함하는 선형 또는 분지형 알킬기, 특히 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 알콕시기 또는 할로겐 원자, 특히 브롬, 염소 및 요오드, 니트로기, 시아노기, 아지도기, 알데히드기, 보로네이토기, 페닐, CF_3, 메틸렌디옥시, 에틸렌디옥시, SO_2NRR', NRR', COOR (여기서 R 및 R' 는 H 및 알킬로 이루어진 그룹으로부터 각각 독립적으로 선택됨), 상기한 것처럼 치환될 수 있는 제 2 아릴기 중에서, 서로 독립적으로 선택된 1 내지 3 치환기에 의해 치환될 수 있다. 아릴의 비제한적인 예는 페닐, 비페닐릴, 비페닐레닐 (biphenylenyl), 5- 또는 6- 테트랄리닐 (tetralinyl), 나프탈렌-1- 또는 -2-일, 4-, 5-, 6 또는 7-인데닐, 1- 2-, 3-, 4- 또는 5- 아세나프틸레닐, 3-, 4- 또는 5-아세나프테닐, 1- 또는 2-펜탈레닐, 4- 또는 5-인다닐, 5-, 6-, 7- 또는 8-테트라하이드로나프틸, 1,2,3,4-테트라하이드로나프틸, 1,4-

디하이드로나프틸, 1-, 2-, 3-, 4- 또는 5-피레닐을 포함한다.

[0059] - 본원에서 사용되는 용어 "**아릴렌**" 은 페닐렌, 비페닐릴렌, 나프틸렌, 인데닐렌 (indenylene), 펜타레닐렌 (pentalenylene), 아줄레닐렌 (azulenylene) 등과 같은 2가 카보사이클릭 방향족 고리 시스템을 포함하는 것으로 의도된다.

[0060] - "**사이클**" 은 포화된, 부분적으로 불포화된 또는 불포화된 사이클릭 기를 가리킨다.

[0061] - "**헤테로사이클**" 은 적어도 하나의 헤테로원자를 포함하는 포화된, 부분적으로 불포화된 또는 불포화된 사이클릭 기를 가리킨다.

[0062] - "**할로겐**" 은 플루오로, 클로로, 브로모, 또는 요오드를 의미한다. 바람직한 할로 기는 플루오로 및 클로로이다.

[0063] - "**알콕시**" 는 알킬기가 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는, 임의의 O-알킬기, 바람직하게는 O-알킬기를 가리킨다.

[0064] - "**아릴옥시**" 는 임의의 O-아릴기를 가리킨다.

[0065] - "**아릴알킬**" 은 예컨대 페닐-메틸기와 같은 아릴기에 의해 치환된 알킬기를 가리킨다.

[0066] - "**아릴알콕시**" 는 아릴기에 의해 치환된 알콕시기를 가리킨다.

[0067] - "**아민**" 은 하나 이상의 수소 원자의, 유기 라디칼로의 치환에 의해 암모니아 NH_3 로부터 유도된 임의의 기를 가리킨다.

[0068] - "**아지도**" 는 $-N_3$ 기를 가리킨다.

[0069] - "**산성 작용기 (Acidic function)**" 는 -COOH 기를 가리킨다.

[0070] - "**활성화된 산성 작용기**" 는 -OH 가 더 양호한 이탈기로 치환된 산성 작용기를 가리킨다.

[0071] - "**활성화된 알코올성 작용기**" 는 더 양호한 이탈기로 개질된 알코올성 작용기를 가리킨다.

[0072] **상세한 설명**

[0073] 다음의 상세한 설명은 도면과 관련하여 읽을 때 더 잘 이해될 것이다. 예시를 위해, 바람직한 실시형태에서 복합 입자가 도시되어 있다. 그러나, 도시된 정확한 배열, 구조, 특징, 실시형태 및 양태로 적용이 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 도면은 일정 비율로 그려진 것이 아니며, 청구항들의 범위를 도시된 실시형태로 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 첨부된 청구항들에 언급된 특징들이 뒤에 도면 부호가 기재된 경우, 그러한 부호는 단지 청구항들의 명료성을 향상시키기 위한 목적으로 포함된 것이며 결코 청구항들의 범위를 제한하지 않는다는 것을 이해해야 한다.

[0074] 본 발명의 제 1 목적은, 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 복합 입자 (1) 에 관한 것으로, 복수의 나노입자 (3) 는 (도 1 에 도시된 것처럼) 상기 무기 재료 (2) 에 균일하게 분산된다.

[0075] 무기 재료 (2) 에서의 복수의 나노입자 (3) 의 균일한 분산은 상기 나노입자 (3) 의 응집을 방지하여, 그의 특성의 저화를 방지한다. 예를 들어, 무기 형광 나노입자의 경우, 균일한 분산은 상기 나노입자의 광학 특성이 보존될 수 있게 하고, 퀀칭이 회피될 수 있다.

[0076] 본 발명의 복합 입자 (1) 는 또한 선택된 무기 재료 (2) 에 따라 ROHS 요건을 쉽게 준수할 수 있기 때문에 특히 흥미롭다. 그러면, 자체로 ROHS 를 준수하지 않을 수도 있는 나노입자 (3) 의 특성을 유지하면서 ROHS 준수 입자를 가질 수 있다.

[0077] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 에어 처리 가능하다 (air processable). 이 실시형태는 상기 복합 입자 (1) 의 조작 또는 수송에 그리고 광전자 장치와 같은 장치에서의 상기 복합 입자 (1) 의 사용에 특히 유리하다.

[0078] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 표준 리소그래피 프로세스와 양립 가능하다. 이 실시형태는 광전자 장치와 같은 장치에서의 상기 복합 입자 (1) 의 사용에 특히 유리하다. 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm,

250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 최대 치수를 갖는다.

[0079] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 최소 치수를 갖는다.

[0080] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 와 나노입자 (3) 사이의 크기 비율은 1.25 내지 1000, 바람직하게는 2 내지 500, 더 바람직하게는 5 내지 250, 보다 더 바람직하게는 5 내지 100 이다.

[0081] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 최소 치수는 상기 복합 입자 (1) 의 최대 치수보다 적어도 1.5; 적어도 2; 적어도 2.5; 적어도 3; 적어도 3.5; 적어도 4; 적어도 4.5; 적어도 5; 적어도 5.5; 적어도 6; 적어도 6.5; 적어도 7; 적어도 7.5; 적어도 8; 적어도 8.5; 적어도 9; 적어도 9.5; 적어도 10; 적어도 10.5; 적어도 11; 적어도 11.5; 적어도 12; 적어도 12.5; 적어도 13; 적어도 13.5; 적어도 14; 적어도 14.5; 적어도 15; 적어도 15.5; 적어도 16; 적어도 16.5; 적어도 17; 적어도 17.5; 적어도 18; 적어도 18.5; 적어도 19; 적어도 19.5; 적어도 20; 적어도 25; 적어도 30; 적어도 35; 적어도 40; 적어도 45; 적어도 50; 적어도 55; 적어도 60; 적어도 65; 적어도 70; 적어도 75; 적어도 80; 적어도 85; 적어도 90; 적어도 95; 적어도 100, 적어도 150, 적어도 200, 적어도 250, 적어도 300, 적어도 350, 적어도 400, 적어도 450, 적어도 500, 적어도 550, 적

어도 600, 적어도 650, 적어도 700, 적어도 750, 적어도 800, 적어도 850, 적어도 900, 적어도 950, 또는 적어도 1000 의 인자 (종횡비) 만큼 더 작다.

[0082] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 평균 크기를 갖는다.

[0083] 1 ㎛ 미만의 평균 크기를 갖는 복합 입자 (1) 는 동일한 수의 나노입자 (3) 를 포함하는 더 큰 입자에 비해 여러 이점을 갖는다: i) 더 큰 입자에 비해 광 산란을 증가시킴; ii) 용매에 분산되는 때, 더 큰 입자에 비해 더 안정한 콜로이드 현탁액을 획득함; iii) 적어도 100 nm 의 픽셀과 양립 가능한 크기를 가짐.

[0084] 1 ㎛ 초과의 평균 크기를 갖는 복합 입자 (1) 는 동일한 수의 나노입자 (3) 를 포함하는 더 작은 입자에 비해 여러 이점을 갖는다: i) 더 작은 입자에 비해 광 산란을 감소시킴; ii) 위스퍼링-갤러리 (whispering-gallery) 웨이브 모드를 가짐; iii) 1 ㎛ 이상의 픽셀과 양립 가능한 크기를 가짐; iv) 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 사이의 평균 거리를 증가시켜서, 더 양호한 열 배출을 초래함; v) 상기 복합 입자들 (1) 의 표면과 상기 복합 입자들 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 사이의 평균 거리를 증가시켜서, 상기 복합 입자들 (1) 의 외부 공간으로부터 유래하는 화학 종과의 화학 반응으로부터 야기되는 산화로부터 나노입자들 (3) 을 더 양호하게 보호하거나 산화를 지연시킴; vi) 더 작은 복합 입자 (1) 에 비해 복합 입자 (1) 와 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 사이의 질량 비를 증가시켜서, ROHS 표준에 따른 화학 원소의 질량 농도를 감소시키고, ROHS 요건의 준수를 보다 용이하게 함.

[0085] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 ROHS 를 준수한다.

[0086] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150 ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만의 카드뮴을 포함한다.

[0087] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150 ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만, 4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 납을 포함한다.

[0088] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150 ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm

미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만, 4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 수은을 포함한다.

[0089] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 내에 존재하는 주요 화학 원소보다 더 무거운 화학 원소를 포함한다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 내의 상기 무거운 화학 원소는 ROHS 표준의 대상이 되는 화학 원소의 질량 농도를 낮추어서, 상기 복합 입자 (1) 가 ROHS 를 준수할 수 있게 한다.

[0090] 일 실시형태에 따르면, 무거운 화학 원소의 예는 B, C, N, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0091] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 200 μm^{-1}, 100 μm^{-1}, 66.6 μm^{-1}, 50 μm^{-1}, 33.3 μm^{-1}, 28.6 μm^{-1}, 25 μm^{-1}, 20 μm^{-1}, 18.2 μm^{-1}, 16.7 μm^{-1}, 15.4 μm^{-1}, 14.3 μm^{-1}, 13.3 μm^{-1}, 12.5 μm^{-1}, 11.8 μm^{-1}, 11.1 μm^{-1}, 10.5 μm^{-1}, 10 μm^{-1}, 9.5 μm^{-1}, 9.1 μm^{-1}, 8.7 μm^{-1}, 8.3 μm^{-1}, 8 μm^{-1}, 7.7 μm^{-1}, 7.4 μm^{-1}, 7.1 μm^{-1}, 6.9 μm^{-1}, 6.7 μm^{-1}, 5.7 μm^{-1}, 5 μm^{-1}, 4.4 μm^{-1}, 4 μm^{-1}, 3.6 μm^{-1}, 3.3 μm^{-1}, 3.1 μm^{-1}, 2.9 μm^{-1}, 2.7 μm^{-1}, 2.5 μm^{-1}, 2.4 μm^{-1}, 2.2 μm^{-1}, 2.1 μm^{-1}, 2 μm^{-1}, 1.3333 μm^{-1}, 0.8 μm^{-1}, 0.6666 μm^{-1}, 0.5714 μm^{-1}, 0.5 μm^{-1}, 0.4444 μm^{-1}, 0.4 μm^{-1}, 0.3636 μm^{-1}, 0.3333 μm^{-1}, 0.3080 μm^{-1}, 0.2857 μm^{-1}, 0.2667 μm^{-1}, 0.25 μm^{-1}, 0.2353 μm^{-1}, 0.2222 μm^{-1}, 0.2105 μm^{-1}, 0.2 μm^{-1}, 0.1905 μm^{-1}, 0.1818 μm^{-1}, 0.1739 μm^{-1}, 0.1667 μm^{-1}, 0.16 μm^{-1}, 0.1538 μm^{-1}, 0.1481 μm^{-1}, 0.1429 μm^{-1}, 0.1379 μm^{-1}, 0.1333 μm^{-1}, 0.1290 μm^{-1}, 0.125 μm^{-1}, 0.1212 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1143 μm^{-1}, 0.1111 μm^{-1}, 0.1881 μm^{-1}, 0.1053 μm^{-1}, 0.1026 μm^{-1}, 0.1 μm^{-1}, 0.0976 μm^{-1}, 0.9524 μm^{-1}, 0.0930 μm^{-1}, 0.0909 μm^{-1}, 0.0889 μm^{-1}, 0.870 μm^{-1}, 0.0851 μm^{-1}, 0.0833 μm^{-1}, 0.0816 μm^{-1}, 0.08 μm^{-1}, 0.0784 μm^{-1}, 0.0769 μm^{-1}, 0.0755 μm^{-1}, 0.0741 μm^{-1}, 0.0727 μm^{-1}, 0.0714 μm^{-1}, 0.0702 μm^{-1}, 0.0690 μm^{-1}, 0.0678 μm^{-1}, 0.0667 μm^{-1}, 0.0656 μm^{-1}, 0.0645 μm^{-1}, 0.0635 μm^{-1}, 0.0625 μm^{-1}, 0.0615 μm^{-1}, 0.0606 μm^{-1}, 0.0597 μm^{-1}, 0.0588 μm^{-1}, 0.0580 μm^{-1}, 0.0571 μm^{-1}, 0.0563 μm^{-1}, 0.0556 μm^{-1}, 0.0548 μm^{-1}, 0.0541 μm^{-1}, 0.0533 μm^{-1}, 0.0526 μm^{-1}, 0.0519 μm^{-1}, 0.0513 μm^{-1}, 0.0506 μm^{-1}, 0.05 μm^{-1}, 0.0494 μm^{-1}, 0.0488 μm^{-1}, 0.0482 μm^{-1}, 0.0476 μm^{-1}, 0.0471 μm^{-1}, 0.0465 μm^{-1}, 0.0460 μm^{-1}, 0.0455 μm^{-1}, 0.0450 μm^{-1}, 0.0444 μm^{-1}, 0.0440 μm^{-1}, 0.0435 μm^{-1}, 0.0430 μm^{-1}, 0.0426 μm^{-1}, 0.0421 μm^{-1}, 0.0417 μm^{-1}, 0.0412 μm^{-1}, 0.0408 μm^{-1}, 0.0404 μm^{-1}, 0.04 μm^{-1}, 0.0396 μm^{-1}, 0.0392 μm^{-1}, 0.0388 μm^{-1}, 0.0385 μm^{-1}; 0.0381 μm^{-1}, 0.0377 μm^{-1}, 0.0374 μm^{-1}, 0.037 μm^{-1}, 0.0367 μm^{-1}, 0.0364 μm^{-1}, 0.0360 μm^{-1}, 0.0357 μm^{-1}, 0.0354 μm^{-1}, 0.0351 μm^{-1}, 0.0348 μm^{-1}, 0.0345 μm^{-1}, 0.0342 μm^{-1}, 0.0339 μm^{-1}, 0.0336 μm^{-1}, 0.0333 μm^{-1}, 0.0331 μm^{-1}, 0.0328 μm^{-1}, 0.0325 μm^{-1}, 0.0323 μm^{-1}, 0.032 μm^{-1}, 0.0317 μm^{-1}, 0.0315 μm^{-1}, 0.0312 μm^{-1}, 0.031 μm^{-1}, 0.0308 μm^{-1}, 0.0305 μm^{-1}, 0.0303 μm^{-1}, 0.0301 μm^{-1}, 0.03 μm^{-1}, 0.0299 μm^{-1}, 0.0296 μm^{-1}, 0.0294 μm^{-1}, 0.0292 μm^{-1}, 0.029 μm^{-1}, 0.0288 μm^{-1}, 0.0286 μm^{-1}, 0.0284 μm^{-1}, 0.0282 μm^{-1}, 0.028 μm^{-1}, 0.0278 μm^{-1}, 0.0276 μm^{-1}, 0.0274 μm^{-1}, 0.0272 μm^{-1}, 0.0270 μm^{-1}, 0.0268 μm^{-1}, 0.02667 μm^{-1}, 0.0265 μm^{-1}, 0.0263 μm^{-1}, 0.0261 μm^{-1}, 0.026 μm^{-1}, 0.0258 μm^{-1}, 0.0256 μm^{-1}, 0.0255 μm^{-1}, 0.0253 μm^{-1}, 0.0252 μm^{-1}, 0.025 μm^{-1}, 0.0248 μm^{-1}, 0.0247 μm^{-1}, 0.0245 μm^{-1}, 0.0244 μm^{-1}, 0.0242 μm^{-1}, 0.0241 μm^{-1}, 0.024 μm^{-1}, 0.0238 μm^{-1}, 0.0237 μm^{-1}, 0.0235 μm^{-1}, 0.0234 μm^{-1}, 0.0233 μm^{-1}, 0.231 μm^{-1}, 0.023 μm^{-1}, 0.0229 μm^{-1}, 0.0227 μm^{-1}, 0.0226 μm^{-1}, 0.0225 μm^{-1}, 0.0223 μm^{-1}, 0.0222 μm^{-1}, 0.0221 μm^{-1}, 0.022 μm^{-1}, 0.0219 μm^{-1}, 0.0217 μm^{-1}, 0.0216 μm^{-1}, 0.0215 μm^{-1}, 0.0214 μm^{-1}, 0.0213 μm^{-1}, 0.0212 μm^{-1}, 0.0211 μm^{-1}, 0.021 μm^{-1}, 0.0209 μm^{-1}, 0.0208 μm^{-1},

0.0207 μm^{-1}, 0.0206 μm^{-1}, 0.0205 μm^{-1}, 0.0204 μm^{-1}, 0.0203 μm^{-1}, 0.0202 μm^{-1}, 0.0201 μm^{-1}, 0.02 μm^{-1}, 또는 0.002 μm^{-1} 의 최소 곡률을 갖는다.

[0092] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 200 μm^{-1}, 100 μm^{-1}, 66.6 μm^{-1}, 50 μm^{-1}, 33.3 μm^{-1}, 28.6 μm^{-1}, 25 μm^{-1}, 20 μm^{-1}, 18.2 μm^{-1}, 16.7 μm^{-1}, 15.4 μm^{-1}, 14.3 μm^{-1}, 13.3 μm^{-1}, 12.5 μm^{-1}, 11.8 μm^{-1}, 11.1 μm^{-1}, 10.5 μm^{-1}, 10 μm^{-1}, 9.5 μm^{-1}, 9.1 μm^{-1}, 8.7 μm^{-1}, 8.3 μm^{-1}, 8 μm^{-1}, 7.7 μm^{-1}, 7.4 μm^{-1}, 7.1 μm^{-1}, 6.9 μm^{-1}, 6.7 μm^{-1}, 5.7 μm^{-1}, 5 μm^{-1}, 4.4 μm^{-1}, 4 μm^{-1}, 3.6 μm^{-1}, 3.3 μm^{-1}, 3.1 μm^{-1}, 2.9 μm^{-1}, 2.7 μm^{-1}, 2.5 μm^{-1}, 2.4 μm^{-1}, 2.2 μm^{-1}, 2.1 μm^{-1}, 2 μm^{-1}, 1.3333 μm^{-1}, 0.8 μm^{-1}, 0.6666 μm^{-1}, 0.5714 μm^{-1}, 0.5 μm^{-1}, 0.4444 μm^{-1}, 0.4 μm^{-1}, 0.3636 μm^{-1}, 0.3333 μm^{-1}, 0.3080 μm^{-1}, 0.2857 μm^{-1}, 0.2667 μm^{-1}, 0.25 μm^{-1}, 0.2353 μm^{-1}, 0.2222 μm^{-1}, 0.2105 μm^{-1}, 0.2 μm^{-1}, 0.1905 μm^{-1}, 0.1818 μm^{-1}, 0.1739 μm^{-1}, 0.1667 μm^{-1}, 0.16 μm^{-1}, 0.1538 μm^{-1}, 0.1481 μm^{-1}, 0.1429 μm^{-1}, 0.1379 μm^{-1}, 0.1333 μm^{-1}, 0.1290 μm^{-1}, 0.125 μm^{-1}, 0.1212 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1143 μm^{-1}, 0.1111 μm^{-1}, 0.1881 μm^{-1}, 0.1053 μm^{-1}, 0.1026 μm^{-1}, 0.1 μm^{-1}, 0.0976 μm^{-1}, 0.9524 μm^{-1}, 0.0930 μm^{-1}, 0.0909 μm^{-1}, 0.0889 μm^{-1}, 0.870 μm^{-1}, 0.0851 μm^{-1}, 0.0833 μm^{-1}, 0.0816 μm^{-1}, 0.08 μm^{-1}, 0.0784 μm^{-1}, 0.0769 μm^{-1}, 0.0755 μm^{-1}, 0.0741 μm^{-1}, 0.0727 μm^{-1}, 0.0714 μm^{-1}, 0.0702 μm^{-1}, 0.0690 μm^{-1}, 0.0678 μm^{-1}, 0.0667 μm^{-1}, 0.0656 μm^{-1}, 0.0645 μm^{-1}, 0.0635 μm^{-1}, 0.0625 μm^{-1}, 0.0615 μm^{-1}, 0.0606 μm^{-1}, 0.0597 μm^{-1}, 0.0588 μm^{-1}, 0.0580 μm^{-1}, 0.0571 μm^{-1}, 0.0563 μm^{-1}, 0.0556 μm^{-1}, 0.0548 μm^{-1}, 0.0541 μm^{-1}, 0.0533 μm^{-1}, 0.0526 μm^{-1}, 0.0519 μm^{-1}, 0.0513 μm^{-1}, 0.0506 μm^{-1}, 0.05 μm^{-1}, 0.0494 μm^{-1}, 0.0488 μm^{-1}, 0.0482 μm^{-1}, 0.0476 μm^{-1}, 0.0471 μm^{-1}, 0.0465 μm^{-1}, 0.0460 μm^{-1}, 0.0455 μm^{-1}, 0.0450 μm^{-1}, 0.0444 μm^{-1}, 0.0440 μm^{-1}, 0.0435 μm^{-1}, 0.0430 μm^{-1}, 0.0426 μm^{-1}, 0.0421 μm^{-1}, 0.0417 μm^{-1}, 0.0412 μm^{-1}, 0.0408 μm^{-1}, 0.0404 μm^{-1}, 0.04 μm^{-1}, 0.0396 μm^{-1}, 0.0392 μm^{-1}, 0.0388 μm^{-1}, 0.0385 μm^{-1}; 0.0381 μm^{-1}, 0.0377 μm^{-1}, 0.0374 μm^{-1}, 0.037 μm^{-1}, 0.0367 μm^{-1}, 0.0364 μm^{-1}, 0.0360 μm^{-1}, 0.0357 μm^{-1}, 0.0354 μm^{-1}, 0.0351 μm^{-1}, 0.0348 μm^{-1}, 0.0345 μm^{-1}, 0.0342 μm^{-1}, 0.0339 μm^{-1}, 0.0336 μm^{-1}, 0.0333 μm^{-1}, 0.0331 μm^{-1}, 0.0328 μm^{-1}, 0.0325 μm^{-1}, 0.0323 μm^{-1}, 0.032 μm^{-1}, 0.0317 μm^{-1}, 0.0315 μm^{-1}, 0.0312 μm^{-1}, 0.031 μm^{-1}, 0.0308 μm^{-1}, 0.0305 μm^{-1}, 0.0303 μm^{-1}, 0.0301 μm^{-1}, 0.03 μm^{-1}, 0.0299 μm^{-1}, 0.0296 μm^{-1}, 0.0294 μm^{-1}, 0.0292 μm^{-1}, 0.029 μm^{-1}, 0.0288 μm^{-1}, 0.0286 μm^{-1}, 0.0284 μm^{-1}, 0.0282 μm^{-1}, 0.028 μm^{-1}, 0.0278 μm^{-1}, 0.0276 μm^{-1}, 0.0274 μm^{-1}, 0.0272 μm^{-1}; 0.0270 μm^{-1}, 0.0268 μm^{-1}, 0.02667 μm^{-1}, 0.0265 μm^{-1}, 0.0263 μm^{-1}, 0.0261 μm^{-1}, 0.026 μm^{-1}, 0.0258 μm^{-1}, 0.0256 μm^{-1}, 0.0255 μm^{-1}, 0.0253 μm^{-1}, 0.0252 μm^{-1}, 0.025 μm^{-1}, 0.0248 μm^{-1}, 0.0247 μm^{-1}, 0.0245 μm^{-1}, 0.0244 μm^{-1}, 0.0242 μm^{-1}, 0.0241 μm^{-1}, 0.024 μm^{-1}, 0.0238 μm^{-1}, 0.0237 μm^{-1}, 0.0235 μm^{-1}, 0.0234 μm^{-1}, 0.0233 μm^{-1}, 0.231 μm^{-1}, 0.023 μm^{-1}, 0.0229 μm^{-1}, 0.0227 μm^{-1}, 0.0226 μm^{-1}, 0.0225 μm^{-1}, 0.0223 μm^{-1}, 0.0222 μm^{-1}, 0.0221 μm^{-1}, 0.022 μm^{-1}, 0.0219 μm^{-1}, 0.0217 μm^{-1}, 0.0216 μm^{-1}, 0.0215 μm^{-1}, 0.0214 μm^{-1}, 0.0213 μm^{-1}, 0.0212 μm^{-1}, 0.0211 μm^{-1}, 0.021 μm^{-1}, 0.0209 μm^{-1}, 0.0208 μm^{-1}, 0.0207 μm^{-1}, 0.0206 μm^{-1}, 0.0205 μm^{-1}, 0.0204 μm^{-1}, 0.0203 μm^{-1}, 0.0202 μm^{-1}, 0.0201 μm^{-1}, 0.02 μm^{-1}, 또는 0.002 μm^{-1} 의 최대 곡률을 갖는다.

[0093] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 다분산 (polydisperse) 이다.

[0094] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 단분산 (monodisperse) 이다.

[0095] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 좁은 크기 분포를 갖는다.

[0096] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 응집되지 않는다.

[0097] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 표면 거칠기는 상기 복합 입자 (1) 의 최대 치수의 0%, 0.0001%,

0.0002%, 0.0003%, 0.0004%, 0.0005%, 0.0006%, 0.0007%, 0.0008%, 0.0009%, 0.001%, 0.002%, 0.003%, 0.004%, 0.005%, 0.006%, 0.007%, 0.008%, 0.009%, 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.11%, 0.12%, 0.13%, 0.14%, 0.15%, 0.16%, 0.17%, 0.18%, 0.19%, 0.2%, 0.21%, 0.22%, 0.23%, 0.24%, 0.25%, 0.26%, 0.27%, 0.28%, 0.29%, 0.3%, 0.31%, 0.32%, 0.33%, 0.34%, 0.35%, 0.36%, 0.37%, 0.38%, 0.39%, 0.4%, 0.41%, 0.42%, 0.43%, 0.44%, 0.45%, 0.46%, 0.47%, 0.48%, 0.49%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 또는 5% 이하이고, 이는 상기 복합 입자 (1) 의 표면이 완전히 매끄럽다는 것을 의미한다.

[0098] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 표면 거칠기는 상기 복합 입자 (1) 의 최대 치수의 0.5% 이하이고, 이는 상기 복합 입자 (1) 의 표면이 완전히 매끄럽다는 것을 의미한다.

[0099] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 구형 형상, 타원형 형상, 원반형 형상, 원통형 형상, 패싯형 형상, 육각형 형상, 삼각형 형상, 입방형 형상, 또는 플레이트렛 (platelet) 형상을 갖는다.

[0100] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 라즈베리 형상, 프리즘 형상, 다면체 형상, 눈송이 형상, 꽃 형상, 가시 형상, 반구 형상, 콘 형상, 성게 형상, 필라멘트 형상, 양면 오목 형상, 벌레 형상, 나무 형상, 덴드라이트 형상, 목걸이 형상, 체인 형상 또는 부시 (bush) 형상을 갖는다.

[0101] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 구형 형상을 갖거나, 또는 복합 입자 (1) 는 비드이다.

[0102] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 중공형이고, 즉 복합 입자 (1) 는 중공 비드이다.

[0103] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어/셸 구조를 갖지 않는다.

[0104] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 후술하는 바와 같이 코어/셸 구조를 갖는다.

[0105] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 섬유가 아니다.

[0106] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 규정되지 않은 형상을 갖는 매트릭스가 아니다.

[0107] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 거시적 유리 피이스가 아니다. 이 실시형태에서, 유리 피이스는 더 큰 유리 엔터티로부터 예컨대 이를 절단함으로써 획득된 유리, 또는 몰드를 사용함으로써 획득된 유리를 가리킨다. 일 실시형태에서, 유리 피이스는 1 ㎜ 를 초과하는 적어도 하나의 치수를 갖는다.

[0108] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 의 크기를 감소시킴으로써 수득되지 않는다. 예를 들어, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 피이스를 밀링하거나, 절단하거나, 입자, 원자 또는 전자와 같은 발사체 (projectiles) 로 발사 (firing) 하거나, 임의의 다른 방법에 의해 수득되지 않는다.

[0109] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 더 큰 입자를 밀링하거나 분말을 분무함으로써 수득되지 않는다.

[0110] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 나노입자들 (3) 로 도핑된 나노미터 포어 유리 피이스가 아니다.

[0111] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 유리 모노리스가 아니다.

[0112] 일 실시형태에 따르면, 구형 복합 입자 (1) 는 적어도 5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛,

73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 직경을 갖는다.

[0113] 일 실시형태에 따르면, 통계적 구형 복합 입자 (1) 세트가 적어도 5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 평균 직경을 갖는다.

[0114] 일 실시형태에 따르면, 통계적 구형 복합 입자 (1) 세트의 평균 직경은 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, 1.6%, 1.7%, 1.8%, 1.9%, 2%, 2.1%, 2.2%, 2.3%, 2.4%, 2.5%, 2.6%, 2.7%, 2.8%, 2.9%, 3%, 3.1%, 3.2%, 3.3%, 3.4%, 3.5%, 3.6%, 3.7%, 3.8%, 3.9%, 4%, 4.1%, 4.2%, 4.3%, 4.4%, 4.5%, 4.6%, 4.7%, 4.8%, 4.9%, 5%, 5.1%, 5.2%, 5.3%, 5.4%, 5.5%, 5.6%, 5.7%, 5.8%, 5.9%, 6%, 6.1%, 6.2%, 6.3%, 6.4%, 6.5%, 6.6%, 6.7%, 6.8%, 6.9%, 7%, 7.1%, 7.2%, 7.3%, 7.4%, 7.5%, 7.6%, 7.7%, 7.8%, 7.9%, 8%, 8.1%, 8.2%, 8.3%, 8.4%, 8.5%, 8.6%, 8.7%, 8.8%, 8.9%, 9%, 9.1%, 9.2%, 9.3%, 9.4%, 9.5%, 9.6%, 9.7%, 9.8%, 9.9%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%, 95%, 100%, 105%, 110%, 115%, 120%, 125%, 130%, 135%, 140%, 145%, 150%, 155%, 160%, 165%, 170%, 175%, 180%, 185%, 190%, 195%, 또는 200% 이하의 편차를 가질 수 있다.

[0115] 일 실시형태에 따르면, 구형 복합 입자 (1) 는 적어도 200 $㎛^{-1}$, 100 $㎛^{-1}$, 66.6 $㎛^{-1}$, 50 $㎛^{-1}$, 33.3 $㎛^{-1}$, 28.6 $㎛^{-1}$, 25 $㎛^{-1}$, 20 $㎛^{-1}$, 18.2 $㎛^{-1}$, 16.7 $㎛^{-1}$, 15.4 $㎛^{-1}$, 14.3 $㎛^{-1}$, 13.3 $㎛^{-1}$, 12.5 $㎛^{-1}$, 11.8 $㎛^{-1}$, 11.1 $㎛^{-1}$, 10.5 $㎛^{-1}$, 10 $㎛^{-1}$, 9.5 $㎛^{-1}$, 9.1 $㎛^{-1}$, 8.7 $㎛^{-1}$, 8.3 $㎛^{-1}$, 8 $㎛^{-1}$, 7.7 $㎛^{-1}$, 7.4 $㎛^{-1}$, 7.1 $㎛^{-1}$, 6.9 $㎛^{-1}$, 6.7 $㎛^{-1}$, 5.7 $㎛^{-1}$, 5 $㎛^{-1}$, 4.4 $㎛^{-1}$, 4 $㎛^{-1}$, 3.6 $㎛^{-1}$, 3.3 $㎛^{-1}$, 3.1 $㎛^{-1}$, 2.9 $㎛^{-1}$, 2.7 $㎛^{-1}$, 2.5 $㎛^{-1}$, 2.4 $㎛^{-1}$, 2.2 $㎛^{-1}$, 2.1 $㎛^{-1}$, 2 $㎛^{-1}$, 1.3333 $㎛^{-1}$, 0.8 $㎛^{-1}$, 0.6666 $㎛^{-1}$, 0.5714 $㎛^{-1}$, 0.5 $㎛^{-1}$, 0.4444 $㎛^{-1}$, 0.4 $㎛^{-1}$, 0.3636 $㎛^{-1}$, 0.3333 $㎛^{-1}$, 0.3080 $㎛^{-1}$, 0.2857 $㎛^{-1}$, 0.2667 $㎛^{-1}$, 0.25 $㎛^{-1}$, 0.2353 $㎛^{-1}$, 0.2222 $㎛^{-1}$, 0.2105 $㎛^{-1}$, 0.2 $㎛^{-1}$, 0.1905 $㎛^{-1}$, 0.1818 $㎛^{-1}$, 0.1739 $㎛^{-1}$, 0.1667 $㎛^{-1}$, 0.16 $㎛^{-1}$, 0.1538 $㎛^{-1}$, 0.1481 $㎛^{-1}$, 0.1429 $㎛^{-1}$, 0.1379 $㎛^{-1}$, 0.1333 $㎛^{-1}$, 0.1290 $㎛^{-1}$, 0.125 $㎛^{-1}$, 0.1212 $㎛^{-1}$, 0.1176 $㎛^{-1}$,

0.1176 μm^{-1}, 0.1143 μm^{-1}, 0.1111 μm^{-1}, 0.1881 μm^{-1}, 0.1053 μm^{-1}, 0.1026 μm^{-1}, 0.1 μm^{-1}, 0.0976 μm^{-1}, 0.9524 μm^{-1}, 0.0930 μm^{-1}, 0.0909 μm^{-1}, 0.0889 μm^{-1}, 0.870 μm^{-1}, 0.0851 μm^{-1}, 0.0833 μm^{-1}, 0.0816 μm^{-1}, 0.08 μm^{-1}, 0.0784 μm^{-1}, 0.0769 μm^{-1}, 0.0755 μm^{-1}, 0.0741 μm^{-1}, 0.0727 μm^{-1}, 0.0714 μm^{-1}, 0.0702 μm^{-1}, 0.0690 μm^{-1}, 0.0678 μm^{-1}, 0.0667 μm^{-1}, 0.0656 μm^{-1}, 0.0645 μm^{-1}, 0.0635 μm^{-1}, 0.0625 μm^{-1}, 0.0615 μm^{-1}, 0.0606 μm^{-1}, 0.0597 μm^{-1}, 0.0588 μm^{-1}, 0.0580 μm^{-1}, 0.0571 μm^{-1}, 0.0563 μm^{-1}, 0.0556 μm^{-1}, 0.0548 μm^{-1}, 0.0541 μm^{-1}, 0.0533 μm^{-1}, 0.0526 μm^{-1}, 0.0519 μm^{-1}, 0.0513 μm^{-1}, 0.0506 μm^{-1}, 0.05 μm^{-1}, 0.0494 μm^{-1}, 0.0488 μm^{-1}, 0.0482 μm^{-1}, 0.0476 μm^{-1}, 0.0471 μm^{-1}, 0.0465 μm^{-1}, 0.0460 μm^{-1}, 0.0455 μm^{-1}, 0.0450 μm^{-1}, 0.0444 μm^{-1}, 0.0440 μm^{-1}, 0.0435 μm^{-1}, 0.0430 μm^{-1}, 0.0426 μm^{-1}, 0.0421 μm^{-1}, 0.0417 μm^{-1}, 0.0412 μm^{-1}, 0.0408 μm^{-1}, 0.0404 μm^{-1}, 0.04 μm^{-1}, 0.0396 μm^{-1}, 0.0392 μm^{-1}, 0.0388 μm^{-1}, 0.0385 μm^{-1}; 0.0381 μm^{-1}, 0.0377 μm^{-1}, 0.0374 μm^{-1}, 0.037 μm^{-1}, 0.0367 μm^{-1}, 0.0364 μm^{-1}, 0.0360 μm^{-1}, 0.0357 μm^{-1}, 0.0354 μm^{-1}, 0.0351 μm^{-1}, 0.0348 μm^{-1}, 0.0345 μm^{-1}, 0.0342 μm^{-1}, 0.0339 μm^{-1}, 0.0336 μm^{-1}, 0.0333 μm^{-1}, 0.0331 μm^{-1}, 0.0328 μm^{-1}, 0.0325 μm^{-1}, 0.0323 μm^{-1}, 0.032 μm^{-1}, 0.0317 μm^{-1}, 0.0315 μm^{-1}, 0.0312 μm^{-1}, 0.031 μm^{-1}, 0.0308 μm^{-1}, 0.0305 μm^{-1}, 0.0303 μm^{-1}, 0.0301 μm^{-1}, 0.03 μm^{-1}, 0.0299 μm^{-1}, 0.0296 μm^{-1}, 0.0294 μm^{-1}, 0.0292 μm^{-1}, 0.029 μm^{-1}, 0.0288 μm^{-1}, 0.0286 μm^{-1}, 0.0284 μm^{-1}, 0.0282 μm^{-1}, 0.028 μm^{-1}, 0.0278 μm^{-1}, 0.0276 μm^{-1}, 0.0274 μm^{-1}, 0.0272 μm^{-1}; 0.0270 μm^{-1}, 0.0268 μm^{-1}, 0.02667 μm^{-1}, 0.0265 μm^{-1}, 0.0263 μm^{-1}, 0.0261 μm^{-1}, 0.026 μm^{-1}, 0.0258 μm^{-1}, 0.0256 μm^{-1}, 0.0255 μm^{-1}, 0.0253 μm^{-1}, 0.0252 μm^{-1}, 0.025 μm^{-1}, 0.0248 μm^{-1}, 0.0247 μm^{-1}, 0.0245 μm^{-1}, 0.0244 μm^{-1}, 0.0242 μm^{-1}, 0.0241 μm^{-1}, 0.024 μm^{-1}, 0.0238 μm^{-1}, 0.0237 μm^{-1}, 0.0235 μm^{-1}, 0.0234 μm^{-1}, 0.0233 μm^{-1}, 0.231 μm^{-1}, 0.023 μm^{-1}, 0.0229 μm^{-1}, 0.0227 μm^{-1}, 0.0226 μm^{-1}, 0.0225 μm^{-1}, 0.0223 μm^{-1}, 0.0222 μm^{-1}, 0.0221 μm^{-1}, 0.022 μm^{-1}, 0.0219 μm^{-1}, 0.0217 μm^{-1}, 0.0216 μm^{-1}, 0.0215 μm^{-1}, 0.0214 μm^{-1}, 0.0213 μm^{-1}, 0.0212 μm^{-1}, 0.0211 μm^{-1}, 0.021 μm^{-1}, 0.0209 μm^{-1}, 0.0208 μm^{-1}, 0.0207 μm^{-1}, 0.0206 μm^{-1}, 0.0205 μm^{-1}, 0.0204 μm^{-1}, 0.0203 μm^{-1}, 0.0202 μm^{-1}, 0.0201 μm^{-1}, 0.02 μm^{-1}, 또는 0.002 μm^{-1} 의 독특한 곡률을 갖는다.

[0116] 일 실시형태에 따르면, 통계적 구형 복합 입자 (1) 세트는 적어도 200 μm^{-1}, 100 μm^{-1}, 66.6 μm^{-1}, 50 μm^{-1}, 33.3 μm^{-1}, 28.6 μm^{-1}, 25 μm^{-1}, 20 μm^{-1}, 18.2 μm^{-1}, 16.7 μm^{-1}, 15.4 μm^{-1}, 14.3 μm^{-1}, 13.3 μm^{-1}, 12.5 μm^{-1}, 11.8 μm^{-1}, 11.1 μm^{-1}, 10.5 μm^{-1}, 10 μm^{-1}, 9.5 μm^{-1}, 9.1 μm^{-1}, 8.7 μm^{-1}, 8.3 μm^{-1}, 8 μm^{-1}, 7.7 μm^{-1}, 7.4 μm^{-1}, 7.1 μm^{-1}, 6.9 μm^{-1}, 6.7 μm^{-1}, 5.7 μm^{-1}, 5 μm^{-1}, 4.4 μm^{-1}, 4 μm^{-1}, 3.6 μm^{-1}, 3.3 μm^{-1}, 3.1 μm^{-1}, 2.9 μm^{-1}, 2.7 μm^{-1}, 2.5 μm^{-1}, 2.4 μm^{-1}, 2.2 μm^{-1}, 2.1 μm^{-1}, 2 μm^{-1}, 1.3333 μm^{-1}, 0.8 μm^{-1}, 0.6666 μm^{-1}, 0.5714 μm^{-1}, 0.5 μm^{-1}, 0.4444 μm^{-1}, 0.4 μm^{-1}, 0.3636 μm^{-1}, 0.3333 μm^{-1}, 0.3080 μm^{-1}, 0.2857 μm^{-1}, 0.2667 μm^{-1}, 0.25 μm^{-1}, 0.2353 μm^{-1}, 0.2222 μm^{-1}, 0.2105 μm^{-1}, 0.2 μm^{-1}, 0.1905 μm^{-1}, 0.1818 μm^{-1}, 0.1739 μm^{-1}, 0.1667 μm^{-1}, 0.16 μm^{-1}, 0.1538 μm^{-1}, 0.1481 μm^{-1}, 0.1429 μm^{-1}, 0.1379 μm^{-1}, 0.1333 μm^{-1}, 0.1290 μm^{-1}, 0.125 μm^{-1}, 0.1212 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1176 μm^{-1}, 0.1143 μm^{-1}, 0.1111 μm^{-1}, 0.1881 μm^{-1}, 0.1053 μm^{-1}, 0.1026 μm^{-1}, 0.1 μm^{-1}, 0.0976 μm^{-1}, 0.9524 μm^{-1}, 0.0930 μm^{-1}, 0.0909 μm^{-1}, 0.0889 μm^{-1}, 0.870 μm^{-1}, 0.0851 μm^{-1}, 0.0833 μm^{-1}, 0.0816 μm^{-1}, 0.08 μm^{-1}, 0.0784 μm^{-1}, 0.0769 μm^{-1}, 0.0755 μm^{-1}, 0.0741 μm^{-1}, 0.0727 μm^{-1}, 0.0714 μm^{-1}, 0.0702 μm^{-1}, 0.0690 μm^{-1}, 0.0678 μm^{-1}, 0.0667 μm^{-1}, 0.0656 μm^{-1}, 0.0645 μm^{-1}, 0.0635 μm^{-1}, 0.0625 μm^{-1}, 0.0615 μm^{-1}, 0.0606 μm^{-1}, 0.0597 μm^{-1}, 0.0588 μm^{-1}, 0.0580 μm^{-1}, 0.0571 μm^{-1}, 0.0563 μm^{-1}, 0.0556 μm^{-1}, 0.0548 μm^{-1}, 0.0541 μm^{-1}, 0.0533 μm^{-1}, 0.0526 μm^{-1}, 0.0519 μm^{-1}, 0.0513 μm^{-1}, 0.0506 μm^{-1}, 0.05 μm^{-1}, 0.0494 μm^{-1}, 0.0488 μm^{-1}, 0.0482 μm^{-1}, 0.0476 μm^{-1}, 0.0471 μm^{-1}, 0.0465 μm^{-1}, 0.0460 μm^{-1}, 0.0455 μm^{-1}, 0.0450 μm^{-1}, 0.0444 μm^{-1},

0.0440 μm^{-1}, 0.0435 μm^{-1}, 0.0430 μm^{-1}, 0.0426 μm^{-1}, 0.0421 μm^{-1}, 0.0417 μm^{-1}, 0.0412 μm^{-1}, 0.0408 μm^{-1}, 0.0404 μm^{-1}, 0.04 μm^{-1}, 0.0396 μm^{-1}, 0.0392 μm^{-1}, 0.0388 μm^{-1}, 0.0385 μm^{-1}; 0.0381 μm^{-1}, 0.0377 μm^{-1}, 0.0374 μm^{-1}, 0.037 μm^{-1}, 0.0367 μm^{-1}, 0.0364 μm^{-1}, 0.0360 μm^{-1}, 0.0357 μm^{-1}, 0.0354 μm^{-1}, 0.0351 μm^{-1}, 0.0348 μm^{-1}, 0.0345 μm^{-1}, 0.0342 μm^{-1}, 0.0339 μm^{-1}, 0.0336 μm^{-1}, 0.0333 μm^{-1}, 0.0331 μm^{-1}, 0.0328 μm^{-1}, 0.0325 μm^{-1}, 0.0323 μm^{-1}, 0.032 μm^{-1}, 0.0317 μm^{-1}, 0.0315 μm^{-1}, 0.0312 μm^{-1}, 0.031 μm^{-1}, 0.0308 μm^{-1}, 0.0305 μm^{-1}, 0.0303 μm^{-1}, 0.0301 μm^{-1}, 0.03 μm^{-1}, 0.0299 μm^{-1}, 0.0296 μm^{-1}, 0.0294 μm^{-1}, 0.0292 μm^{-1}, 0.029 μm^{-1}, 0.0288 μm^{-1}, 0.0286 μm^{-1}, 0.0284 μm^{-1}, 0.0282 μm^{-1}, 0.028 μm^{-1}, 0.0278 μm^{-1}, 0.0276 μm^{-1}, 0.0274 μm^{-1}, 0.0272 μm^{-1}; 0.0270 μm^{-1}, 0.0268 μm^{-1}, 0.02667 μm^{-1}, 0.0265 μm^{-1}, 0.0263 μm^{-1}, 0.0261 μm^{-1}, 0.026 μm^{-1}, 0.0258 μm^{-1}, 0.0256 μm^{-1}, 0.0255 μm^{-1}, 0.0253 μm^{-1}, 0.0252 μm^{-1}, 0.025 μm^{-1}, 0.0248 μm^{-1}, 0.0247 μm^{-1}, 0.0245 μm^{-1}, 0.0244 μm^{-1}, 0.0242 μm^{-1}, 0.0241 μm^{-1}, 0.024 μm^{-1}, 0.0238 μm^{-1}, 0.0237 μm^{-1}, 0.0235 μm^{-1}, 0.0234 μm^{-1}, 0.0233 μm^{-1}, 0.231 μm^{-1}, 0.023 μm^{-1}, 0.0229 μm^{-1}, 0.0227 μm^{-1}, 0.0226 μm^{-1}, 0.0225 μm^{-1}, 0.0223 μm^{-1}, 0.0222 μm^{-1}, 0.0221 μm^{-1}, 0.022 μm^{-1}, 0.0219 μm^{-1}, 0.0217 μm^{-1}, 0.0216 μm^{-1}, 0.0215 μm^{-1}, 0.0214 μm^{-1}, 0.0213 μm^{-1}, 0.0212 μm^{-1}, 0.0211 μm^{-1}, 0.021 μm^{-1}, 0.0209 μm^{-1}, 0.0208 μm^{-1}, 0.0207 μm^{-1}, 0.0206 μm^{-1}, 0.0205 μm^{-1}, 0.0204 μm^{-1}, 0.0203 μm^{-1}, 0.0202 μm^{-1}, 0.0201 μm^{-1}, 0.02 μm^{-1}, 또는 0.002 μm^{-1} 의 평균 독특한 곡률을 갖는다.

[0117] 일 실시형태에 따르면, 구형 복합 입자 (1) 의 곡률은 편차를 갖지 않으며, 이는 상기 복합 입자 (1) 가 완벽한 구형 형상을 갖는다는 것을 의미한다. 완벽한 구형 형상은 산란광의 강도의 변동을 방지한다.

[0118] 일 실시형태에 따르면, 구형 복합 입자 (1) 의 독특한 곡률은 상기 복합 입자 (1) 의 표면을 따라 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, 1.6%, 1.7%, 1.8%, 1.9%, 2%, 2.1%, 2.2%, 2.3%, 2.4%, 2.5%, 2.6%, 2.7%, 2.8%, 2.9%, 3%, 3.1%, 3.2%, 3.3%, 3.4%, 3.5%, 3.6%, 3.7%, 3.8%, 3.9%, 4%, 4.1%, 4.2%, 4.3%, 4.4%, 4.5%, 4.6%, 4.7%, 4.8%, 4.9%, 5%, 5.1%, 5.2%, 5.3%, 5.4%, 5.5%, 5.6%, 5.7%, 5.8%, 5.9%, 6%, 6.1%, 6.2%, 6.3%, 6.4%, 6.5%, 6.6%, 6.7%, 6.8%, 6.9%, 7%, 7.1%, 7.2%, 7.3%, 7.4%, 7.5%, 7.6%, 7.7%, 7.8%, 7.9%, 8%, 8.1%, 8.2%, 8.3%, 8.4%, 8.5%, 8.6%, 8.7%, 8.8%, 8.9%, 9%, 9.1%, 9.2%, 9.3%, 9.4%, 9.5%, 9.6%, 9.7%, 9.8%, 9.9%, 또는 10% 이하의 편차를 가질 수 있다.

[0119] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 발광성이다.

[0120] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 형광성이다.

[0121] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 인광성이다.

[0122] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전계발광성 (electroluminescent) 이다.

[0123] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 화학발광성 (chemiluminescent) 이다.

[0124] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 마찰발광성이다.

[0125] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 광 방출 특징은 외부 압력 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 광 방출 특징이 외부 압력 변화에 의해 변경될 수 있음을 의미한다.

[0126] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 파장 방출 피크가 외부 압력 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 파장 방출 피크가 외부 압력 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 외부 압력 변화가 파장 시프트를 유도할 수 있음을 의미한다.

[0127] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 FWHM 은 외부 압력 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 FWHM 이 외부 압력 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 FWHM 이 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다.

[0128] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 PLQY 가 외부 압력 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 PLQY 가 외부 압력 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 PLQY 가 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한

다.

[0129] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 광 방출 특징은 외부 온도 변화에 민감하다.

[0130] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 파장 방출 피크가 외부 온도 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 파장 방출 피크가 외부 온도 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 외부 온도 변화가 파장 시프트를 유도할 수 있음을 의미한다.

[0131] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 FWHM 은 외부 온도 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 FWHM 이 외부 온도 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 FWHM 이 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다.

[0132] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 PLQY 가 외부 온도 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 PLQY 가 외부 온도 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 PLQY 가 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다.

[0133] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 광 방출 특징은 외부 pH 변화에 민감하다.

[0134] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 파장 방출 피크가 외부 pH 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 파장 방출 피크가 외부 pH 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 외부 pH 변화가 파장 시프트를 유도할 수 있음을 의미한다.

[0135] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 FWHM 은 외부 pH 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 FWHM 이 외부 pH 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 FWHM 이 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다.

[0136] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 PLQY 가 외부 pH 변화에 민감하다. 이 실시형태에서, "민감하다" 는 PLQY 가 외부 pH 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 PLQY 가 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다.

[0137] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 파장 방출 피크가 외부 온도 변화에 민감한 적어도 하나의 나노입자 (3), 및 파장 방출 피크가 외부 온도 변화에 민감하지 않거나 덜 민감한 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다. 이 실시형태에서, “민감하다" 는 파장 방출 피크가 외부 온도 변화에 의해 변경될 수 있음, 즉 파장 방출 피크가 감소 또는 증가될 수 있음을 의미한다. 이 실시형태는 온도 센서 적용에 특히 유리하다.

[0138] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 400 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다.

[0139] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 400 nm 내지 500 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 청색 광을 방출한다.

[0140] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 녹색 광을 방출한다.

[0141] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 560 nm 내지 590 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 황색 광을 방출한다.

[0142] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 590 nm 내지 750 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적색 광을 방출한다.

[0143] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 750 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 근적외선, 중적외선, 또는 적외선 광을 방출한다.

[0144] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 자성이다.

[0145] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 강자성이다.

[0146] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 상자성이다.

[0147] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 초상자성이다.

[0148] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 반자성이다.

[0149] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 플라스몬성 (plasmonic) 이다.

[0150] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 촉매 특성을 갖는다.

[0151] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 광전지 특성을 갖는다.

[0152] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 압전성 (piezo-electric) 이다.

[0153] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 초전기성 (pyro-electric) 이다.

[0154] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 강유전성이다.

[0155] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 약물 전달 특징을 갖는다.

[0156] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 광 산란체이다.

[0157] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 50 ㎛, 40 ㎛, 30 ㎛, 20 ㎛, 10 ㎛, 1 ㎛, 950 nm, 900 nm, 850 nm, 800 nm, 750 nm, 700 nm, 650 nm, 600 nm, 550 nm, 500 nm, 450 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 250 nm 미만, 또는 200 nm 미만의 파장을 갖는 입사광을 흡수한다.

[0158] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전기 절연체이다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 형광 나노입자 (3) 의 형광 특성의 퀀칭 (quenching) 은 전자 전달에 기인하는 때에 방지된다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 나노입자 (3) 와 동일한 특성을 나타내는 전기 절연체 재료로서 사용될 수 있다.

[0159] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전기 전도체이다. 이 실시형태는 광발전 또는 LED 에의 복합 입자 (1) 의 적용에 특히 유리하다.

[0160] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 표준 조건에서 $1X10^{-20}$ 내지 10^{7} S/m, 바람직하게는 $1X10^{-15}$ 내지 5 S/m, 더 바람직하게는 $1X10^{-7}$ 내지 1 S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0161] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 표준 조건에서 적어도 $1X10^{-20}$ S/m, $0.5X10^{-19}$ S/m, $1X10^{-19}$ S/m, $0.5X10^{-18}$ S/m, $1X10^{-18}$ S/m, $0.5X10^{-17}$ S/m, $1X10^{-17}$ S/m, $0.5X10^{-16}$ S/m, $1X10^{-16}$ S/m, $0.5X10^{-15}$ S/m, $1X10^{-15}$ S/m, $0.5X10^{-14}$ S/m, $1X10^{-14}$ S/m, $0.5X10^{-13}$ S/m, $1X10^{-13}$ S/m, $0.5X10^{-12}$ S/m, $1X10^{-12}$ S/m, $0.5X10^{-11}$ S/m, $1X10^{-11}$ S/m, $0.5X10^{-10}$ S/m, $1X10^{-10}$ S/m, $0.5X10^{-9}$ S/m, $1X10^{-9}$ S/m, $0.5X10^{-8}$ S/m, $1X10^{-8}$ S/m, $0.5X10^{-7}$ S/m, $1X10^{-7}$ S/m, $0.5X10^{-6}$ S/m, $1X10^{-6}$ S/m, $0.5X10^{-5}$ S/m, $1X10^{-5}$ S/m, $0.5X10^{-4}$ S/m, $1X10^{-4}$ S/m, $0.5X10^{-3}$ S/m, $1X10^{-3}$ S/m, $0.5X10^{-2}$ S/m, $1X10^{-2}$ S/m, $0.5X10^{-1}$ S/m, $1X10^{-1}$ S/m, 0.5 S/m, 1 S/m, 1.5 S/m, 2 S/m, 2.5 S/m, 3 S/m, 3.5 S/m, 4 S/m, 4.5 S/m, 5 S/m, 5.5 S/m, 6 S/m, 6.5 S/m, 7 S/m, 7.5 S/m, 8 S/m, 8.5 S/m, 9 S/m, 9.5 S/m, 10 S/m, 50 S/m, 10^{2} S/m, $5X10^{2}$ S/m, 10^{3} S/m, $5X10^{3}$ S/m, 10^{4} S/m, $5X10^{4}$ S/m, 10^{5} S/m, $5X10^{5}$ S/m, 10^{6} S/m, $5X10^{6}$ S/m, 또는 10^{7} S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0162] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 전기 전도도는 예컨대 임피던스 분광계로 측정될 수 있다.

[0163] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 열 절연체이다.

[0164] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 내화 재료를 포함한다.

[0165] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 열 전도체이다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 나노입자 (3) 로부터 또는 환경으로부터 유래하는 열을 배출시킬 수 있다.

[0166] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0167] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2

W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0168] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 열 전도율은 예컨대 정상 상태 (steady-state) 방법 또는 과도 상태 (transient) 방법에 의해 측정될 수 있다.

[0169] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 국부적인 고온 가열 시스템이다.

[0170] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 소수성이다.

[0171] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 친수성이다.

[0172] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 수성 용매, 유기 용매 및/또는 이들의 혼합물에 분산될 수 있다.

[0173] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼들을 나타낸다.

[0174] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm,

15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙드럼들을 나타낸다.

[0175] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭 (full width at quarter maximum) 을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙드럼들을 나타낸다.

[0176] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 엄격하게 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼들을 나타낸다.

[0177] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 99% 또는 100% 의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 을 갖는다.

[0178] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 감소를 나타낸다.

[0179] 일 실시형태에 따르면, 광 조명은 레이저, 다이오드, 형광등 또는 Xenon Arc Lamp 와 같은 청색, 녹색, 적색, 또는 UV 광원에 의해 제공된다. 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 1 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $kW.cm^{-2}$, 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $W.cm^{-2}$, 보다 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 30 $W.cm^{-2}$ 이다.

[0180] 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 이다.

[0181] 일 실시형태에 따르면, 여기에 기술된 광 조명은 연속 조명을 제공한다.

[0182] 일 실시형태에 따르면, 여기에 기술된 광 조명은 펄스 광 (pulsed light) 을 제공한다. 이 실시형태는 나노입자 (3) 로부터 열 및/또는 전하를 배출시킬 수 있기 때문에 특히 유리하다. 이 실시형태는 또한 펄스 광을 사용하여 나노입자 (3) 의 더 긴 수명, 따라서 복합 입자 (1) 의 더 긴 수명을 허용하기 때문에 특히 유리하고, 실제로 연속 광 하에서 나노입자 (3) 는 펄스 광 하에서보다 빠르게 열화된다.

[0183] 일 실시형태에 따르면, 여기에 기술된 광 조명은 펄스 광을 제공한다. 이 실시형태에서, 연속 광이 규칙적인 주기로 재료를 조명하며 이 규칙적인 주기 동안 상기 재료가 조명으로부터 자발적으로 제거된다면, 상기 광은 펄스 광으로 간주될 수 있다. 이 실시형태는 나노입자 (3) 로부터 열 및/또는 전하를 배출시킬 수 있기 때문에 특히 유리하다.

[0184] 일 실시형태에 따르면, 상기 펄스 광은 적어도 1 마이크로초, 2 마이크로초, 3 마이크로초, 4 마이크로초, 5 마이크로초, 6 마이크로초, 7 마이크로초, 8 마이크로초, 9 마이크로초, 10 마이크로초, 11 마이크로초, 12 마이크로초, 13 마이크로초, 14 마이크로초, 15 마이크로초, 16 마이크로초, 17 마이크로초, 18 마이크로초, 19 마이크로초, 20 마이크로초, 21 마이크로초, 22 마이크로초, 23 마이크로초, 24 마이크로초, 25 마이크로초, 26 마이크로초, 27 마이크로초, 28 마이크로초, 29 마이크로초, 30 마이크로초, 31 마이크로초, 32 마이크로초, 33 마이크로초, 34 마이크로초, 35 마이크로초, 36 마이크로초, 37 마이크로초, 38 마이크로초, 39 마이크로초, 40 마이크로초, 41 마이크로초, 42 마이크로초, 43 마이크로초, 44 마이크로초, 45 마이크로초, 46 마이크로초, 47 마이크로초, 48 마이크로초, 49 마이크로초, 50 마이크로초, 100 마이크로초, 150 마이크로초, 200 마이크로초, 250 마이크로초, 300 마이크로초, 350 마이크로초, 400 마이크로초, 450 마이크로초, 500 마이크로초, 550 마이크로초, 600 마이크로초, 650 마이크로초, 700 마이크로초, 750 마이크로초, 800 마이크로초, 850 마이크로초, 900 마이크로초, 950 마이크로초, 1 밀리초, 2 밀리초, 3 밀리초, 4 밀리초, 5 밀리초, 6 밀리초, 7 밀

리초, 8 밀리초, 9 밀리초, 10 밀리초, 11 밀리초, 12 밀리초, 13 밀리초, 14 밀리초, 15 밀리초, 16 밀리초, 17 밀리초, 18 밀리초, 19 밀리초, 20 밀리초, 21 밀리초, 22 밀리초, 23 밀리초, 24 밀리초, 25 밀리초, 26 밀리초, 27 밀리초, 28 밀리초, 29 밀리초, 30 밀리초, 31 밀리초, 32 밀리초, 33 밀리초, 34 밀리초, 35 밀리초, 36 밀리초, 37 밀리초, 38 밀리초, 39 밀리초, 40 밀리초, 41 밀리초, 42 밀리초, 43 밀리초, 44 밀리초, 45 밀리초, 46 밀리초, 47 밀리초, 48 밀리초, 49 밀리초, 또는 50 밀리초의 타임 오프 (또는 조명 없는 시간) 를 갖는다.

[0185] 일 실시형태에 따르면, 상기 펄스 광은 적어도 0.1 나노초, 0.2 나노초, 0.3 나노초, 0.4 나노초, 0.5 나노초, 0.6 나노초, 0.7 나노초, 0.8 나노초, 0.9 나노초, 1 나노초, 2 나노초, 3 나노초, 4 나노초, 5 나노초, 6 나노초, 7 나노초, 8 나노초, 9 나노초, 10 나노초, 11 나노초, 12 나노초, 13 나노초, 14 나노초, 15 나노초, 16 나노초, 17 나노초, 18 나노초, 19 나노초, 20 나노초, 21 나노초, 22 나노초, 23 나노초, 24 나노초, 25 나노초, 26 나노초, 27 나노초, 28 나노초, 29 나노초, 30 나노초, 31 나노초, 32 나노초, 33 나노초, 34 나노초, 35 나노초, 36 나노초, 37 나노초, 38 나노초, 39 나노초, 40 나노초, 41 나노초, 42 나노초, 43 나노초, 44 나노초, 45 나노초, 46 나노초, 47 나노초, 48 나노초, 49 나노초, 50 나노초, 100 나노초, 150 나노초, 200 나노초, 250 나노초, 300 나노초, 350 나노초, 400 나노초, 450 나노초, 500 나노초, 550 나노초, 600 나노초, 650 나노초, 700 나노초, 750 나노초, 800 나노초, 850 나노초, 900 나노초, 950 나노초, 1 마이크로초, 2 마이크로초, 3 마이크로초, 4 마이크로초, 5 마이크로초, 6 마이크로초, 7 마이크로초, 8 마이크로초, 9 마이크로초, 10 마이크로초, 11 마이크로초, 12 마이크로초, 13 마이크로초, 14 마이크로초, 15 마이크로초, 16 마이크로초, 17 마이크로초, 18 마이크로초, 19 마이크로초, 20 마이크로초, 21 마이크로초, 22 마이크로초, 23 마이크로초, 24 마이크로초, 25 마이크로초, 26 마이크로초, 27 마이크로초, 28 마이크로초, 29 마이크로초, 30 마이크로초, 31 마이크로초, 32 마이크로초, 33 마이크로초, 34 마이크로초, 35 마이크로초, 36 마이크로초, 37 마이크로초, 38 마이크로초, 39 마이크로초, 40 마이크로초, 41 마이크로초, 42 마이크로초, 43 마이크로초, 44 마이크로초, 45 마이크로초, 46 마이크로초, 47 마이크로초, 48 마이크로초, 49 마이크로초, 또는 50 마이크로초의 타임 온 (또는 조명 시간) 을 갖는다.

[0186] 일 실시형태에 따르면, 상기 펄스 광은 적어도 10 Hz, 11 Hz, 12 Hz, 13 Hz, 14 Hz, 15 Hz, 16 Hz, 17 Hz, 18 Hz, 19 Hz, 20 Hz, 21 Hz, 22 Hz, 23 Hz, 24 Hz, 25 Hz, 26 Hz, 27 Hz, 28 Hz, 29 Hz, 30 Hz, 31 Hz, 32 Hz, 33 Hz, 34 Hz, 35 Hz, 36 Hz, 37 Hz, 38 Hz, 39 Hz, 40 Hz, 41 Hz, 42 Hz, 43 Hz, 44 Hz, 45 Hz, 46 Hz, 47 Hz, 48 Hz, 49 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 300 Hz, 350 Hz, 400 Hz, 450 Hz, 500 Hz, 550 Hz, 600 Hz, 650 Hz, 700 Hz, 750 Hz, 800 Hz, 850 Hz, 900 Hz, 950 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 6 kHz, 7 kHz, 8 kHz, 9 kHz, 10 kHz, 11 kHz, 12 kHz, 13 kHz, 14 kHz, 15 kHz, 16 kHz, 17 kHz, 18 kHz, 19 kHz, 20 kHz, 21 kHz, 22 kHz, 23 kHz, 24 kHz, 25 kHz, 26 kHz, 27 kHz, 28 kHz, 29 kHz, 30 kHz, 31 kHz, 32 kHz, 33 kHz, 34 kHz, 35 kHz, 36 kHz, 37 kHz, 38 kHz, 39 kHz, 40 kHz, 41 kHz, 42 kHz, 43 kHz, 44 kHz, 45 kHz, 46 kHz, 47 kHz, 48 kHz, 49 kHz, 50 kHz, 100 kHz, 150 kHz, 200 kHz, 250 kHz, 300 kHz, 350 kHz, 400 kHz, 450 kHz, 500 kHz, 550 kHz, 600 kHz, 650 kHz, 700 kHz, 750 kHz, 800 kHz, 850 kHz, 900 kHz, 950 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz, 4 MHz, 5 MHz, 6 MHz, 7 MHz, 8 MHz, 9 MHz, 10 MHz, 11 MHz, 12 MHz, 13 MHz, 14 MHz, 15 MHz, 16 MHz, 17 MHz, 18 MHz, 19 MHz, 20 MHz, 21 MHz, 22 MHz, 23 MHz, 24 MHz, 25 MHz, 26 MHz, 27 MHz, 28 MHz, 29 MHz, 30 MHz, 31 MHz, 32 MHz, 33 MHz, 34 MHz, 35 MHz, 36 MHz, 37 MHz, 38 MHz, 39 MHz, 40 MHz, 41 MHz, 42 MHz, 43 MHz, 44 MHz, 45 MHz, 46 MHz, 47 MHz, 48 MHz, 49 MHz, 50 MHz, 또는 100 MHz 의 진동수를 갖는다.

[0187] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1), 나노입자 (3) 및/또는 광 방출 재료 (7) 를 조명하는 광의 스팟 영역은 적어도 10 μm^2, 20 μm^2, 30 μm^2, 40 μm^2, 50 μm^2, 60 μm^2, 70 μm^2, 80 μm^2, 90 μm^2, 100 μm^2, 200 μm^2, 300 μm^2, 400 μm^2, 500 μm^2, 600 μm^2, 700 μm^2, 800 μm^2, 900 μm^2, 10^3 μm^2, 10^4 μm^2, 10^5 μm^2, 1 mm^2, 10 mm^2, 20 mm^2, 30 mm^2, 40 mm^2, 50 mm^2, 60 mm^2, 70 mm^2, 80 mm^2, 90 mm^2, 100 mm^2, 200 mm^2, 300 mm^2, 400 mm^2, 500 mm^2, 600 mm^2, 700 mm^2, 800 mm^2, 900 mm^2, 10^3 mm^2, 10^4 mm^2, 10^5 mm^2, 1 m^2, 10 m^2, 20 m^2, 30 m^2, 40 m^2, 50 m^2, 60 m^2, 70 m^2, 80 m^2, 90 m^2, 또는 100 m^2 이다.

[0188] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1), 나노입자 (3) 및/또는 광 방출 재료 (7) 의 방출 포화가 적어도 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90

$W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 100 $kW.cm^{-2}$, 200 $kW.cm^{-2}$, 300 $kW.cm^{-2}$, 400 $kW.cm^{-2}$, 500 $kW.cm^{-2}$, 600 $kW.cm^{-2}$, 700 $kW.cm^{-2}$, 800 $kW.cm^{-2}$, 900 $kW.cm^{-2}$, 또는 1 $MW.cm^{-2}$ 의 피크 펄스 전력으로 펄스 광 하에서 도달된다.

[0189] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1), 나노입자 (3) 및/또는 광 방출 재료 (7) 의 방출 포화는 적어도 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 또는 1 $kW.cm^{-2}$ 의 피크 펄스 전력으로 연속 조명 하에서 도달된다.

[0190] 주어진 광자 플럭스를 갖는 조명 하에서 입자의 방출 포화는 상기 입자가 더 많은 광자를 방출할 수 없을 때 일어난다. 다시 말해서, 더 높은 광자 플럭스는 상기 입자에 의해 방출된 더 많은 수의 광자로 이어지지 않는다.

[0191] 일 실시형태에 따르면, 조명된 복합 입자 (1), 나노입자 (3) 및/또는 광 방출 재료 (7) 의 FCE (Frequency Conversion Efficiency) 는 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 16%, 17%, 18%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 이다. 이 실시형태에서, FCE 는 480 nm 에서 측정되었다.

[0192] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[0193] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다.

[0194] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 0.1 나노초, 0.2 나노초, 0.3 나노초, 0.4 나노초, 0.5 나노초, 0.6 나노초, 0.7 나노초, 0.8 나노초, 0.9 나노초, 1 나노초, 2 나노초, 3 나노초, 4 나노초, 5 나노초,

6 나노초, 7 나노초, 8 나노초, 9 나노초, 10 나노초, 11 나노초, 12 나노초, 13 나노초, 14 나노초, 15 나노초, 16 나노초, 17 나노초, 18 나노초, 19 나노초, 20 나노초, 21 나노초, 22 나노초, 23 나노초, 24 나노초, 25 나노초, 26 나노초, 27 나노초, 28 나노초, 29 나노초, 30 나노초, 31 나노초, 32 나노초, 33 나노초, 34 나노초, 35 나노초, 36 나노초, 37 나노초, 38 나노초, 39 나노초, 40 나노초, 41 나노초, 42 나노초, 43 나노초, 44 나노초, 45 나노초, 46 나노초, 47 나노초, 48 나노초, 49 나노초, 50 나노초, 100 나노초, 150 나노초, 200 나노초, 250 나노초, 300 나노초, 350 나노초, 400 나노초, 450 나노초, 500 나노초, 550 나노초, 600 나노초, 650 나노초, 700 나노초, 750 나노초, 800 나노초, 850 나노초, 900 나노초, 950 나노초, 또는 1 마이크로초의 평균 형광 수명을 갖는다.

[0195] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 평균 피크 펄스 전력을 갖는 펄스 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 바람직하게는 양자점, 반도체 나노입자, 반도체 나노결정, 또는 반도체 나노플레이트렛을 포함한다.

[0196] 일 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 평균 피크 펄스 전력 또는 광자 플럭스를 갖는 펄스 광 또는 연속 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[0197] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 평균 피크 펄스 전력을 갖는 펄스 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 바람직하게는 양자점, 반도체 나노입자, 반도체 나노결정, 또는 반도체 나노플레이트렛을 포함한다.

[0198] 일 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 평균 피크 펄스 전력 또는 광자 플럭스를 갖는 펄스 광 또는 연속 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다.

[0199] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 계면활성제가 없다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 표면은 상기 표면이 어떠한 계면활성제 분자에 의해서도 블로킹되지 않을 것이므로 작용화되기 용이할 것이다.

[0200] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 계명활성제가 없지 않다.

[0201] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 아모퍼스이다.

[0202] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 결정질이다.

[0203] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전적으로 결정질이다.

[0204] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 부분적으로 결정질이다.

[0205] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 단결정질이다.

[0206] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 다결정질이다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 결정립계를 포함한다.

[0207] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 콜로이드 입자이다.

[0208] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 구형 다공성 비드를 포함하지 않고, 바람직하게는 복합 입자 (1) 는 중앙 구형 다공성 비드를 포함하지 않는다.

[0209] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 구형 다공성 비드를 포함하지 않고, 나노입자 (3) 는 상기 구형 다공성 비드의 표면에 링크된다.

[0210] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 반대 전하를 갖는 나노입자 (3) 및 비드를 포함하지 않는다.

[0211] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 다공성이다.

[0212] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 Brunauer-Emmett-Teller (BET) 이론에서 질소의 흡착-탈착에 의해 결정되는 복합 입자들 (1) 에 의해 흡착된 양이 650 mmHg, 바람직하게는 700 mmHg 의 질소 압력에서 20 cm^3/g, 15 cm^3/g, 10 cm^3/g, 5 cm^3/g 초과인 때에 다공성으로 여겨진다.

[0213] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 다공도 (porosity) 의 조직화 (organization) 는 육각형, 버미큘러 (vermicular) 또는 입방형일 수 있다.

[0214] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 조직화된 다공도는 적어도 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 11 nm, 12 nm, 13 nm, 14 nm, 15 nm, 16 nm, 17 nm, 18 nm, 19 nm, 20 nm, 21 nm, 22 nm, 23 nm, 24 nm, 25 nm, 26 nm, 27 nm, 28 nm, 29 nm, 30 nm, 31 nm, 32 nm, 33 nm, 34 nm, 35 nm, 36 nm, 37 nm, 38 nm, 39 nm, 40 nm, 41 nm, 42 nm, 43 nm, 44 nm, 45 nm, 46 nm, 47 nm, 48 nm, 49 nm, 또는 50 nm 의 포어 크기를 갖는다.

[0215] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 다공성이 아니다.

[0216] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 Brunauer-Emmett-Teller (BET) 이론에서 질소의 흡착-탈착에 의해 결정되는 상기 복합 입자 (1) 에 의해 흡착된 양이 650 mmHg, 바람직하게는 700 mmHg 의 질소 압력에서 20 cm^3/g,

15 cm^3/g, 10 cm^3/g, 5 cm^3/g 미만인 때에 비-다공성 (non-porous) 이라고 여겨진다.

[0217] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 포어 또는 캐비티를 포함하지 않는다.

[0218] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 투과성이다.

[0219] 일 실시형태에 따르면, 투과성 복합 입자 (1) 는 10^{-11} cm^2, 10^{-10} cm^2, 10^{-9} cm^2, 10^{-8} cm^2, 10^{-7} cm^2, 10^{-6} cm^2, 10^{-5} cm^2, 10^{-4} cm^2, 또는 10^{-3} cm^2 이상의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는다.

[0220] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 외부 분자 종, 기체 또는 액체에 대해 불투과성이다. 이 실시형태에서, 외부 분자 종, 기체 또는 액체는 상기 복합 입자 (1) 외부의 분자 종, 기체 또는 액체를 지칭한다.

[0221] 일 실시형태에 따르면, 불투과성 복합 입자 (1) 는 10^{-11} cm^2, 10^{-12} cm^2, 10^{-13} cm^2, 10^{-14} cm^2, 또는 10^{-15} cm^2 이하의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는다.

[0222] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 실온에서 10^{-7} 내지 10 $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$, 바람직하게는10^{-7} 내지 1 $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$, 더 바람직하게는 10^{-7} 내지 10^{-1} $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$, 보다 더 바람직하게는 10^{-7} 내지 10^{-4} $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$ 의 산소 투과율을 갖는다.

[0223] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 실온에서 10^{-7} 내지 10 $g.m^{-2}.day^{-1}$, 바람직하게는 10^{-7} 내지 1 $g.m^{-2}.day^{-1}$, 더 바람직하게는 10^{-7} 내지 10^{-1} $g.m^{-2}.day^{-1}$, 보다 더 바람직하게는 10^{-7} 내지 10^{-4} $g.m^{-2}.day^{-1}$ 의 수증기 투과율을 갖는다. 10^{-6} $g.m^{-2}.day^{-1}$ 의 수증기 투과율이 LED 에의 사용에 특히 적절하다.

[0224] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0225] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년의 저장 수명을 나타낸다.

[0226] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0227] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0228] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0229] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0230] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15

일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0231] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0232] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0233] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0234] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0235] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0236] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 특정 특성은 다음 중 하나 이상을 포함한다: 형광성, 인광성, 화학발광성, 국부적인 전자기장을 증가시키는 능력, 흡광도 (absorbance), 자화, 자기 보자력 (magnetic coercivity), 촉매적 수율, 촉매 특성, 광전지적 특성, 광전지적 수율, 전기적 분극, 열 전도율, 전기 전도도, 분자 산소에 대한 투과율, 분자 물에 대한 투과율, 또는 임의의 다른 특성.

[0237] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네

선스의 저하를 나타낸다.

[0238] 광루미네선스는 형광성 및/또는 인광성을 가리킨다.

[0239] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0240] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0241] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0242] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0243] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0244] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0245] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0246] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0247] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%,

70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0248] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0249] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0250] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0251] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0252] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0253] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0254] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0255] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년,

7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0256] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0257] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0258] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0259] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0260] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0261] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0262] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0263] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%,

50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0264] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0265] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0266] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0267] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0268] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0269] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0270] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%,

30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0271] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 광학적으로 투명하고, 즉 복합 입자 (1) 는 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470nm 의 파장에서 투명하다.

[0272] 일 실시형태에 따르면, 각 나노입자 (3) 는 무기 재료 (2) 에 전적으로 둘러싸이거나 캡슐화된다.

[0273] 일 실시형태에 따르면, 각 나노입자 (3) 는 무기 재료 (2) 에 부분적으로 둘러싸이거나 캡슐화된다.

[0274] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 그 표면에 나노입자들 (3) 의 적어도 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 1% 또는 0% 를 포함한다.

[0275] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 그 표면에 무기 입자들 (3) 을 포함하지 않는다. 이 실시형태에서, 상기 나노입자들 (3) 은 무기 재료 (2) 에 의해 완전히 둘러싸인다.

[0276] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 의 적어도 100%, 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 1% 가 무기 재료 (2) 에 포함된다. 이 실시형태에서, 상기 나노입자들 (3) 의 각각은 무기 재료 (2) 에 의해 완전히 둘러싸인다.

[0277] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다. 이 실시형태는 적어도 하나의 나노입자 (3) 는 그 나노입자 (3) 가 무기 재료 (2) 내에 분산된 경우보다 입사광에 의해 더 잘 여기될 것이므로 유리하다.

[0278] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 분산된, 즉 상기 무기 재료 (2) 에 의해 전적으로 둘러싸인 나노입자들 (3); 및 상기 형광 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0279] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는, 무기 재료 (2) 에 분산된 나노입자들 (3) 로서, 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출하는 상기 나노입자들 (3); 및 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 로서, 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출하는 상기 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0280] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 분산된 나노입자들 (3) 로서, 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출하는 상기 나노입자들 (3); 및 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 로서, 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출하는 상기 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0281] 일 실시형태에 따르면, 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 는 상기 표면에 화학적으로 또는 물리적으로 흡착될 수 있다.

[0282] 일 실시형태에 따르면, 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 는 상기 표면에 흡착될 수 있다.

[0283] 일 실시형태에 따르면, 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 는 상기 표면에 시멘트로 흡착될 수 있다.

[0284] 일 실시형태에 따르면, 시멘트의 예는 폴리머, 실리콘, 산화물, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0285] 일 실시형태에 따르면, 상기 복합 입자 (1) 의 표면에 위치된 적어도 하나의 나노입자 (3) 는 무기 재료 (2) 에 트랩핑된 그 체적의 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 가질 수 있다.

[0286] 일 실시형태에 따르면, 복수의 나노입자들 (3) 은 복합 입자 (1) 의 표면에서 균일하게 이격된다.

[0287] 일 실시형태에 따르면, 복수의 나노입자들 (3) 의 각각의 나노입자 (3) 는 그의 인접한 나노입자 (3) 로부터 평균 최소 거리만큼 이격되고, 상기 평균 최소 거리는 전술한 바와 같다.

[0288] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 동질구조체 (homostructure) 이다.

[0289] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어/셸 구조체가 아니며, 코어는 나노입자들 (3) 을 포함하지 않고 셸은 나노입자들 (3) 을 포함한다.

[0290] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어 (11) 및 적어도 하나의 셸 (12) 을 포함하는 이질구조체

(heterostructure) 이다.

[0291] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 무기 재료 (21) 를 포함하거나 무기 재료 (21) 로 이루어진다. 이 실시형태에서, 상기 무기 재료 (21) 는 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 에 포함된 무기 재료 (2) 와 동일하거나 상이하다.

[0292] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 여기에 설명된 바와 같은 나노입자들 (3) 을 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 나노입자들 (3) 을 포함하지 않는다.

[0293] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 여기에 설명된 바와 같은 나노입자들 (3) 을 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 나노입자들 (3) 을 포함한다.

[0294] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 에 포함된 나노입자들 (3) 과 동일하다.

[0295] 도 12 에 도시된 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 에 포함된 나노입자들 (3) 과 다르다. 이 실시형태에서, 결과적인 코어/셸 복합 입자 (1) 는 상이한 특성을 나타낼 것이다.

[0296] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 자성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0297] 바람직한 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 상기 발광 나노입자들은 상이한 방출 파장을 갖는다. 이는 코어 (11) 가 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하고 셸 (12) 이 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하며 상기 발광 나노입자들이 상이한 발광 파장을 갖는다는 것을 의미한다.

[0298] 바람직한 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 적색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하여서, 청색 LED 와 짝을 이루는 복합 입자 (1) 는 백색 광 방출기가 될 것이다.

[0299] 바람직한 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 400 내지 490 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 적색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하여서, 복합 입자 (1) 는 백색 광 방출기가 될 것이다.

[0300] 바람직한 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 400 내지 490 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 및 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함한다.

[0301] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 자성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0302] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 플라스몬성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또

는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0303] 바람직한 실시형태에서, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 플라스몬성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 광의 가시 스펙트럼에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함한다.

[0304] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 유전성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0305] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 압전 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0306] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 초전기 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0307] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 강유전성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0308] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 광산란성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0309] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 전기 절연성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0310] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 열 절연성 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0311] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 코어 (11) 는 적어도 하나의 촉매 나노입자를 포함하고, 코어/셸 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 또는 열 절연성 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0312] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 적어도 0.1 nm, 0.2 nm, 0.3 nm, 0.4 nm, 0.5 nm, 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛,

28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 두께를 갖는다.

[0313] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 코어 (11) 전체를 따라 균질한 두께를 갖고, 즉 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 은 코어 (11) 전체를 따라 동일한 두께를 갖는다.

[0314] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 셸 (12) 코어 (11) 를 따라 불균질한 두께를 갖고, 즉 상기 두께는 코어 (11) 를 따라 변한다.

[0315] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어/셸 입자가 아니고, 코어는 금속 입자들의 응집체이고 셸은 무기 재료 (2) 를 포함한다. 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어/셸 입자이며, 코어는 용매로 충전되고 쉘은 무기 재료 (2) 에 분산된 나노입자들 (3) 을 포함하고, 즉 상기 복합 입자 (1) 는 용매 충전 코어를 갖는 중공 비드이다.

[0316] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 다양한 조건 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0317] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0318] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0319] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0320] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태

에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0321] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 그리고 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0322] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 동안 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 그리고 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 물리적으로 그리고 화학적으로 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 가 받게 될 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하다.

[0323] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 산성 조건 하에서, 즉 7 이하의 pH 에서 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 산성 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하고, 이는 복합 입자 (1) 의 특성이 상기 조건 하에서 보존된다는 것을 의미한다.

[0324] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 염기성 조건 하에서, 즉 7 보다 높은 pH 에서 안정하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 염기성 조건을 견딜 정도로 충분히 튼튼하고, 이는 복합 입자 (1) 의 특성이 상기 조건 하에서 보존된다는 것을 의미한다.

[0325] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 나노입자 (3) 의 산화에 대한 배리어로서 역할한다.

[0326] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 열 전도성이다.

[0327] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0328] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5

W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0329] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 열 전도율은 예컨대 정상 상태 방법 또는 과도 상태 방법에 의해 측정될 수 있다.

[0330] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 열 전도성이 아니다.

[0331] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 내화 재료를 포함한다.

[0332] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 전기 절연체이다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 형광 나노입자의 형광 특성의 퀀칭 (quenching) 은 전자 전달에 기인하는 때에 방지된다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 나노입자 (3) 와 동일한 특성을 나타내는 전기 절연체 재료로서 사용될 수 있다.

[0333] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 전기 전도성이다. 이 실시형태는 광발전 또는 LED 에의 복합 입자 (1) 의 적용에 특히 유리하다.

[0334] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 표준 조건에서 $1X10^{-20}$ 내지 10^{7} S/m, 바람직하게는 $1X10^{-15}$ 내지 5 S/m, 더 바람직하게는 $1X10^{-7}$ 내지 1 S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0335] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 표준 조건에서 적어도 $1X10^{-20}$ S/m, $0.5X10^{-19}$ S/m, $1X10^{-19}$ S/m, $0.5X10^{-18}$ S/m, $1X10^{-18}$ S/m, $0.5X10^{-17}$ S/m, $1X10^{-17}$ S/m, $0.5X10^{-16}$ S/m, $1X10^{-16}$ S/m, $0.5X10^{-15}$ S/m, $1X10^{-15}$ S/m, $0.5X10^{-14}$ S/m, $1X10^{-14}$ S/m, $0.5X10^{-13}$ S/m, $1X10^{-13}$ S/m, $0.5X10^{-12}$ S/m, $1X10^{-12}$ S/m, $0.5X10^{-11}$ S/m, $1X10^{-11}$ S/m, $0.5X10^{-10}$ S/m, $1X10^{-10}$ S/m, $0.5X10^{-9}$ S/m, $1X10^{-9}$ S/m, $0.5X10^{-8}$ S/m, $1X10^{-8}$ S/m, $0.5X10^{-7}$ S/m, $1X10^{-7}$ S/m, $0.5X10^{-6}$ S/m, $1X10^{-6}$ S/m, $0.5X10^{-5}$ S/m, $1X10^{-5}$ S/m, $0.5X10^{-4}$ S/m, $1X10^{-4}$ S/m, $0.5X10^{-3}$ S/m, $1X10^{-3}$ S/m, $0.5X10^{-2}$ S/m, $1X10^{-2}$ S/m, $0.5X10^{-1}$ S/m, $1X10^{-1}$ S/m, 0.5 S/m, 1 S/m, 1.5 S/m, 2 S/m, 2.5 S/m, 3 S/m, 3.5 S/m, 4 S/m, 4.5 S/m, 5 S/m, 5.5 S/m, 6 S/m, 6.5 S/m, 7 S/m, 7.5 S/m, 8 S/m, 8.5 S/m, 9 S/m, 9.5 S/m, 10 S/m, 50 S/m, 10^{2} S/m, $5X10^{2}$ S/m, 10^{3} S/m, $5X10^{3}$ S/m, 10^{4} S/m, $5X10^{4}$ S/m, 10^{5} S/m, $5X10^{5}$ S/m, 10^{6} S/m, $5X10^{6}$ S/m, 또는 10^{7} S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0336] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 전기 전도도는 예컨대 임피던스 분광계로 측정될 수 있다.

[0337] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 3 eV 이상의 밴드갭을 갖는다.

[0338] 3 eV 이상의 밴드갭을 갖는 경우, 무기 재료 (2) 는 UV 및 청색 광에 광학적으로 투명하다.

[0339] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 3.0 eV, 3.1 eV, 3.2 eV, 3.3 eV, 3.4 eV, 3.5 eV, 3.6 eV, 3.7 eV, 3.8 eV, 3.9 eV, 4.0 eV, 4.1 eV, 4.2 eV, 4.3 eV, 4.4 eV, 4.5 eV, 4.6 eV, 4.7 eV, 4.8 eV, 4.9 eV, 5.0 eV, 5.1 eV, 5.2 eV, 5.3 eV, 5.4 eV 또는 5.5 eV 의 밴드갭을 갖는다.

[0340] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 460 nm 에서 $15x10^{-5}$ 이하의 흡광 계수를 갖는다.

[0341] 일 실시형태에서, 흡광 계수는 흡광도 분광법 또는 당업계에 알려진 다른 방법과 같은 흡광도 측정 기술에 의해 측정된다.

[0342] 일 실시형태에서, 흡광 계수는 샘플을 통과하는 광 경로의 길이로 나눈 흡광도 측정에 의해 측정된다.

[0343] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 아모퍼스이다.

[0344] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 결정질이다.

[0345] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 전적으로 결정질이다.

[0346] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 부분적으로 결정질이다.

[0347] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 단결정질이다.

[0348] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 다결정질이다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 적어도 하나의 결정립계를 포함한다.

[0349] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 소수성이다.

[0350] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 친수성이다.

[0351] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 다공성이다.

[0352] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 Brunauer-Emmett-Teller (BET) 이론에서 질소의 흡착-탈착에 의해 결정되는 복합 입자들 (1) 에 의해 흡착된 양이 650 mmHg, 바람직하게는 700 mmHg 의 질소 압력에서 20 cm^3/g, 15 cm^3/g, 10 cm^3/g, 5 cm^3/g 초과인 때에 다공성으로 여겨진다.

[0353] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 다공도의 조직화는 육각형, 버미큘러 또는 입방형일 수 있다.

[0354] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 조직화된 다공도는 적어도 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 11 nm, 12 nm, 13 nm, 14 nm, 15 nm, 16 nm, 17 nm, 18 nm, 19 nm, 20 nm, 21 nm, 22 nm, 23 nm, 24 nm, 25 nm, 26 nm, 27 nm, 28 nm, 29 nm, 30 nm, 31 nm, 32 nm, 33 nm, 34 nm, 35 nm, 36 nm, 37 nm, 38 nm, 39 nm, 40 nm, 41 nm, 42 nm, 43 nm, 44 nm, 45 nm, 46 nm, 47 nm, 48 nm, 49 nm, 또는 50 nm 의 포어 크기를 갖는다.

[0355] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 비-다공성이다.

[0356] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 Brunauer-Emmett-Teller (BET) 이론에서 질소의 흡착-탈착에 의해 결정되는 복합 입자들 (1) 에 의해 흡착된 양이 650 mmHg, 바람직하게는 700 mmHg 의 질소 압력에서 20 cm^3/g, 15 cm^3/g, 10 cm^3/g, 5 cm^3/g 미만인 때에 비-다공성으로 여겨진다.

[0357] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 포어 또는 캐비티를 포함하지 않는다.

[0358] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 투과성이다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 에서의 외부 분자 종, 기체 또는 액체의 투과가 가능하다.

[0359] 일 실시형태에 따르면, 투과성 무기 재료 (2) 는 10^{-20} cm^2, 10^{-19} cm^2, 10^{-18} cm^2, 10^{-17} cm^2, 10^{-16} cm^2, 10^{-15} cm^2, 10^{-14} cm^2, 10^{-13} cm^2, 10^{-12} cm^2, 10^{-11} cm^2, 10^{-10} cm^2, 10^{-9} cm^2, 10^{-8} cm^2, 10^{-7} cm^2, 10^{-6} cm^2, 10^{-5} cm^2, 10^{-4} cm^2, 또는 10^{-3} cm^2 이상의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는다.

[0360] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 외부 분자 종, 기체 또는 액체에 대해 불투과성이다. 이 실시형태

에서, 무기 재료 (2) 는 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 나노입자 (3) 의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[0361] 일 실시형태에 따르면, 불투과성 무기 재료 (2) 는 10^{-11} cm^2, 10^{-12} cm^2, 10^{-13} cm^2, 10^{-14} cm^2, 10^{-15} cm^2, 10^{-16} cm^2, 10^{-17} cm^2, 10^{-18} cm^2, 10^{-19} cm^2, 또는 10^{-20} cm^2 이하의 유체에 대한 고유 투과도를 갖는다.

[0362] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 상기 무기 재료 (2) 내로의 외부 분자 종 또는 유체 (액체 또는 기체) 의 확산을 제한하거나 방지한다.

[0363] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 특정 특성은 복합 입자 (1) 에의 캡슐화 후에 보존된다.

[0364] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 광루미네선스는 복합 입자 (1) 에의 캡슐화 후에 보존된다.

[0365] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 1 내지 10 의 밀도를 갖고, 바람직하게는 무기 재료 (2) 는 3 내지 10 g/cm^3 의 밀도를 갖는다.

[0366] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0367] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0368] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0369] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0370] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0371] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5

년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0372] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0373] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 특정 특성의 저하를 나타낸다.

[0374] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 특정 특성은 다음 중 하나 이상을 포함한다: 형광성, 인광성, 화학발광성, 국부적인 전자기장을 증가시키는 능력, 흡광도, 자화, 자기 보자력, 촉매적 수율, 광전지적 수율, 전기적 분극, 열 전도율, 전기 전도도, 분자 산소에 대한 투과율, 분자 물에 대한 투과율, 또는 임의의 다른 특성.

[0375] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0376] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0377] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0378] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0379] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일,

10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0380] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0381] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0382] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[0383] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0384] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0385] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10개월, 11개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0386] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%,

20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0387] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0388] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10개월, 11개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0389] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0390] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[0391] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0392] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0393] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%,

70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10개월, 11개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0394] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0395] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0396] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10개월, 11개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0397] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0398] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 의 나노입자들 (3) 은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[0399] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 광학적으로 투명하고, 즉 무기 재료 (2) 는 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470nm 의 파장에서 투명하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 모든 입사광을 흡수하지 않아서 나노입자들 (3) 이 모든 입사광을 흡수할 수 있게 하고, 그리고/또는 무기 재료 (2) 는 나노입자들 (3) 에 의해 방출된 광을 흡수하지 않아서, 방출된 상기 광이 무기 재료 (2) 를 통해 전달될 수 있게 한다.

[0400] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 광학적으로 투명하지 않고, 즉 무기 재료 (2) 는 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000 nm, 200 nm 내지 1500nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 광을 흡수한다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (2) 는 입사광의 일부를 흡수하여 나노입자들 (3) 이 입사광의 일부만을 흡수할 수 있게 하고, 그리고/또는 무기 재료 (2) 는 나노입자들 (3) 에 의해 방출된 광의 일부를 흡수하여 방출된 상기 광이 무기 재료 (2) 를 통해 부분적으로 전달될 수 있게 한다.

[0401] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 입사광의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 전달한다.

[0402] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 입사광의 일부를 전달하고 적어도 하나의 이차 광을 방출한다. 이 실시형태에서, 결과적인 광은 나머지 전달된 입사광의 조합이다.

[0403] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 50 ㎛, 40 ㎛, 30 ㎛, 20 ㎛, 10 ㎛, 1㎛, 950 nm, 900nm, 850nm, 800nm, 750nm, 700nm, 650nm, 600nm, 550nm, 500 nm, 450nm, 400nm, 350nm, 300nm, 250 nm 미만, 또는 200 nm 미만의 파장을 갖는 입사광을 흡수한다.

[0404] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 460 nm 마만의 파장을 갖는 입사광을 흡수한다.

[0405] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 460 nm 에서 $1x10^{-5}$, $1.1x10^{-5}$, $1.2x10^{-5}$, $1.3x10^{-5}$, $1.4x10^{-5}$, $1.5x10^{-5}$, $1.6x10^{-5}$, $1.7x10^{-5}$, $1.8x10^{-5}$, $1.9x10^{-5}$, $2x10^{-5}$, $3x10^{-5}$, $4x10^{-5}$, $5x10^{-5}$, $6x10^{-5}$, $7x10^{-5}$, $8x10^{-5}$, $9x10^{-5}$, $10x10^{-5}$, $11x10^{-5}$, $12x10^{-5}$, $13x10^{-5}$, $14x10^{-5}$, $15x10^{-5}$, $16x10^{-5}$, $17x10^{-5}$, $18x10^{-5}$, $19x10^{-5}$, $20x10^{-5}$, $21x10^{-5}$, $22x10^{-5}$, $23x10^{-5}$, $24x10^{-5}$, 또는 $25x10^{-5}$ 이하의 흡광 계수를 갖는다.

[0406] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 460 nm 에서 $1x10^{-2}$ cm^{-1}, $1x10^{-1}$ cm^{-1}, $0.5x10^{-1}$ cm^{-1}, 0.1 cm^{-1}, 0.2 cm^{-1}, 0.3 cm^{-1}, 0.4 cm^{-1}, 0.5 cm^{-1}, 0.6 cm^{-1}, 0.7 cm^{-1}, 0.8 cm^{-1}, 0.9 cm^{-1}, 1 cm^{-1}, 1.1 cm^{-1}, 1.2 cm^{-1}, 1.3 cm^{-1}, 1.4 cm^{-1}, 1.5 cm^{-1}, 1.6 cm^{-1}, 1.7 cm^{-1}, 1.8 cm^{-1}, 1.9 cm^{-1}, 2.0 cm^{-1}, 2.5 cm^{-1}, 3.0 cm^{-1}, 3.5 cm^{-1}, 4.0 cm^{-1}, 4.5 cm^{-1}, 5.0 cm^{-1}, 5.5 cm^{-1}, 6.0 cm^{-1}, 6.5 cm^{-1}, 7.0 cm^{-1}, 7.5 cm^{-1}, 8.0 cm^{-1}, 8.5 cm^{-1}, 9.0 cm^{-1}, 9.5 cm^{-1}, 10 cm^{-1}, 15 cm^{-1}, 20 cm^{-1}, 25 cm^{-1}, 또는 30 cm^{-1} 이하의 감쇠 계수를 갖는다.

[0407] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 450 nm 에서 $1x10^{-2}$ cm^{-1}, $1x10^{-1}$ cm^{-1}, $0.5x10^{-1}$ cm^{-1}, 0.1 cm^{-1}, 0.2 cm^{-1}, 0.3 cm^{-1}, 0.4 cm^{-1}, 0.5 cm^{-1}, 0.6 cm^{-1}, 0.7 cm^{-1}, 0.8 cm^{-1}, 0.9 cm^{-1}, 1 cm^{-1}, 1.1 cm^{-1}, 1.2 cm^{-1}, 1.3 cm^{-1}, 1.4 cm^{-1}, 1.5 cm^{-1}, 1.6 cm^{-1}, 1.7 cm^{-1}, 1.8 cm^{-1}, 1.9 cm^{-1}, 2.0 cm^{-1}, 2.5 cm^{-1}, 3.0 cm^{-1}, 3.5 cm^{-1}, 4.0 cm^{-1}, 4.5 cm^{-1}, 5.0 cm^{-1}, 5.5 cm^{-1}, 6.0 cm^{-1}, 6.5 cm^{-1}, 7.0 cm^{-1}, 7.5 cm^{-1}, 8.0 cm^{-1}, 8.5 cm^{-1}, 9.0 cm^{-1}, 9.5 cm^{-1}, 10 cm^{-1}, 15 cm^{-1}, 20 cm^{-1}, 25 cm^{-1}, 또는 30 cm^{-1} 이하의 감쇠 계수를 갖는다.

[0408] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 460 nm 에서 1.10^{-35} cm^2, 1.10^{-34} cm^2, 1.10^{-33} cm^2, 1.10^{-32} cm^2, 1.10^{-31} cm^2, 1.10^{-30} cm^2, 1.10^{-29} cm^2, 1.10^{-28} cm^2, 1.10^{-27} cm^2, 1.10^{-26} cm^2, 1.10^{-25} cm^2, 1.10^{-24} cm^2, 1.10^{-23} cm^2, 1.10^{-22} cm^2, 1.10^{-21} cm^2, 1.10^{-20} cm^2, 1.10^{-19} cm^2, 1.10^{-18} cm^2, 1.10^{-17} cm^2, 1.10^{-16} cm^2, 1.10^{-15} cm^2, 1.10^{-14} cm^2, 1.10^{-13} cm^2, 1.10^{-12} cm^2, 1.10^{-11} cm^2, 1.10^{-10} cm^2, 1.10^{-9} cm^2, 1.10^{-8} cm^2, 1.10^{-7} cm^2, 1.10^{-6} cm^2, 1.10^{-5} cm^2, 1.10^{-4} cm^2, 1.10^{-3} cm^2, 1.10^{-2} cm^2 또는 1.10^{-1} cm^2 이하의 광학 흡수 단면적을 갖는다.

[0409] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 유기 분자, 유기 기 또는 폴리머 사슬을 포함하지 않는다.

[0410] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 폴리머를 포함하지 않는다.

[0411] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 무기 폴리머를 포함한다.

[0412] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 금속, 할로겐화물, 칼코겐화물, 인화물, 황화물, 준금속, 금속성 합금, 예컨대 산화물, 탄화물 또는 질화물과 같은 세라믹, 유리, 에나켈, 세라믹, 돌, 보석, 착색제, 시멘트 및/또는 무기 폴리머의 그룹으로부터 선택된 재료로 구성된다. 상기 무기 재료 (2) 는 당업자에게 공지된 프

로토콜을 사용하여 제조된다.

[0413] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 금속, 할로겐화물, 칼코겐화물, 인화물, 황화물, 준금속, 금속성 합금, 예컨대 산화물, 탄화물 또는 질화물과 같은 세라믹, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 착색제, 및/또는 시멘트의 그룹으로부터 선택된 재료로 구성된다. 상기 무기 재료 (2) 는 당업자에게 공지된 프로토콜을 사용하여 제조된다.

[0414] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 산화물 재료, 반도체 재료, 와이드 밴드갭 반도체 재료 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0415] 일 실시형태에 따르면, 반도체 재료의 예는 III-V 반도체, II-VI 반도체, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0416] 일 실시형태에 따르면, 와이드 밴드갭 반도체 재료의 예는 탄화규소 SiC, 질화알루미늄 AlN, 질화갈륨 GaN, 질화붕소 BN, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0417] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 ZrO_2/SiO_2 혼합물: $0 \leq x \leq 1$ 인 $Si_xZr_{1-x}O_2$ 을 포함하거나 이것으로 이루어진다. 이 실시형태에서, 제 1 무기 재료 (2) 는 0 내지 14 의 임의의 pH 를 견딜 수 있다. 이는 나노입자 (3) 의 더 나은 보호를 가능하게 한다.

[0418] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 $Si_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ 를 포함하거나 이것으로 이루어진다.

[0419] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 혼합물: $0 < x \leq 1$ 및 $0 < z \leq 3$ 인 $Si_xZr_{1-x}O_z$ 를 포함하거나 이것으로 이루어진다.

[0420] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 HfO_2/SiO_2 혼합물: $0 < x \leq 1$ 및 $0 < z \leq 3$ 인 $Si_xHf_{1-x}O_2$ 를 포함하거나 이것으로 이루어진다.

[0421] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 $Si_{0.8}Hf_{0.2}O_2$ 를 포함하거나 이것으로 이루어진다.

[0422] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물은 적어도 하나 이상의 양전성 (electropositive) 원소 및 O, S, Se, Te, Po 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 칼코겐 음이온으로 이루어진 화학적 화합물이다.

[0423] 일 실시형태에 따르면, 금속성 무기 재료 (2) 는 금, 은, 구리, 바나듐, 백금, 팔라듐, 루테늄, 레늄, 이트륨, 수은, 카드뮴, 오스뮴, 크롬, 탄탈, 망간, 아연, 지르코늄, 니오븀, 몰리브덴, 로듐, 텅스텐, 이리듐, 니켈, 철, 또는 코발트의 그룹에서 선택된다.

[0424] 일 실시형태에 따르면, 탄화물 무기 재료 (2) 의 예는 SiC, WC, BC, MoC, TiC, Al_4C_3, LaC_2, FeC, CoC, HfC, Si_xC_y, W_xC_y, B_xC_y, Mo_xC_y, Ti_xC_y, Al_xC_y, La_xC_y, Fe_xC_y, Co_xC_y, Hf_xC_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0425] 일 실시형태에 따르면, 산화물 무기 재료 (2) 의 예는 SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, Nb_2O_5, CeO_2, BeO, IrO_2, CaO, Sc_2O_3, NiO, Na_2O, BaO, K_2O, PbO, Ag_2O, V_2O_5, TeO_2, MnO, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, GeO_2, As_2O_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, Ta_2O_5, Li_2O, SrO, Y_2O_3, HfO_2, WO_2, MoO_2, Cr_2O_3, Tc_2O_7, ReO_2, RuO_2, Co_3O_4, OsO, RhO_2, Rh_2O_3, PtO, PdO, CuO, Cu_2O, CdO, HgO, Tl_2O, Ga_2O_3, In_2O_3, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, La_2O_3, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, La_2O_3, Sm_2O_3, Eu_2O_3, Tb_4O_7, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, Gd_2O_3, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0426] 일 실시형태에 따르면, 산화물 무기 재료 (2) 의 예는 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화

물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0427] 일 실시형태에 따르면, 질화물 무기 재료 (2) 의 예는 TiN, Si_3N_4, MoN, VN, TaN, Zr_3N_4, HfN, FeN, NbN, GaN, CrN, AlN, InN, Ti_xN_y, Si_xN_y, Mo_xN_y, V_xN_y, Ta_xN_y, Zr_xN_y, Hf_xN_y, Fe_xN_y, Nb_xN_y, Ga_xN_y, Cr_xN_y, Al_xN_y, In_xN_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 x ≠ 0 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0428] 일 실시형태에 따르면, 황화물 무기 재료 (2) 의 예는 Si_ySx, Al_ySx, Ti_ySx, Zr_ySx, Zn_ySx, Mg_ySx, Sn_ySx, Nb_ySx, Ce_ySx, Be_ySx, Ir_ySx, Ca_ySx, Sc_ySx, Ni_ySx, Na_ySx, Ba_ySx, K_ySx, Pb_ySx, Ag_ySx, V_ySx, Te_ySx, Mn_ySx, B_ySx, P_ySx, Ge_ySx, As_ySx, Fe_ySx, Ta_ySx, Li_ySx, Sr_ySx, Y_ySx, Hf_ySx, W_ySx, Mo_ySx, Cr_ySx, Tc_ySx, Re_ySx, Ru_ySx, Co_ySx, Os_ySx, Rh_ySx, Pt_ySx, Pd_ySx, Cu_ySx, Au_ySx, Cd_ySx, Hg_ySx, Tl_ySx, Ga_ySx, In_ySx, Bi_ySx, Sb_ySx, Po_ySx, Se_ySx, Cs_ySx, 혼합된 황화물들, 이들의 혼합된 황화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 x ≠ 0 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 10 의 십진수이다.

[0429] 일 실시형태에 따르면, 할로겐화물 무기 재료 (2) 의 예는 BaF_2, LaF_3, CeF_3, YF_3, CaF_2, MgF_2, PrF_3, AgCl, $MnCl_2$, $NiCl_2$, Hg_2Cl_2, $CaCl_2$, $CsPbCl_3$, AgBr, $PbBr_3$, $CsPbBr_3$, AgI, CuI, PbI, HgI_2, BiI_3, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $CsPbI_3$, $FAPbBr_3$ (FA formamidinium 을 가짐), 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0430] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물 무기 재료 (2) 의 예는 CdO, CdS, CdSe, CdTe, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgO, HgS, HgSe, HgTe, CuO, Cu_2O, CuS, Cu_2S, CuSe, CuTe, Ag_2O, Ag_2S, Ag_2Se, Ag_2Te, Au_2S, PdO, PdS, Pd_4S, PdSe, PdTe, PtO, PtS, PtS_2, PtSe, PtTe, RhO_2, Rh_2O_3, RhS2, Rh_2S_3, $RhSe_2$, Rh_2Se_3, $RhTe_2$, IrO_2, IrS_2, Ir_2S_3, $IrSe_2$, $IrTe_2$, RuO_2, RuS_2, OsO, OsS, OsSe, OsTe, MnO, MnS, MnSe, MnTe, ReO_2, ReS_2, Cr_2O_3, Cr_2S_3, MoO_2, MoS_2, $MoSe_2$, $MoTe_2$, WO_2, WS_2, WSe_2, V_2O_5, V_2S_3, Nb_2O_5, NbS_2, $NbSe_2$, HfO_2, HfS_2, TiO_2, ZrO_2, ZrS_2, $ZrSe_2$, $ZrTe_2$, Sc_2O_3, Y_2O_3, Y_2S_3, SiO_2, GeO_2, GeS, GeS_2, GeSe, $GeSe_2$, GeTe, SnO_2, SnS, SnS_2, SnSe, $SnSe_2$, SnTe, PbO, PbS, PbSe, PbTe, MgO, MgS, MgSe, MgTe, CaO, CaS, SrO, Al_2O_3, Ga_2O_3, Ga_2S_3, Ga_2Se_3, In_2O_3, In_2S_3, In_2Se_3, In_2Te_3, La_2O_3, La_2S_3, CeO_2, CeS_2, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, NdS_2, La_2O_3, Tl_2O, Sm_2O_3, SmS_2, Eu_2O_3, EuS_2, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, Tb_4O_7, TbS_2, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, ErS_2, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, $CuInS_2$, $CuInSe_2$, $AgInS_2$, $AgInSe_2$, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeS, FeS_2, Co_3S_4, CoSe, Co_3O_4, NiO, $NiSe_2$, NiSe, Ni_3Se_4, Gd_2O_3, BeO, TeO_2, Na_2O, BaO, K_2O, Ta_2O_5, Li_2O, Tc_2O_7, As_2O_3, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0431] 일 실시형태에 따르면, 인화물 무기 재료 (2) 의 예는 InP, Cd_3P_2, Zn_3P_2, AlP, GaP, TlP, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0432] 일 실시형태에 따르면, 준금속 무기 재료 (2) 의 예는 Si, B, Ge, As, Sb, Te, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0433] 일 실시형태에 따르면, 금속성 합금 무기 재료 (2) 의 예는 Au-Pd, Au-Ag, Au-Cu, Pt-Pd, Pt-Ni, Cu-Ag, Cu-Sn, Ru-Pt, Rh-Pt, Cu-Pt, Ni-Au, Pt-Sn, Pd-V, Ir-Pt, Au-Pt, Pd-Ag, Cu-Zn, Cr-Ni, Fe-Co, Co-Ni, Fe-Ni 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0434] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 가넷 (garnets) 을 포함한다.

[0435] 일 실시형태에 따르면, 가넷의 예는 $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, $Al_5Lu_3O_{12}$, GAL, GaYAG, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0436] 일 실시형태에 따르면, 세라믹은 결정질 또는 비결정질 세라믹이다. 일 실시형태에 따르면, 세라믹은 산화물 세라믹 및/또는 비산화물 세라믹으로부터 선택된다. 일 실시형태에 따르면, 세라믹은 도자기, 벽돌, 타일, 시멘트 및/또는 유리로부터 선택된다.

[0437] 일 실시형태에 따르면, 돌은 마노 (agate), 아쿠아마린, 아마조나이트, 호박 (amber), 자수정, 아메트린 (ametrine), 엔젤라이트 (angelite), 인회석, 아라고나이트, 은, 애스트러필라이트 (astrophylite), 어벤추린 (aventurine), 남동석, 베릭 (beryk), 규화목, 고동휘석, 옥수 (chalcedony), 방해석, 셀레스틴 (celestine), 차크라 (chakras), 차로아이트 (charoite), 공정석 (chiastolite), 규공작석 (chrysocolla), 녹옥수 (chrysoprase), 황수정 (citrine), 산호 (coral), 코오네타이트 (cornalite), 수정 (rock crystal), 천연구리, 남정석, 댐버라이트 (damburite), 다이아몬드, 취동광 (dioptase), 백운석 (dolomite), 듀모레라이트 (dumorerite), 에메랄드, 형석, 나뭇잎 (foliage), 갈렌 (galene), 가넷, 헬리오트로프 (heliotrope); 적철석 (hematite), 이극석 (hemimorphite), 하울라이트 (howlite), 자소휘석 (hypersthene), 아이올라이트 (iolite), 옥 (jades), 흑옥 (jet), 벽옥 (jasper), 쿤차이트 (kunzite), 조회장석 (labradorite), 청금석 (lazuli lazuli), 라리마 (larimar), 라바 (lava), 레피도라이트 (lepidolite), 마그네티스트 (magnetist), 자철석 (magnetite), 알라카이트 (alachite), 백철석 (marcasite), 운석 (meteorite), 모카이트 (mokaite), 몰다바이트 (moldavite), 모거나이트 (morganite), 진주층 (mother-of-pearl), 흑요석 (obsidian), 응안석 (eye hawk), 아이언 아이 (iron eye), 불스 아이 (bull's eye), 호인석 (tiger eye), 오닉스 트리 (onyx tree), 블랙 오닉스, 오팔, 금, 감람석 (peridot), 월장석 (moonstone), 성광석 (star stone), 태양석 (sun stone), 피터사이트 (pietersite), 포도석 (prehnite), 황철석 (pyrite), 블루 쿼츠 (blue quartz), 스모키 쿼츠 (smoky quartz), 쿼츠, 쿼츠 헤마토이드 (quatz hematoide), 밀키 쿼츠, 로즈 쿼츠, 루틸 쿼츠 (rutile quartz), 망간광 (rhodochrosite), 로도나이트 (rhodonite), 유문암 (rhyolite), 루비, 사파이어, 암염, 셀레나이트 (selenite), 세라피나이트 (seraphinite), 사문석 (serpentine), 샤툭카이트 (shattukite), 시바 링검 (shiva lingam), 순가이트 (shungite), 플린트 (flint), 능아연석 (smithsonite), 방소다석 (sodalite), 스텔라이트 (stealite), 스트로마톨라이트 (straumatolite), 서길라이트 (sugilite), 탄자나이트 (tanzanite), 황옥 (topaz), 전기석 워터멜론 (tourmaline watermelon), 블랙 전기석, 조회붕광 (ulexite), 우나카이트 (unakite), 바리사이트 (variscite), 조이자이트 (zoizite) 로부터 선택된다.

[0438] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 AlyOx, AgyOx, CuyOx, FeyOx, SiyOx, PbyOx, CayOx, MgyOx, ZnyOx, SnyOx, TiyOx, BeyOx, CdS, ZnS, ZnSe, CdZnS, CdZnSe, Au, Na, Fe, Cu, Al, Ag, Mg, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않고; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 x ≠ 0 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 10 의 소수이다.

[0439] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 Al_2O_3, Ag_2O, Cu_2O, CuO, Fe_3O_4, FeO, SiO_2, PbO, CaO, MgO, ZnO, SnO_2, TiO_2, BeO, CdS, ZnS, ZnSe, CdZnS, CdZnSe, Au, Na, Fe, Cu, Al, Ag, Mg, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0440] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 알루미늄 산화물, 은 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 규소 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 티타늄 산화물, 베릴륨 산화물, 아연 황화물, 카드뮴 황화물, 아연 셀레늄, 카드뮴 아연 셀레늄, 카드뮴 아연 황화물, 금, 나트륨, 철, 구리, 알루미늄, 은, 마그네슘, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0441] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물,

홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들, 예컨대 $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, $Al_5Lu_3O_{12}$, GAL, GaYAG 과 같은 가넷, 또는 이들의 혼합물을 포함 (이로 제한되지 않음) 하는 재료를 포함한다.

[0442] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 상기 무기 재료 (2) 의 다수 원소 (majority element) 에 관하여 0 몰%, 1 몰%, 5 몰%, 10 몰%, 15 몰%, 20 몰%, 25몰%, 30 몰%, 35 몰%, 40 몰%, 45 몰%, 50 몰%, 55 몰%, 60몰%, 65 몰%, 70 몰%, 75몰%, 80 몰% 의 적은 양으로 유기 분자를 포함한다.

[0443] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 무기 폴리머를 포함하지 않는다.

[0444] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 SiO_2 를 포함하지 않는다.

[0445] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 순수 SiO_2, 즉 100% SiO_2 로 구성되지 않는다.

[0446] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 SiO_2 를 포함한다.

[0447] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 미만의 SiO_2 를 포함한다.

[0448] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 SiO_2 전구체를 포함한다.

[0449] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 미만의 SiO_2 전구체를 포함한다.

[0450] 일 실시형태에 따르면, SiO_2 전구체의 예는 테트라메틸 오르토실리케이트, 테트라에틸 오르토실리케이트, 폴리디에티옥시실란 (polydiethyoxysilane), 예컨대 n-부틸트리메톡시실란, n-옥틸트리메톡실실란, 옥틸트리메톡실실란, n-도데실트리메톡시실란, n-옥타데실트리메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, 11-메르캅토운데실트리메톡시실란, 3-아미노프로필트리메톡시실란, 11-아미노운데실트리메톡시실란, 3-(2-(2-아미노에틸아미노)에틸아미노)프로필트리메톡시실란, 3-(트리메톡시실일)프로필 메타크릴레이트, 3-(아미노프로필)트리메톡시실란과 같은 n-알킬트리메톡실실란, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0451] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 순수 Al_2O_3, 즉 i.e. Al_2O_3 로 구성되지 않는다.

[0452] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 Al_2O_3 를 포함한다.

[0453] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 미만의 Al_2O_3 를 포함한다.

[0454] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 Al_2O_3 전구체를 포함한다.

[0455] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 미만의 Al_2O_3 전구체를 포함한다.

[0456] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 TiO_2 를 포함하지 않는다.

[0457] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 순수 TiO_2, 즉 100% TiO_2 로 구성되지 않는다.

[0458] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 제올라이트를 포함하지 않는다.

[0459] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 순수 제올라이트, 즉 100% 제올라이트로 구성되지 않는다.

[0460] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 유리를 포함하지 않는다.

[0461] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 유리화된 유리를 포함하지 않는다.

[0462] 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 탄소를 함유하지 않는 폴리머이다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 폴리실란, 폴리실록산 (또는 실리콘), 폴리티아질, 폴리알루미노실리케이트, 폴리게르만, 폴리스타네인 (polystannanes), 폴리보잘린 (polyborazylenes), 폴리포스파젠 (polyphosphazenes), 폴리디클로로포스파젠, 폴리설파이드, 폴리설퍼 (polysulfur) 및/또는 질화물로부터 선택된다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 액정 폴리머이다.

[0463] 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 천연 또는 합성 폴리머이다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 무기 반응, 라디칼 중합, 중축합, 중첨가, 또는 개환 중합 (ROP) 에 의해 합성된다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 호모폴리머 또는 코폴리머이다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 선형, 분지형, 및/또는 가교형이다. 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 아모퍼스, 반결정질 또는 결정질이다.

[0464] 일 실시형태에 따르면, 무기 폴리머는 2,000 g/mol 내지 5.10^6 g/mol, 바람직하게는 5,000 g/mol 내지 4.10^6 g/mol; 6,000 내지 4.10^6; 7,000 내지 4.10^6; 8,000 내지 4.10^6; 9,000 내지 4.10^6; 10,000 내지 4.10^6; 15,000 내지 4.10^6; 20,000 내지 4.10^6; 25,000 내지 4.10^6; 30,000 내지 4.10^6; 35,000 내지 4.10^6; 40,000 내지 4.10^6; 45,000 내지 4.10^6; 50,000 내지 4.10^6; 55,000 내지 4.10^6; 60,000 내지 4.10^6; 65,000 내지 4.10^6; 70,000 내지 4.10^6; 75,000 내지 4.10^6; 80,000 내지 4.10^6; 85,000 내지 4.10^6; 90,000 내지 4.10^6; 95,000 내지 4.10^6; 100,000 내지 4.10^6; 200,000 내지 4.10^6; 300,000 내지 4.10^6; 400,000 내지 4.10^6; 500,000 내지 4.10^6; 600,000 내지 4.10^6; 700,000 내지 4.10^6; 800,000 내지 4.10^6; 900,000 내지 4.10^6; 1.10^6 내지 4.10^6; 2.10^6 내지 4.10^6; 3.10^6 g/mol 내지 4.10^6 g/mol 의 평균 분자량을 갖는다.

[0465] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 추가적인 헤테로원소를 포함하고, 상기 추가적인 헤테로원소는 Cd, S, Se, Zn, In, Te, Hg, Sn, Cu, N, Ga, Sb, Tl, Mo, Pd, Ce, W, Co, Mn, Si, Ge, B, P, Al, As, Fe, Ti, Zr, Ni, Ca, Na, Ba, K, Mg, Pb, Ag, V, Be, Ir, Sc, Nb, Ta 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 헤테로원소는 가열 단계 동안 복합 입자 (1) 내에서 확산할 수 있다. 헤테로원소들은 복합 입자 (1) 내부에 나노클러스터들을 형성할 수 있다. 이 원소들은 가열 단계 동안 상기 복합 입자 (1) 의 특정 특성의 저하를 제한하고, 그리고/또는 양호한 열 전도체라면 열을 배출하고, 그리고/또는 전하를 배출할 수 있다.

[0466] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 상기 무기 재료 (2) 의 다수 원소에 관하여 0 몰%, 1 몰%, 5 몰%, 10 몰%, 15 몰%, 20 몰%, 25 몰%, 30몰%, 35 몰%, 40 몰%, 45 몰%, 50 몰% 의 적은 양으로 추가적인 헤테로원소를 포함한다.

[0467] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 Al_2O_3, SiO_2, MgO, ZnO, ZrO_2, TiO_2, IrO_2, SnO_2, BaO, $BaSO_4$, BeO, CaO, CeO_2, CuO, Cu_2O, DyO_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, GeO_2, HfO_2, Lu_2O_3, Nb_2O_5, Sc_2O_3, TaO_5, TeO_2, 또는 Y_2O_3 추가적인 나노입자를 포함한다. 이 추가적인 나노입자는 양호한 열 전도체라면 열을 배출하고, 그리고/또는 전하를 배출하고, 그리고/또는 입사광을 산란시킬 수 있다.

[0468] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 복합 입자 (1) 에 비해 중량으로 적어도 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm, 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm, 1000 ppm, 1100 ppm, 1200 ppm, 1300 ppm, 1400 ppm, 1500 ppm, 1600 ppm, 1700 ppm, 1800 ppm, 1900 ppm, 2000 ppm, 2100 ppm, 2200 ppm, 2300 ppm, 2400 ppm, 2500 ppm, 2600 ppm, 2700 ppm, 2800 ppm, 2900 ppm, 3000 ppm, 3100 ppm, 3200 ppm, 3300 ppm, 3400 ppm, 3500 ppm, 3600 ppm, 3700 ppm, 3800 ppm, 3900 ppm, 4000 ppm, 4100 ppm, 4200 ppm, 4300 ppm, 4400 ppm, 4500 ppm, 4600 ppm, 4700 ppm, 4800 ppm, 4900 ppm, 5000 ppm, 5100 ppm, 5200 ppm, 5300 ppm, 5400 ppm, 5500 ppm, 5600 ppm, 5700 ppm, 5800 ppm, 5900 ppm, 6000 ppm, 6100 ppm, 6200 ppm, 6300 ppm, 6400 ppm, 6500 ppm, 6600 ppm, 6700 ppm, 6800 ppm, 6900 ppm, 7000 ppm, 7100 ppm, 7200 ppm, 7300 ppm, 7400

ppm, 7500 ppm, 7600 ppm, 7700 ppm, 7800 ppm, 7900 ppm, 8000 ppm, 8100 ppm, 8200 ppm, 8300 ppm, 8400 ppm, 8500 ppm, 8600 ppm, 8700 ppm, 8800 ppm, 8900 ppm, 9000 ppm, 9100 ppm, 9200 ppm, 9300 ppm, 9400 ppm, 9500 ppm, 9600 ppm, 9700 ppm, 9800 ppm, 9900 ppm, 10000 ppm, 10500 ppm, 11000 ppm, 11500 ppm, 12000 ppm, 12500 ppm, 13000 ppm, 13500 ppm, 14000 ppm, 14500 ppm, 15000 ppm, 15500 ppm, 16000 ppm, 16500 ppm, 17000 ppm, 17500 ppm, 18000 ppm, 18500 ppm, 19000 ppm, 19500 ppm, 20000 ppm, 30000 ppm, 40000 ppm, 50000 ppm, 60000 ppm, 70000 ppm, 80000 ppm, 90000 ppm, 100000 ppm, 110000 ppm, 120000 ppm, 130000 ppm, 140000 ppm, 150000 ppm, 160000 ppm, 170000 ppm, 180000 ppm, 190000 ppm, 200000 ppm, 210000 ppm, 220000 ppm, 230000 ppm, 240000 ppm, 250000 ppm, 260000 ppm, 270000 ppm, 280000 ppm, 290000 ppm, 300000 ppm, 310000 ppm, 320000 ppm, 330000 ppm, 340000 ppm, 350000 ppm, 360000 ppm, 370000 ppm, 380000 ppm, 390000 ppm, 400000 ppm, 410000 ppm, 420000 ppm, 430000 ppm, 440000 ppm, 450000 ppm, 460000 ppm, 470000 ppm, 480000 ppm, 490000 ppm, 또는 500000 ppm 의 수준의 적은 양으로 추가적인 나노입자를 포함한다.

[0469] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 450 nm 에서 1.0 내지 3.0, 1.2 내지 2.6, 1.4 내지 2.0 의 굴절률을 갖는다.

[0470] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 는 450 nm 에서 적어도 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 또는 3.0 의 굴절률을 갖는다.

[0471] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 50 ㎛, 40 ㎛, 30 ㎛, 20 ㎛, 10 ㎛, 1 ㎛, 950 nm, 900 nm, 850 nm, 800 nm, 750 nm, 700 nm, 650 nm, 600 nm, 550 nm, 500 nm, 450 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 250 nm 미만, 또는 200 nm 미만의 파장을 갖는 입사광을 흡수한다.

[0472] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 발광 나노입자이다.

[0473] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 형광 나노입자이다.

[0474] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 인광 나노입자이다.

[0475] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 화학발광성 나노입자이다.

[0476] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 마찰발광성 나노입자이다.

[0477] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 400 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다.

[0478] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 400 nm 내지 500 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 발광 나노입자는 청색 광을 방출한다.

[0479] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 발광 나노입자는 녹색 광을 방출한다.

[0480] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 560 nm 내지 590 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 발광 나노입자는 황색 광을 방출한다.

[0481] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 590 nm 내지 750 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 발광 나노입자는 적색 광을 방출한다.

[0482] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 750 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 발광 나노입자는 근적외선, 중적외선, 또는 적외선 광을 방출한다.

[0483] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 90 nm, 80nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙드럼들을 나타낸다.

[0484] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙드럼들을 나타낸다.

[0485] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 엄격하게 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼들을 나타낸다.

[0486] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 엄격하게 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼들을 나타낸다.

[0487] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 99% 또는 100% 의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 을 갖는다.

[0488] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자들은 적어도 0.1 나노초, 0.2 나노초, 0.3 나노초, 0.4 나노초, 0.5 나노초, 0.6 나노초, 0.7 나노초, 0.8 나노초, 0.9 나노초, 1 나노초, 2 나노초, 3 나노초, 4 나노초, 5 나노초, 6 나노초, 7 나노초, 8 나노초, 9 나노초, 10 나노초, 11 나노초, 12 나노초, 13 나노초, 14 나노초, 15 나노초, 16 나노초, 17 나노초, 18 나노초, 19 나노초, 20 나노초, 21 나노초, 22 나노초, 23 나노초, 24 나노초, 25 나노초, 26 나노초, 27 나노초, 28 나노초, 29 나노초, 30 나노초, 31 나노초, 32 나노초, 33 나노초, 34 나노초, 35 나노초, 36 나노초, 37 나노초, 38 나노초, 39 나노초, 40 나노초, 41 나노초, 42 나노초, 43 나노초, 44 나노초, 45 나노초, 46 나노초, 47 나노초, 48 나노초, 49 나노초, 50 나노초, 100 나노초, 150 나노초, 200 나노초, 250 나노초, 300 나노초, 350 나노초, 400 나노초, 450 나노초, 500 나노초, 550 나노초, 600 나노초, 650 나노초, 700 나노초, 750 나노초, 800 나노초, 850 나노초, 900 나노초, 950 나노초, 또는 1 마이크로초의 평균 형광 수명을 갖는다.

[0489] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 반도체 나노입자이다.

[0490] 일 실시형태에 따르면, 발광 나노입자는 반도체 나노결정 (nanocrystal) 이다.

[0491] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 플라스몬성 나노입자이다.

[0492] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 자성 나노입자이다.

[0493] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 강자성 나노입자이다.

[0494] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 상자성 나노입자이다.

[0495] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 초상자성 나노입자이다.

[0496] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 반자성 나노입자이다.

[0497] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 촉매 나노입자이다.

[0498] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 광전지 특성을 갖는다.

[0499] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 초전기 나노입자이다.

[0500] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 강유전성 나노입자이다.

[0501] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 광산란성 나노입자이다.

[0502] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 전기 절연성이다.

[0503] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 전기 전도성이다.

[0504] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 표준 조건에서 $1X10^{-20}$ 내지 10^{7} S/m, 바람직하게는 $1X10^{-15}$ 내지 5 S/m, 더 바람직하게는 $1X10^{-7}$ 내지 1 S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0505] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 표준 조건에서 적어도 $1X10^{-20}$ S/m, $0.5X10^{-19}$ S/m, $1X10^{-19}$ S/m, $0.5X10^{-18}$ S/m, $1X10^{-18}$ S/m, $0.5X10^{-17}$ S/m, $1X10^{-17}$ S/m, $0.5X10^{-16}$ S/m, $1X10^{-16}$ S/m, $0.5X10^{-15}$ S/m, $1X10^{-15}$ S/m, $0.5X10^{-14}$ S/m, $1X10^{-14}$ S/m, $0.5X10^{-13}$ S/m, $1X10^{-13}$ S/m, $0.5X10^{-12}$ S/m, $1X10^{-12}$ S/m, $0.5X10^{-11}$ S/m, $1X10^{-11}$ S/m, $0.5X10^{-10}$ S/m, $1X10^{-10}$ S/m, $0.5X10^{-9}$ S/m, $1X10^{-9}$ S/m, $0.5X10^{-8}$ S/m, $1X10^{-8}$ S/m, $0.5X10^{-7}$ S/m, $1X10^{-7}$ S/m, $0.5X10^{-6}$ S/m, $1X10^{-6}$ S/m, $0.5X10^{-5}$ S/m, $1X10^{-5}$ S/m, $0.5X10^{-4}$ S/m, $1X10^{-4}$ S/m,

$0.5X10^{-3}$ S/m, $1X10^{-3}$ S/m, $0.5X10^{-2}$ S/m, $1X10^{-2}$ S/m, $0.5X10^{-1}$ S/m, $1X10^{-1}$ S/m, 0.5 S/m, 1 S/m, 1.5 S/m, 2 S/m, 2.5 S/m, 3 S/m, 3.5 S/m, 4 S/m, 4.5 S/m, 5 S/m, 5.5 S/m, 6 S/m, 6.5 S/m, 7 S/m, 7.5 S/m, 8 S/m, 8.5 S/m, 9 S/m, 9.5 S/m, 10 S/m, 50 S/m, 10^2 S/m, $5X10^2$ S/m, 10^3 S/m, $5X10^3$ S/m, 10^4 S/m, $5X10^4$ S/m, 10^5 S/m, $5X10^5$ S/m, 10^6 S/m, $5X10^6$ S/m, 또는 10^7 S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0506] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 전기 전도도는 예컨대 임피던스 분광계로 측정될 수 있다.

[0507] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 열 전도성이다.

[0508] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0509] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440

W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0510] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 열 전도율은 정상 상태 방법 또는 과도 상태 방법에 의해 측정될 수 있다.

[0511] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 열 절연성이다.

[0512] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 국부적인 고온 가열 시스템이다.

[0513] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 유전성 나노입자이다.

[0514] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 압전 나노입자이다.

[0515] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 표면에 부착된 리간드는 무기 재료 (2) 와 접촉한다. 이 실시형태에서, 상기 나노입자 (3) 는 무기 재료 (2) 에 링크되고, 상기 나노입자 (3) 로부터 전하는 배출될 수 있다. 이는 전하에 기인할 수 있는 나노입자 (3) 표면에서의 반응을 방지한다.

[0516] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 소수성이다.

[0517] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 친수성이다.

[0518] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 수성 용매, 유기 용매 및/또는 이들의 혼합물에 분산될 수 있다.

[0519] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 적어도 0.5 nm, 1 nm, 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 10 nm, 11 nm, 12 nm, 13 nm, 14 nm, 15 nm, 16 nm, 17 nm, 18 nm, 19 nm, 20 nm, 21 nm, 22 nm, 23 nm, 24 nm, 25 nm, 26 nm, 27 nm, 28 nm, 29 nm, 30 nm, 31 nm, 32 nm, 33 nm, 34 nm, 35 nm, 36 nm, 37 nm, 38 nm, 39 nm, 40 nm, 41 nm, 42 nm, 43 nm, 44 nm, 45 nm, 46 nm, 47 nm, 48 nm, 49 nm, 50 nm, 55 nm, 60 nm, 65 nm, 70 nm, 75 nm, 80 nm, 85 nm, 90 nm, 95 nm, 100 nm, 105 nm, 110 nm, 115 nm, 120 nm, 125 nm, 130 nm, 135 nm, 140 nm, 145 nm, 150 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 평균 크기를 갖는다.

[0520] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 최대 치수는 적어도 5 nm, 10 nm, 15 nm, 20 nm, 25 nm, 30 nm, 35 nm, 40 nm, 45 nm, 50 nm, 55 nm, 60 nm, 65 nm, 70 nm, 75 nm, 80 nm, 85 nm, 90 nm, 95 nm, 100 nm, 105 nm, 110 nm, 115 nm, 120 nm, 125 nm, 130 nm, 135 nm, 140 nm, 145 nm, 150 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5

㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 이다.

[0521] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 최소 치수는 적어도 0.5 ㎚, 1 ㎚, 1.5 ㎚, 1.5 ㎚, 2 ㎚, 2.5 ㎚, 3 ㎚, 3.5 ㎚, 4 ㎚, 4.5 ㎚, 5 ㎚, 5.5 ㎚, 6 ㎚, 6.5 ㎚, 7 ㎚, 7.5 ㎚, 8 ㎚, 8.5 ㎚, 9 ㎚, 9.5 ㎚, 10 ㎚, 10.5 ㎚, 11 ㎚, 11.5 ㎚, 12 ㎚, 12.5 ㎚, 13 ㎚, 13.5 ㎚, 14 ㎚, 14.5 ㎚, 15 ㎚, 15.5 ㎚, 16 ㎚, 16.5 ㎚, 17 ㎚, 17.5 ㎚, 18 ㎚, 18.5 ㎚, 19 ㎚, 19.5 ㎚, 20 ㎚, 30 ㎚, 40 ㎚, 50 ㎚, 60 ㎚, 70 ㎚, 80 ㎚, 90 ㎚, 100 ㎚, 110 ㎚, 120 ㎚, 130 ㎚, 140 ㎚, 150 ㎚, 160 ㎚, 170 ㎚, 180 ㎚, 190 ㎚, 200 ㎚, 210 ㎚, 220 ㎚, 230 ㎚, 240 ㎚, 250 ㎚, 260 ㎚, 270 ㎚, 280 ㎚, 290 ㎚, 300 ㎚, 350 ㎚, 400 ㎚, 450 ㎚, 500 ㎚, 550 ㎚, 600 ㎚, 650 ㎚, 700 ㎚, 750 ㎚, 800 ㎚, 850 ㎚, 900 ㎚, 950 ㎚, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 이다.

[0522] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 최소 치수는 상기 나노입자 (3) 의 최대 치수보다 적어도 1.5; 적어도 2; 적어도 2.5; 적어도 3; 적어도 3.5; 적어도 4; 적어도 4.5; 적어도 5; 적어도 5.5; 적어도 6; 적어도 6.5; 적어도 7; 적어도 7.5; 적어도 8; 적어도 8.5; 적어도 9; 적어도 9.5; 적어도 10; 적어도 10.5; 적어도 11; 적어도 11.5; 적어도 12; 적어도 12.5; 적어도 13; 적어도 13.5; 적어도 14; 적어도 14.5; 적어도 15; 적어도 15.5; 적어도 16; 적어도 16.5; 적어도 17; 적어도 17.5; 적어도 18; 적어도 18.5; 적어도 19; 적어도 19.5; 적어도 20; 적어도 25; 적어도 30; 적어도 35; 적어도 40; 적어도 45; 적어도 50; 적어도 55; 적어도 60; 적어도 65; 적어도 70; 적어도 75; 적어도 80; 적어도 85; 적어도 90; 적어도 95; 적어도 100, 적어도 150, 적어도 200, 적어도 250, 적어도 300, 적어도 350, 적어도 400, 적어도 450, 적어도 500, 적어도 550, 적어도 600, 적어도 650, 적어도 700, 적어도 750, 적어도 800, 적어도 850, 적어도 900, 적어도 950, 또는 적어도 1000 의 인자 (종횡비) 만큼 더 작다.

[0523] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 다분산이다.

[0524] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 단분산이다.

[0525] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 좁은 크기 분포를 갖는다.

[0526] 일 실시형태에 따르면, 통계적 나노입자들 (3) 세트의 최소 치수에 대한 크기 분포는 상기 최소 치수의 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 또는 40% 미만이다.

[0527] 일 실시형태에 따르면, 통계적 나노입자들 (3) 세트의 최대 치수에 대한 크기 분포는 상기 최대 치수의 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 또는 40% 미만이다.

[0528] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 중공형이다.

[0529] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 중공형이 아니다.

[0530] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 등방성이다.

[0531] 일 실시형태에 따르면, 등방성 나노입자 (3) 의 형상의 예는 (도 2 에 도시된 바와 같은) 구 (31), 패싯형 구, 프리즘, 다면체, 또는 입방형 형상을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0532] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 구형이 아니다.

[0533] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 이방성이다.

[0534] 일 실시형태에 따르면, 이방성 나노입자 (3) 의 형상의 예는 로드, 와이어, 니들, 바아, 벨트, 콘, 또는 다면체 형상을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0535] 일 실시형태에 따르면, 이방성 나노입자 (3) 의 분지형 형상의 예는 모노포드, 바이포드, 트리포드, 테트라포드, 스타, 또는 옥토포드 형상을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0536] 일 실시형태에 따르면, 이방성 나노입자 (3) 의 복잡한 형상의 예는 눈송이, 꽃, 가시, 반구, 콘, 성게 (urchin), 섬질 (filamentous) 입자, 양면 오목 원반 (biconcave discoid), 벌레, 나무, 덴드라이트, 목걸이, 또는 체인을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0537] 일 실시형태에 따르면, 도 3 에 도시된 것처럼, 나노입자 (3) 는 2D 형상 (32) 을 갖는다.

[0538] 일 실시형태에 따르면, 2D 나노입자 (32) 의 형상의 예는 시트, 플레이트렛, 플레이트, 리본, 벽, 플레이트 삼각형, 정사각형, 오각형, 육각형, 디스크 또는 링을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0539] 일 실시형태에 따르면, 나노플레이트렛은 나노디스크와 다르다.

[0540] 일 실시형태에 따르면, 나노플레이트렛은 디스크 또는 나노디스크와 다르다.

[0541] 일 실시형태에 따르면, 나노시트 및 나노플레이트렛는 디스크 또는 나노디스크가 아니다. 이 실시형태에서, 상기 나노시트 또는 나노플레이트렛의 두께 (폭, 길이) 이외의 다른 치수를 따른 섹션은 정사각형 또는 직사각형인 반면, 디스크 또는 나노디스크의 경우 원형 또는 타원형이다.

[0542] 일 실시형태에 따르면, 나노시트 및 나노플레이트렛는 디스크 또는 나노디스크가 아니다. 이 실시형태에서, 상기 나노시트 및 나노플레이트렛의 치수의 어느 것도 디스크 또는 나노디스크와 반하여 반장축 및 반단축의 크기 또는 직경으로 정의될 수 없다.

[0543] 일 실시형태에 따르면, 나노시트 및 나노플레이트렛는 디스크 또는 나노디스크가 아니다. 이 실시형태에서, 상기 나노시트 또는 나노플레이트렛의 두께 (길이, 폭) 이외의 다른 치수를 따른 모든 점에서의 곡률은 10 μm^{-1} 미만인 반면, 디스크 또는 나노디스크의 경우 곡률은 적어도 하나의 점에서 우수하다.

[0544] 일 실시형태에 따르면, 나노시트 및 나노플레이트렛는 디스크 또는 나노디스크가 아니다. 이 실시형태에서, 상기 나노시트 또는 나노플레이트렛의 두께 (길이, 폭) 이외의 다른 치수를 따른 적어도 하나의 점에서의 곡률은 10 μm^{-1} 미만인 반면, 디스크 또는 나노디스크의 경우 곡률은 모든 점에서 10 μm^{-1} 보다 우수하다.

[0545] 일 실시형태에 따르면, 나노플레이트렛은 양자점 또는 구형 나노결정과 다르다. 양자점은 구형이고, 즉 3D 형상을 가지며 3 개의 공간 차원 모두에서의 여기자의 한정을 허용하는 반면, 나노플레이트렛은 2D 형상을 가지며 하나의 차원에서의 여기자의 한정을 허용하고 다른 두 차원에서의 자유 전파를 허용한다. 이는 뚜렷한 전자적 및 광학적 특성을 초래하고, 예컨대 반도체 플레이트렛의 전형적인 광루미네선스 감쇠 시간은 구형 양자

점의 경우보다 1 자릿수 더 빠르고, 반도체 플레이트렛은 또한 구형 양자점의 경우보다 훨씬 더 낮은 반치전폭(FWHM)을 갖는 예외적으로 좁은 광학 특징을 보인다.

[0546] 일 실시형태에 따르면, 나노플레이트렛은 나노로드 또는 나노와이어와 다르다. 나노로드 (또는 나노와이어)는 1D 형상을 가지며 두 공간 차원에서의 여기자의 한정을 허용하는 반면, 나노플레이트렛은 2D 형상을 가지며 하나의 차원에서의 여기자의 한정을 허용하고 다른 두 차원에서의 자유 전파를 허용한다. 이는 뚜렷한 전자적 및 광학적 특성을 초래한다.

[0547] 일 실시형태에 따르면, ROHS 준수 복합 입자 (1) 를 얻기 위해, 상기 복합 입자 (1) 는 반도체 양자점보다 오히려 반도체 나노플레이트렛을 포함한다. 실제로, 직경 d 를 갖는 반도체 양자점 및 두께 d/2 를 갖는 반도체 나노플레이트렛에 대해 동일한 방출 피크 위치가 얻어지고; 따라서 동일한 방출 피크 위치에 대해, 반도체 나노플레이트렛은 중량에서 반도체 양자점보다 카드뮴을 덜 포함한다. 또한, CdS 코어가 코어/셸 양자점 또는 코어/셸 (또는 코어/크라운) 나노플레이트렛에 포함된다면, 코어/셸 (또는 코어/크라운) 나노플레이트렛의 경우 카드뮴이 없는 셸 층의 가능성이 더 많고; 따라서, CdS 코어를 갖는 코어/셸 (또는 코어/크라운) 나노플레이트렛은 CdS 코어를 갖는 코어/셸 양자점보다 중량에서 카드뮴을 덜 포함할 수 있다. CdS 와 non-카드뮴 셸 사이의 격자 차이가 양자점이 유지하기에 너무 중요하다. 마지막으로, 반도체 나노플레이트렛은 반도체 양자점보다 더 양호한 흡수 특성을 가지므로, 중량에서 반도체 나노플레이트렛에 카드뮴이 덜 필요하게 된다.

[0548] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 원자적으로 편평하다. 이 실시형태에서, 원자적으로 평평한 나노입자 (3) 는 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0549] 일 실시형태에 따르면, 도 5A 에 도시된 것처럼, 나노입자 (3) 는 셸이 없는 코어 나노입자 (33) 이다.

[0550] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 적어도 하나의 원자적으로 편평한 코어 나노입자 (3) 를 포함한다. 이 실시형태에서, 원자적으로 편평한 코어는 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0551] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 재료 층을 포함하는 적어도 하나의 셸 (34) 로 부분적으로 또는 전적으로 덮인다.

[0552] 일 실시형태에 따르면, 도 5B-C 및 도 5F-G 에 도시된 것처럼, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 셸 (34, 35) 로 덮인다.

[0553] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 셸 (34, 35) 은 적어도 0.1 nm, 0.2 nm, 0.3 nm, 0.4 nm, 0.5 nm, 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 또는 500 nm 의 두께를 갖는다.

[0554] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 및 셸 (34) 은 동일한 재료로 구성된다.

[0555] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 및 셸 (34) 은 적어도 2 개의 상이한 재료로 구성된다.

[0556] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 형광 코어이다.

[0557] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 형광 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 자성 코어이다.

[0558] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 형광 재료, 유전성 재료 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 플라스몬성 코어이다.

[0559] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 유전성 코어이다.

[0560] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 압전성 코어이다.

[0561] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 초전기성 코어이다.

[0562] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 강유전성 코어이다.

[0563] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 광 산란 코어이다.

[0564] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 전기 절연 코어이다.

[0565] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 열 절연 코어이다.

[0566] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료 또는 열 절연 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 셸 (34) 로 덮인 촉매 코어이다.

[0567] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자이고, 코어 (33) 는 절연체 셸 (36) 로 덮인다. 이 실시형태에서, 절연체 셸 (36) 은 코어들 (33) 의 응집을 방지한다.

[0568] 일 실시형태에 따르면, 절연체 셸 (36) 은 적어도 0.1 nm, 0.2 nm, 0.3 nm, 0.4 nm, 0.5 nm, 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm 또는 500 nm 의 두께를 갖는다.

[0569] 일 실시형태에 따르면, 도 5D 및 도 5H 에 도시된 것처럼, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/셸 (34, 35, 36) 나노입자이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 셸 (34, 35) 및 절연체 셸 (36) 로 덮인다.

[0570] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 셸들 (34, 35, 36) 은 동일한 재료로 구성될 수 있다.

[0571] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 셸들 (34, 35, 36) 은 적어도 2 개의 상이한 재료들로 구성될 수 있다.

[0572] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 셸들 (34, 35, 36) 은 동일한 두께를 가질 수 있다.

[0573] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 셸들 (34, 35, 36) 은 상이한 두께를 가질 수 있다.

[0574] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 각각의 셸 (34, 35, 36) 은 코어 (33) 를 따라 내내 균질한 두께를 갖고, 즉 각각의 셸 (34, 35, 36) 은 코어 (33) 를 따라 내내 동일한 두께를 갖는다.

[0575] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 코어 (33) 를 덮는 각각의 셸 (34, 35, 36) 은 코어 (33) 를 따라 불균질한 두께를 갖고, 즉 상기 두께는 코어 (33) 를 따라 변한다.

[0576] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/절연체 셸 (36) 나노입자이고, 절연체 셸 (36) 의 예는 비-다공성 SiO_2, 메조포러스 SiO_2, 비-다공성 MgO, 메조포러스 MgO, 비-다공성 ZnO, 메조포러스 ZnO, 비-다공성 Al_2O_3, 메조포러스 Al_2O_3, 비-다공성 ZrO_2, 메조포러스 ZrO_2, 비-다공성 TiO_2, 메조포러스 TiO_2, 비-다공성 SnO_2, 메조포러스 SnO_2, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 상기 절연체 셸 (36) 은 산화에 대한 보충 배리어로서 역할하며, 양호한 열 전도체라면 열을 배출할 수 있다.

[0577] 일 실시형태에 따르면, 도 5E 에 도시된 것처럼, 나노입자 (3) 는 2D 구조를 갖는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인다.

[0578] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 재료 층을 포함하는 크라운 (37) 으로 덮인다.

[0579] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 및 크라운 (37) 은 동일한 재료로 구성된다.

[0580] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 및 크라운 (37) 은 적어도 2 개의 상이한 재료로 구성된다.

[0581] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 형광 코어이다.

[0582] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 형광 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 자성 코어이다.

[0583] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 형광 재료, 유전성 재료 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 플라스몬성 코어이다.

[0584] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 유전성 코어이다.

[0585] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 압전성 코어이다.

[0586] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 초전기성 코어이다.

[0587] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 강유전성 코어이다.

[0588] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 전기 절연 재료, 열 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 광 산란 코어이다.

[0589] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 열 절연

재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 전기 절연 코어이다.

[0590] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 또는 촉매 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 열 절연 코어이다.

[0591] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 자성 재료, 플라스몬성 재료, 유전성 재료, 형광 재료, 압전성 재료, 초전기성 재료, 강유전성 재료, 광 산란 재료, 전기 절연 재료, 또는 열 절연 재료의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 크라운 (37) 으로 덮인 촉매 코어이다.

[0592] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자이고, 코어 (33) 는 절연체 크라운으로 덮인다. 이 실시형태에서, 절연체 크라운은 코어들 (33) 의 응집을 방지한다.

[0593] 일 실시형태에 따르면, 도 4 에 도시된 것처럼, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 상이한 나노입자들 (31, 32) 의 조합을 포함한다. 이 실시형태에서, 결과적인 복합 입자 (1) 는 상이한 특성을 나타낼 것이다.

[0594] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 자성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0595] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 상기 발광 나노입자들은 상이한 방출 파장을 갖는다.

[0596] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 적색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하여서, 청색 LED 와 짝을 이루는 복합 입자 (1) 는 백색 광 방출기일 것이다.

[0597] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 400 내지 490 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 적색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함하여서, 복합 입자 (1) 는 백색 광 방출기일 것이다.

[0598] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 400 내지 490 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함한다.

[0599] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 3 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 상기 발광 나노입자들은 상이한 방출 파장 또는 색을 방출한다.

[0600] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 3 개의 상이한 발광 나노입자들을 포함하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 400 내지 490 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 500 내지 560 nm 의 파장에서 방출하고, 적어도 하나의 발광 나노입자는 600 내지 2500 nm 의 파장에서 방출한다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자, 및 가시 스펙트럼의 적색 영역에서 방출하는 적어도 하나의 발광 나노입자를 포함한다.

[0601] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 자성 나노입자, 및 발광 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0602] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 플라스몬성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성

나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0603] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 유전성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0604] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 압전 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0605] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 초전기 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0606] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 강유전성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0607] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 광산란성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0608] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 전기 절연성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 열 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0609] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 열 절연성 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 또는 촉매 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0610] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 촉매 나노입자, 및 발광 나노입자, 자성 나노입자, 유전성 나노입자, 플라스몬성 나노입자, 압전 나노입자, 초전기 나노입자, 강유전성 나노입자, 광산란성 나노입자, 전기 절연성 나노입자, 또는 열 절연성 나노입자의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0611] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 셸이 없는 적어도 하나의 나노입자 (3), 및 코어 (33)/셸 (34) 나노입자 (3) 및 코어 (33)/절연체 셸 (36) 나노입자 (3) 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0612] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 코어 (33)/셸 (34) 나노입자 (3), 및 셸이 없는 나노입자 (3) 및 코어 (33)/절연체 셸 (36) 나노입자 (3) 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0613] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 코어 (33)/절연체 셸 (36) 나노입자 (3), 및 셸이 없는 나노입자 (3) 및 코어 (33)/셸 (34) 나노입자 (3) 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0614] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 2 개의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0615] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 10 개 이상의 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0616] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 11, 적어도 12, 적어도 13, 적어도 14, 적어도 15, 적어도 16, 적어도 17, 적어도 18, 적어도 19, 적어도 20, 적어도 21, 적어도 22, 적어도 23, 적어도 24, 적어도 25, 적어도 26, 적어도 27, 적어도 28, 적어도 29, 적어도 30, 적어도 31, 적어도 32, 적어도 33, 적어도 34, 적어도

35, 적어도 36, 적어도 37, 적어도 38, 적어도 39, 적어도 40, 적어도 41, 적어도 42, 적어도 43, 적어도 44, 적어도 45, 적어도 46, 적어도 47, 적어도 48, 적어도 49, 적어도 50, 적어도 51, 적어도 52, 적어도 53, 적어도 54, 적어도 55, 적어도 56, 적어도 57, 적어도 58, 적어도 59, 적어도 60, 적어도 61, 적어도 62, 적어도 63, 적어도 64, 적어도 65, 적어도 66, 적어도 67, 적어도 68, 적어도 69, 적어도 70, 적어도 71, 적어도 72, 적어도 73, 적어도 74, 적어도 75, 적어도 76, 적어도 77, 적어도 78, 적어도 79, 적어도 80, 적어도 81, 적어도 82, 적어도 83, 적어도 84, 적어도 85, 적어도 86, 적어도 87, 적어도 88, 적어도 89, 적어도 90, 적어도 91, 적어도 92, 적어도 93, 적어도 94, 적어도 95, 적어도 96, 적어도 97, 적어도 98, 적어도 99, 적어도 100, 적어도 200, 적어도 300, 적어도 400, 적어도 500, 적어도 600, 적어도 700, 적어도 800, 적어도 900, 적어도 1000, 적어도 1500, 적어도 2000, 적어도 2500, 적어도 3000, 적어도 3500, 적어도 4000, 적어도 4500, 적어도 5000, 적어도 5500, 적어도 6000, 적어도 6500, 적어도 7000, 적어도 7500, 적어도 8000, 적어도 8500, 적어도 9000, 적어도 9500, 적어도 10000, 적어도 15000, 적어도 20000, 적어도 25000, 적어도 30000, 적어도 35000, 적어도 40000, 적어도 45000, 적어도 50000, 적어도 55000, 적어도 60000, 적어도 65000, 적어도 70000, 적어도 75000, 적어도 80000, 적어도 85000, 적어도 90000, 적어도 95000, 또는 적어도 100000 나노입자 (3) 를 포함한다.

[0617] 바람직한 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 발광 나노입자 및 적어도 하나의 플라스몬성 나노입자를 포함한다.

[0618] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자 (3) 의 수는 무기 재료 (2) 및 나노입자 (3) 의 생산을 허용하는 화학 종들 사이의 몰비 또는 질량비에 주로 의존한다.

[0619] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 중량으로 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 의 복합 입자 (1) 를 나타낸다.

[0620] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에서의 나노입자들 (3) 의 로딩 차지 (loading charge) 는 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 이다.

[0621] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에서의 무기 나노입자들 (3) 의 로딩 차지는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 미만이다.

[0622] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 물리적 포착 (physical entrapment) 또는 정전기적 인력을 통해 복합 입자 (1) 에 캡슐화되지 않는다.

[0623] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 및 무기 재료 (2) 는 정전기적 인력 또는 작용화된 실란계 커플링제에 의해 결합되거나 링크되지 않는다.

[0624] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 응집되지 않는다.

[0625] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%,

0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 의 패킹 분율을 갖는다.

[0626] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 터치하지 않고, 접촉하지 않는다.

[0627] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 무기 재료 (2) 에 의해 분리된다.

[0628] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 개별적으로 입증될 수 있다.

[0629] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 개별적으로 입증될 수 있다.

[0630] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 에 균일하게 분사된다.

[0631] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 내에 균일하게 분산된다.

[0632] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 내에 분산된다.

[0633] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 내에 균일하게 그리고 고르게 분산된다.

[0634] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 내에 고르게 분산된다.

[0635] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 은 상기 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 내에 균질하게 분산된다.

[0636] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (2) 에의 나노입자 (3) 의 분산은 링 또는 단층의 형상을 갖지 않는다.

[0637] 일 실시형태에 따르면, 복수의 나노입자들의 각각의 나노입자 (3) 는 그의 인접한 나노입자 (3) 로부터 평균 최소 거리만큼 이격된다.

[0638] 일 실시형태에 따르면, 두 나노입자 (3) 사이의 평균 최소 거리는 제어된다.

[0639] 일 실시형태에 따르면, 평균 최소 거리는 적어도 1 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5

㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 300 ㎛, 400 ㎛, 500 ㎛, 600 ㎛, 700 ㎛, 800 ㎛, 900 ㎛, 또는 1 mm 이다.

[0640] 일 실시형태에 따르면, 동일한 복합 입자 (1) 내의 두 나노입자 (3) 사이의 평균 거리는 적어도 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 300 ㎛, 400 ㎛, 500 ㎛, 600 ㎛, 700 ㎛, 800 ㎛, 900 ㎛, 또는 1 mm 이다.

[0641] 일 실시형태에 따르면, 동일한 복합 입자 (1) 내의 두 나노입자 (3) 사이의 평균 거리는 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, 1.6%, 1.7%, 1.8%, 1.9%, 2%, 2.1%, 2.2%, 2.3%, 2.4%, 2.5%, 2.6%, 2.7%, 2.8%, 2.9%, 3%, 3.1%, 3.2%, 3.3%, 3.4%, 3.5%, 3.6%, 3.7%, 3.8%, 3.9%, 4%, 4.1%, 4.2%, 4.3%, 4.4%, 4.5%, 4.6%, 4.7%, 4.8%, 4.9%, 5%, 5.1%, 5.2%, 5.3%, 5.4%, 5.5%, 5.6%, 5.7%, 5.8%, 5.9%, 6%, 6.1%, 6.2%, 6.3%, 6.4%, 6.5%, 6.6%, 6.7%, 6.8%, 6.9%, 7%, 7.1%, 7.2%, 7.3%, 7.4%, 7.5%, 7.6%, 7.7%, 7.8%, 7.9%, 8%, 8.1%, 8.2%, 8.3%, 8.4%, 8.5%, 8.6%, 8.7%, 8.8%, 8.9%, 9%, 9.1%, 9.2%, 9.3%, 9.4%, 9.5%, 9.6%, 9.7%, 9.8%, 9.9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 또는 50% 이하의 편차를 가질 수 있다.

[0642] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 ROHS 준수한다.

[0643] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150 ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만의 카드뮴을 포함한다.

[0644] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만, 4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 납을 포함한다.

[0645] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만, 4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 수은을 포함한다.

[0646] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 콜로이드성 나노입자들이다.

[0647] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 전기적으로 하전된 나노입자들이다.

[0648] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 전기적으로 하전된 나노입자들이 아니다.

[0649] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 양으로 (positively) 하전된 나노입자들이다.

[0650] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 음으로 (negatively) 하전된 나노입자들이다.

[0651] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 유기 나노입자들이다.

[0652] 일 실시형태에 따르면, 유기 나노입자들은 탄소 나노튜브, 그래핀 및 그의 화학적 유도체, 그래파인 (graphyne), 풀러렌, 나노다이아몬드, 붕소 질화물 나노튜브, 붕소 질화물 나노시트, 포스포린 및 Si_2BN 의 그룹에서 선택된 재료로 구성된다.

[0653] 일 실시형태에 따르면, 유기 나노입자들은 유기 재료를 포함한다.

[0654] 일 실시형태에서, 유기 재료는 폴리아크릴레이트; 폴리메타크릴레이트; 폴리아크릴아미드; 폴리에스테르; 폴리에테르; 폴리올레핀 (또는 폴리알켄); 다당류; 폴리 아미드; 또는 이들의 혼합물로부터 선택되고, 바람직하게는 유기 재료는 유기 폴리머이다.

[0655] 일 실시형태에 따르면, 유기 재료는 탄소를 함유하는 임의의 엘리먼트 및/또는 재료, 바람직하게는 적어도 하나의 탄소-수소 결합을 함유하는 임의의 엘리먼트 및/또는 재료를 지칭한다.

[0656] 일 실시형태에 따르면, 유기 재료는 천연 또는 합성일 수 있다.

[0657] 일 실시형태에 따르면, 유기 재료는 작은 유기 화합물 또는 유기 폴리머이다.

[0658] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 폴리아크릴레이트; 폴리메타크릴레이트; 폴리아크릴아미드; 폴리아미드; 폴리에스테르; 폴리에테르; 폴리올레핀; 다당류; 폴리우레탄 (또는 폴리카바메이트), 폴리스티렌; 폴리아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 (ABS); 폴리카보네이트; 폴리(스티렌 아크릴로니트릴); 비닐 폴리머, 예컨대 폴리비닐 클로라이드; 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 아세테이트, 폴리비닐피롤리돈, 폴리비닐 피리딘, 폴리비닐이미다졸; 폴리(p-페닐렌 옥사이드); 폴리술폰; 폴리에테르술폰; 폴리에틸렌이민; 폴리페닐술폰; 폴리(아크릴로니트릴 스티렌 아크릴레이트); 폴리에폭시드, 폴리티오펜, 폴리피롤; 폴리아닐린; 폴리아릴에테르케톤; 폴리푸란; 폴리이미드; 폴리이미다졸; 폴리에테르이미드; 폴리케톤; 폴리뉴클레오티드; 폴리스티렌 술포네이트; 폴리에테르이민; 폴리아미산; 또는 이들의 임의의 조합 및/또는 유도체 및/또는 코폴리머로부터 선택된다.

[0659] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는, 바람직하게는 폴리(메틸 아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(프로필 아크릴레이트), 폴리(부틸 아크릴레이트), 폴리(펜틸 아크릴레이트), 및 폴리(헥실 아크릴레이트)로부터 선택된, 폴리아크릴레이트이다.

[0660] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는, 바람직하게는 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리(에틸 메타크릴레이트), 폴리(프로필 메타크릴레이트), 폴리(부틸 메타크릴레이트), 폴리(펜틸 메타크릴레이트), 및 폴리(헥실 메타크릴레이트)로부터 선택된, 폴리메타크릴레이트이다. 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 폴리(메틸 메타크릴레이트) (PMMA) 이다.

[0661] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는, 바람직하게는 폴리(아크릴아미드); 폴리(메틸 아크릴아미드), 폴리(디메틸 아크릴아미드), 폴리(에틸 아크릴아미드), 폴리(디에틸 아크릴아미드), 폴리(프로필 아크릴아미드), 폴리(이소프로필 아크릴아미드); 폴리(부틸 아크릴아미드); 및 폴리((tert-부틸 아크릴아미드)로부터 선택된, 폴리아크릴아미드이다.

[0662] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는, 바람직하게는 폴리(글리콜산) (PGA), 폴리(락트산) (PLA), 폴리(카프로

락톤) (PCL), 폴리히드록시알카노에이트 (PHA), 폴리히드록시부티레이트 (PHB), 폴리에틸렌 아디페이트, 폴리부틸렌 숙시네이트, 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리(부틸렌 테레프탈레이트), 폴리(트리메틸렌 테레프탈레이트), 폴리아릴레이트 또는 이들의 임의의 조합으로부터 선택된, 폴리에스테르이다.

[0663] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 바람직하게는 폴리(글리콜 에테르)와 같은 지방족 폴리에테르 또는 방향족 폴리에테르로부터 선택된 폴리에테르이다. 일 실시형태에 따르면, 폴리에테르는 폴리(메틸렌 옥사이드); 폴리(에틸렌 글리콜)/폴리(에틸렌 옥사이드), 폴리(프로필렌 글리콜) 및 폴리(테트라히드로푸란)으로부터 선택된다.

[0664] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 바람직하게는 폴리(에틸렌), 폴리(프로필렌), 폴리(부타디엔), 폴리(메틸펜텐), 폴리(부탄) 및 폴리(이소부틸렌)으로부터 선택된 폴리올레핀 (또는 폴리알켄) 이다.

[0665] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 키토산, 덱스트란, 히알루론산, 아밀로오스, 아밀로펙틴, 풀루란, 헤파린, 키틴, 셀룰로오스, 덱스트린, 전분 (starch), 펙틴, 알기네이트, 카라기난, 푸칸, 커드란, 크실란, 폴리글루론산, 크산탄, 아라비난, 폴리만누론산 및 이들의 유도체로부터 선택된 다당류이다.

[0666] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 바람직하게는 폴리카프로락탐, 폴리아우로아미드 (polyauroamide), 폴리운데칸아미드 (polyundecanamide), 폴리테트라메틸렌 아디파미드, 폴리헥사메틸렌 아디파미드 (나일론으로로 불림), 폴리헥사메틸렌 노난디아미드, 폴리헥사메틸렌 세바카미드, 폴리멕사메틸렌 도데칸디아미드; 폴리데카메틸렌 세바카미드; 폴리섹사메틸렌 이소프탈아미드; 폴리메타크실릴렌 아피다미드; 폴리메타페닐렌이소프탈아미드; 폴리파라필렌 테레프탈아미드; 폴리프탈이미드로부터 선택된 폴리아미드이다.

[0667] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 천연 또는 합성 폴리머이다.

[0668] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 유기 반응, 라디칼 중합, 중축합, 중첨가, 또는 개환 중합 (ROP) 에 의해 합성된다.

[0669] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 호모폴리머 또는 코폴리머이다. 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 선형, 분지형, 및/또는 가교형이다. 일 실시형태에 따르면, 분지형 유기 폴리머는 브러시 중합체 (또는 콤 폴리머라고도 함) 이거나 덴드리머이다.

[0670] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 아모퍼스, 반결정질 또는 결정질이다. 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 열가소성 폴리머 또는 엘라스토머이다.

[0671] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 다가 전해질이 아니다.

[0672] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 친수성 폴리머가 아니다.

[0673] 일 실시형태에 따르면, 유기 폴리머는 2,000 g/mol 내지 5.10^6 g/mol, 바람직하게는 5,000 g/mol 내지 4.10^6 g/mol; 6,000 내지 4.10^6; 7,000 내지 4.10^6; 8,000 내지 4.10^6; 9,000 내지 4.10^6; 10,000 내지 4.10^6; 15,000 내지 4.10^6; 20,000 내지 4.10^6; 25,000 내지 4.10^6; 30,000 내지 4.10^6; 35,000 내지 4.10^6; 40,000 내지 4.10^6; 45,000 내지 4.10^6; 50,000 내지 4.10^6; 55,000 내지 4.10^6; 60,000 내지 4.10^6; 65,000 내지 4.10^6; 70,000 내지 4.10^6; 75,000 내지 4.10^6; 80,000 내지 4.10^6; 85,000 내지 4.10^6; 90,000 내지 4.10^6; 95,000 내지 4.10^6; 100,000 내지 4.10^6; 200,000 내지 4.10^6; 300,000 내지 4.10^6; 400,000 내지 4.10^6; 500,000 내지 4.10^6; 600,000 내지 4.10^6; 700,000 내지 4.10^6; 800,000 내지 4.10^6; 900,000 내지 4.10^6; 1.10^6 내지 4.10^6; 2.10^6 내지 4.10^6; 3.10^6 g/mol 내지 4.10^6 g/mol 의 평균 분자량을 갖는다.

[0674] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 무기 나노입자이다.

[0675] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 무기 재료를 포함한다. 상기 무기 재료는 무기 재료 (2) 와 동일하거나 상이하다.

[0676] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 무기 나노입자 및 적어도 하나의 유기 나노입자를 포함한다.

[0677] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 ZnO 나노입자가 아니다.

[0678] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 금속 나노입자가 아니다.

[0679] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 단지 금속 나노입자들을 포함하지 않는다.

[0680] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 단지 자기적 나노입자들을 포함하지 않는다.

[0681] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 콜로이드성 나노입자이다.

[0682] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 아모퍼스이다.

[0683] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 결정질이다.

[0684] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 전적으로 결정질이다.

[0685] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 부분적으로 결정질이다.

[0686] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 단결정질이다.

[0687] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 다결정질이다. 이 실시형태에서, 각각의 무기 나노입자는 적어도 하나의 결정립계를 포함한다.

[0688] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 나노결정이다.

[0689] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 반도체 나노결정이다.

[0690] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 금속, 할로겐화물, 칼코겐화물, 인화물, 황화물, 준금속, 금속성 합금, 예컨대 산화물, 탄화물 또는 질화물과 같은 세라믹의 그룹으로부터 선택된 재료로 구성된다. 상기 무기 나노입자는 당업자에게 공지된 프로토콜을 사용하여 제조된다.

[0691] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 (perovskite) 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자와 같은 세라믹 나노입자, 또는 이들의 혼합물의 그룹에서 선택된다. 상기 나노입자들은 당업자에게 공지된 프로토콜을 사용하여 제조된다.

[0692] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자와 같은 세라믹 나노입자, 또는 이들의 혼합물의 그룹에서 선택되고, 바람직하게는 반도체 나노결정이다.

[0693] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물은 적어도 하나 이상의 양전성 원소 및 O, S, Se, Te, Po 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 칼코겐 음이온으로 이루어진 화학적 화합물이다.

[0694] 일 실시형태에 따르면, 금속성 나노입자들은 금 나노입자, 은 나노입자, 구리 나노입자, 바나듐 나노입자, 백금 나노입자, 팔라듐 나노입자, 루테늄 나노입자, 레늄 나노입자, 이트륨 나노입자, 수은 나노입자, 카드뮴 나노입자, 오스뮴 나노입자, 크롬 나노입자, 탄탈 나노입자, 망간 나노입자, 아연 나노입자, 지르코늄 나노입자, 니오븀 나노입자, 몰리브덴 나노입자, 로듐 나노입자, 텅스텐 나노입자, 이리듐 나노입자, 니켈 나노입자, 철 나노입자, 또는 코발트 나노입자의 그룹에서 선택된다.

[0695] 일 실시형태에 따르면, 탄화물 나노입자들의 예는 SiC, WC, BC, MoC, TiC, Al_4C_3, LaC_2, FeC, CoC, HfC, Si_xC_y, W_xC_y, B_xC_y, Mo_xC_y, Ti_xC_y, Al_xC_y, La_xC_y, Fe_xC_y, Co_xC_y, Hf_xC_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0696] 일 실시형태에 따르면, 산화물 나노입자들의 예는 SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, Nb_2O_5, CeO_2, BeO, IrO_2, CaO, Sc_2O_3, NiO, Na_2O, BaO, K_2O, PbO, Ag_2O, V_2O_5, TeO_2, MnO, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, GeO_2, As_2O_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, Ta_2O_5, Li_2O, SrO, Y_2O_3, HfO_2, WO_2, MoO_2, Cr_2O_3, Tc_2O_7, ReO_2, RuO_2, Co_3O_4, OsO, RhO_2, Rh_2O_3, PtO, PdO, CuO, Cu_2O, CdO, HgO, Tl_2O, Ga_2O_3, In_2O_3, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, La_2O_3, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, La_2O_3, Sm_2O_3, Eu_2O_3, Tb_4O_7, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, Gd_2O_3, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0697] 일 실시형태에 따르면, 산화물 나노입자들의 예는 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0698] 일 실시형태에 따르면, 질화물 나노입자들의 예는 TiN, Si_3N_4, MoN, VN, TaN, Zr_3N_4, HfN, FeN, NbN, GaN, CrN, AlN, InN, Ti_xN_y, Si_xN_y, Mo_xN_y, V_xN_y, Ta_xN_y, Zr_xN_y, Hf_xN_y, Fe_xN_y, Nb_xN_y, Ga_xN_y, Cr_xN_y, Al_xN_y, In_xN_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0699] 일 실시형태에 따르면, 황화물 나노입자들의 예는 Si_ySx, Al_ySx, Ti_ySx, Zr_ySx, Zn_ySx, Mg_ySx, Sn_ySx, Nb_ySx, Ce_ySx, Be_ySx, Ir_ySx, Ca_ySx, Sc_ySx, Ni_ySx, Na_ySx, Ba_ySx, K_ySx, Pb_ySx, Ag_ySx, V_ySx, Te_ySx, Mn_ySx, B_ySx, P_ySx, Ge_ySx, As_ySx, Fe_ySx, Ta_ySx, Li_ySx, Sr_ySx, Y_ySx, Hf_ySx, W_ySx, Mo_ySx, Cr_ySx, Tc_ySx, Re_ySx, Ru_ySx, Co_ySx, Os_ySx, Rh_ySx, Pt_ySx, Pd_ySx, Cu_ySx, Au_ySx, Cd_ySx, Hg_ySx, Tl_ySx, Ga_ySx, In_ySx, Bi_ySx, Sb_ySx, Po_ySx, Se_ySx, Cs_ySx, 혼합된 황화물들, 이들의 혼합된 황화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 10 의 십진수이다.

[0700] 일 실시형태에 따르면, 할로겐화물 나노입자들의 예는 BaF_2, LaF_3, CeF_3, YF_3, CaF_2, MgF_2, PrF_3, AgCl, $MnCl_2$, $NiCl_2$, Hg_2Cl_2, $CaCl_2$, $CsPbCl_3$, AgBr, $PbBr_3$, $CsPbBr_3$, AgI, CuI, PbI, HgI_2, BiI_3, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $CsPbI_3$, $FAPbBr_3$ (FA formamidinium 을 가짐), 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0701] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물 나노입자들의 예는 CdO, CdS, CdSe, CdTe, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgO, HgS, HgSe, HgTe, CuO, Cu_2O, CuS, Cu_2S, CuSe, CuTe, Ag_2O, Ag_2S, Ag_2Se, Ag_2Te, Au_2S, PdO, PdS, Pd_4S, PdSe, PdTe, PtO, PtS, PtS_2, PtSe, PtTe, RhO_2, Rh_2O_3, RhS2, Rh_2S_3, $RhSe_2$, Rh_2Se_3, $RhTe_2$, IrO_2, IrS_2, Ir_2S_3, $IrSe_2$, $IrTe_2$, RuO_2, RuS_2, OsO, OsS, OsSe, OsTe, MnO, MnS, MnSe, MnTe, ReO_2, ReS_2, Cr_2O_3, Cr_2S_3, MoO_2, MoS_2, $MoSe_2$, $MoTe_2$, WO_2, WS_2, WSe_2, V_2O_5, V_2S_3, Nb_2O_5, NbS_2, $NbSe_2$, HfO_2, HfS_2, TiO_2, ZrO_2, ZrS_2, $ZrSe_2$, $ZrTe_2$, Sc_2O_3, Y_2O_3, Y_2S_3, SiO_2, GeO_2, GeS, GeS_2, GeSe, $GeSe_2$, GeTe, SnO_2, SnS, SnS_2, SnSe, $SnSe_2$, SnTe, PbO, PbS, PbSe, PbTe, MgO, MgS, MgSe, MgTe, CaO, CaS, SrO, Al_2O_3, Ga_2O_3, Ga_2S_3, Ga_2Se_3, In_2O_3, In_2S_3, In_2Se_3, In_2Te_3, La_2O_3, La_2S_3, CeO_2, CeS_2, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, NdS_2, La_2O_3, Tl_2O, Sm_2O_3, SmS_2, Eu_2O_3, EuS_2, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, Tb_4O_7, TbS_2, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, ErS_2, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, $CuInS_2$, $CuInSe_2$, $AgInS_2$, $AgInSe_2$, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeS, FeS_2, Co_3S_4, CoSe, Co_3O_4, NiO, $NiSe_2$, NiSe, Ni_3Se_4, Gd_2O_3, BeO, TeO_2, Na_2O, BaO, K_2O, Ta_2O_5, Li_2O, Tc_2O_7, As_2O_3, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0702] 일 실시형태에 따르면, 인화물 나노입자들의 예는 InP, Cd_3P_2, Zn_3P_2, AlP, GaP, TlP, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0703] 일 실시형태에 따르면, 준금속 나노입자들의 예는 Si, B, Ge, As, Sb, Te, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0704] 일 실시형태에 따르면, 금속성 합금 나노입자들의 예는 Au-Pd, Au-Ag, Au-Cu, Pt-Pd, Pt-Ni, Cu-Ag, Cu-Sn,

Ru-Pt, Rh-Pt, Cu-Pt, Ni-Au, Pt-Sn, Pd-V, Ir-Pt, Au-Pt, Pd-Ag, Cu-Zn, Cr-Ni, Fe-Co, Co-Ni, Fe-Ni 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0705] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 예컨대 인광체 재료 또는 신틸레이터 (scintillator) 재료와 같은 흡습성 재료를 포함하는 나노입자들이다.

[0706] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 페로브스카이트 나노입자들이다.

[0707] 일 실시형태에 따르면, 페로브스카이트는 재료 $A_mB_nX_{3p}$ 를 포함하고, 여기서 A 는 Ba, B, K, Pb, Cs, Ca, Ce, Na, La, Sr, Th, FA (formamidinium $CN_2H_5^+$), 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; B 는 Fe, Nb, Ti, Pb, Sn, Ge, Bi, Zr, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; X 는 O, CI, Br, I, 시아나이드, 티오시아네이트, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; m, n 및 p 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이며, m, n 및 p 는 동시에 0 이 아니고; m 및 n 은 동시에 0 이 아니다.

[0708] 일 실시형태에 따르면, m, n 및 p 는 0 이 아니다.

[0709] 일 실시형태에 따르면, 페로브스카이트의 예는 $Cs_3Bi_2I_9$, $Cs_3Bi_2Cl_9$, $Cs_3Bi_2Br_9$, $BFeO_3$, $KNbO_3$, $BaTiO_3$, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $FAPbBr_3$ (FA formamidinium 을 가짐), $FAPbCl_3$, $FAPbI_3$, $CsPbCl_3$, $CsPbBr_3$, $CsPbI_3$, $CsSnI_3$, $CsSnCl_3$, $CsSnBr_3$, $CsGeCl_3$, $CsGeBr_3$, $CsGeI_3$, $FAPbCl_xBr_yI_z$ (x, y 및 z 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이며 동시에 0 이 아님) 를 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0710] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 인광체 나노입자들이다.

[0711] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 인광체 나노입자들이다.

[0712] 일 실시형태에 따르면, 인광체 나노입자들의 예는 다음을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다:

[0713] - 희토류 도핑된 가넷 또는 가넷, 예컨대 $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_3Ga_5O_{12}$, $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $RE_{3-n}Al_5O_{12}:Ce_n$ (RE = Y, Gd, Tb, Lu), $Gd_3Al_5O_{12}$, $Gd_3Ga_5O_{12}$, $Lu_3Al_5O_{12}$, $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, $(Lu_{(1-x-y)}A_xCe_y)_3B_zAl_5O_{12}C_{2z}$ (여기서, A = Sc, La, Gd, Tb 또는 이들의 혼합물 중 적어도 하나, B = Mg, Sr, Ca, Ba 또는 이들의 혼합물 중 적어도 하나, C = F, C, Br, I 또는 이들의 혼합물 중 적어도 하나, $0 \le x \le 0.5$, $0.001 \le y \le 0.2$, 및 $0.001 \le z \le 0.5$), $(Lu_{0.90}Gd_{0.07}Ce_{0.03})_3Sr_{0.34}Al_5O_{12}F_{0.68}$, $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, $Al_5Lu_3O_{12}$, GAL, GaYAG, TAG, GAL, LuAG, YAG;

[0714] - 도핑된 질화물, 예컨대 유로퓸 도핑된 $CaAlSiN_3$, $Sr(LiAl_3N_4):Eu$, $SrMg_3SiN_4:Eu$, $La_3Si_6N_{11}:Ce$, $La_3Si_6N_{11}:Ce$, $(Ca,Sr)AlSiN_3:Eu$, $(Ca_{0.2}Sr_{0.8})AlSiN_3$, $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5N_8:Eu$;

[0715] - 황화물계 인광체, 예컨대 $CaS:Eu^{2+}$, $SrS:Eu^{2+}$;

[0716] - $A_2(MF_6):Mn^{4+}$ (여기서, A 는 Na, K, Rb, Cs, 또는 NH_4 를 포함하고, M 은 Si, Ti, Zr, 또는 Mn 을 포함함), 예컨대 Mn^{4+} 도핑된 PFS (칼륨 fluorosilicate), $K_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 또는 $K_2(TiF_6):Mn^{4+}$, $Na_2SnF_6:Mn^{4+}$, $Cs_2SnF_6:Mn^{4+}$, $Na_2SiF_6:Mn^{4+}$, $Na_2GeF_6:Mn^{4+}$;

[0717] - 옥시나이트라이드, 예컨대 유로퓸 도핑된 (Li, Mg, Ca, Y)-α-SiAlON, $SrAl_2Si_3ON_6:Eu$, $Eu_xSi_{6-z}Al_zO_yN_{8-y}$ (y=z-2x), $Eu_{0.018}Si_{5.77}Al_{0.23}O_{0.194}N_{7.806}$, $SrSi_2O_2N_2:Eu^{2+}$, Pr^{3+} 활성화된 β-SiAlON:Eu;

[0718] - 실리케이트, 예컨대 $A_2Si(OD)_4:Eu$ (여기서, A = Sr, Ba, Ca, Mg, Zn 또는 이들의 혼합물, D = F, Cl, S, N, Br 또는 이들의 혼합물), $(SrBaCa)_2SiO_4:Eu$, $Ba_2MgSi_2O_7:Eu$, $Ba_2SiO_4:Eu$, Sr_3SiO_5 $(Ca,Ce)_3(Sc,Mg)_2Si_3O_{12}$;

[0719] - 카보나이트라이드, 예컨대 $Y_2Si_4N_6C$, $CsLnSi(CN_2)_4:Eu$ (여기서, Ln = Y, La 또는 Gd);

[0720] - 옥시카보나이트라이드, 예컨대 $Sr_2Si_5N_{8-[(4x/3)+z]}C_xO_{3z/2}$ (여기서, $0 \le x \le 5.0$, $0.06 < z \le 0.1$, 및 $x \neq 3z/2$);

[0721] - 유로퓸 알루미네이트, 예컨대 $EuAl_6O_{10}$, $EuAl_2O_4$;

[0722] - 바륨 옥사이드, 예컨대 $Ba_{0.93}Eu_{0.07}Al_2O_4$;

[0723] - 블루 인광체, 예컨대 ($BaMgAl_{10}O_{17}$:Eu), $Sr_5(PO_4)_3Cl$:Eu, AlN:Eu:, $LaSi_3N_5$:Ce, $SrSi_9Al_{19}ON_{31}$:Eu, $SrSi_{6-x}Al_xO_{1+x}N_{8-x}$:Eu;

[0724] - 할로겐화된 가넷, 예컨대 $(Lu_{1-a-b-c}Y_aTb_bA_c)_3(Al_{1-d}B_d)_5(O_{1-e}C_e)_{12}$:Ce, Eu, (여기서, A 는 Mg, Sr, Ca, Ba 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; B 는 Ga, In 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; C 는 F, Cl, Br 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; $0 \le a \le 1$; $0 \le b \le 1$; $0 < c \le 0.5$; $0 \le d \le 1$; 및 $0 < e \le 0.2$);

[0725] - $((Sr_{1-z}M_z)_{1-(x+w)}A_wCe_x)_3(Al_{1-y}Si_y)O_{4+y+3(x-w)}F_{1-y-3(x-w)}$, (여기서, $0 < x \le 0.10$, $0 \le y \le 0.5$, $0 \le z \le 0.5$, $0 \le w \le x$, A 는 Li, Na, K, Rb 또는 이들의 혼합물을 포함하고; M 은 Ca, Ba, Mg, Zn, Sn 또는 이들의 혼합물을 포함함), $(Sr_{0.98}Na_{0.01}Ce_{0.01})_3(Al_{0.9}Si_{0.1})O_{4.1}F_{0.9}$, $(Sr_{0.595}Ca_{0.4}Ce_{0.005})_3(Al_{0.6}Si_{0.4})O_{4.415}F_{0.585}$;

[0726] - 희토류 도핑된 나노입자들;

[0727] - 도핑된 나노입자들;

[0728] - 당업자에게 공지된 임의의 인광체;

[0729] - 또는 이들의 혼합물.

[0730] 일 실시형태에 따르면, 인광체 나노입자들의 예는 다음을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다:

[0731] - 블루 인광체, 예컨대 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ 또는 Co^{2+}, $Sr_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $AlN:Eu^{2+}$, $LaSi_3N_5:Ce^{3+}$, $SrSi_9Al_{19}ON_{31}:Eu^{2+}$, $SrSi_{6-x}Al_xO_{1+x}N_{8-x}:Eu^{2+}$;

[0732] - 레드 인광체, 예컨대 Mn^{4+} 도핑된 포타슘 플루오로실리케이트 (PFS), 카르비도나이트라이드, 나이트라이드, 설파이드 (CaS), $CaAlSiN_3:Eu^{3+}$, $(Ca,Sr)AlSiN_3:Eu^{3+}$, $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5N_8:Eu^{3+}$, $SrLiAl_3N_4:Eu^{3+}$, $SrMg_3SiN_4:Eu^{3+}$, 레드 발광 실리케이트;

[0733] - 오렌지 인광체, 예컨대 오렌지 발광 실리케이트, Li, Mg, Ca, 또는 Y 도핑된 α-SiAlON;

[0734] - 그린 인광체, 예컨대 옥시나이트라이드, 카르비도나이트라이드, 그린 발광 실리케이트, LuAG, 그린 GAL, 그린 YAG, 그린 GaYAG, β-SiAlON:Eu^{2+}, $SrSi_2O_2N_2:Eu^{2+}$; 및

[0735] - 옐로우 인광체, 예컨대 옐로우 발광 실리케이트, TAG, 옐로우 YAG, $La_3Si_6N_{11}:Ce^{3+}$ (LSN), 옐로우 GAL.

[0736] 일 실시형태에 따르면, 인광체 나노입자들의 예는 블루 인광체, 레드 인광체, 오렌지 인광체, 그린 인광체, 및 옐로우 인광체를 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0737] 일 실시형태에 따르면, 인광체 나노입자는 적어도 0.5 nm, 1 nm, 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 10 nm, 11 nm, 12 nm, 13 nm, 14 nm, 15 nm, 16 nm, 17 nm, 18 nm, 19 nm, 20 nm, 21 nm, 22 nm, 23 nm, 24 nm, 25 nm, 26 nm, 27 nm, 28 nm, 29 nm, 30 nm, 31 nm, 32 nm, 33 nm, 34 nm, 35 nm, 36 nm, 37 nm, 38 nm, 39 nm, 40 nm, 41 nm, 42 nm, 43 nm, 44 nm, 45 nm, 46 nm, 47 nm, 48 nm, 49 nm, 50 nm, 55 nm, 60 nm, 65 nm, 70 nm, 75 nm, 80 nm, 85 nm, 90 nm, 95 nm, 100 nm, 105 nm, 110 nm, 115 nm, 120 nm, 125 nm, 130 nm, 135 nm, 140 nm, 145 nm, 150 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5

㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 평균 크기를 갖는다.

[0738] 일 실시형태에 따르면, 인광체 나노입자들은 0.1 ㎛ 내지 50 ㎛ 의 평균 크기를 갖는다.

[0739] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 하나의 인광체 나노입자를 포함한다.

[0740] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 신틸레이터 나노입자들이다.

[0741] 일 실시형태에 따르면, 신틸레이터 나노입자들의 예는 NaI(Tl) (탈륨 도핑된 요오드화나트륨), CsI(Tl), CsI(Na), CsI(순수), CsF, KI(Tl), LiI(Eu), BaF_2, CaF_2(Eu), ZnS(Ag), $CaWO_4$, $CdWO_4$, YAG(Ce) ($Y_3Al_5O_{12}$(Ce)), GSO, LSO, $LaCl_3$(Ce) (세륨으로 도핑된 염화 란탄), $LaBr_3$(Ce) (세륨 도핑된 브롬화란탄), LYSO ($Lu_{1.8}Y_{0.2}SiO_5$(Ce)), 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0742] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 금속 나노입자들 (금, 은, 알루미늄, 마그네슘, 또는 구리, 합금들) 이다.

[0743] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 유기 화합물로 코팅될 수 있는 무기 반도체들 또는 절연체들이다.

[0744] 일 실시형태에 따르면, 무기 반도체 또는 절연체는 예컨대 IV 족 반도체 (예컨대, 탄소, 규소, 게르마늄), III-V 족 화합물 반도체 (예컨대, 질화갈륨, 인화인듐, 비화갈륨), II-VI 화합물 반도체 (예컨대, 셀렌화 카드뮴, 셀렌화 아연, 황화 카드뮴, 텔루르화 수은), 무기 산화물 (예컨대, 인듐 주석 산화물, 산화 알루미늄, 산화 티타늄, 산화 규소), 및 다른 칼코겐화물일 수 있다.

[0745] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니며; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0746] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 코어를 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이

들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0747] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하고, 여기서 M 및/또는 N 은 Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IVa, IVb, Va, Vb, VIb, VIIb, VIII, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 및/또는 A 는 Va, VIa, VIIa, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0748] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 식 M_xE_y 의 재료를 포함하고, 여기서 M 은 Cd, Zn, Hg, Ge, Sn, Pb, Cu, Ag, Fe, In, Al, Ti, Mg, Ga, Tl, Mo, Pd, W, Cs, Pb, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니며 $x \neq 0$ 이라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0749] 일 실시형태에 따르면, w, x, y 및 z 는, w 가 0 일 때, x, y 및 z 가 0 이 아니고, x 가 0 일 때, w, y 및 z 가 0 이 아니고, y 가 0 일 때, w, x 및 z 가 0 이 아니고, z 가 0 일 때, w, x 및 y 가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0750] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 식 M_xE_y 의 재료를 포함하고, 여기서 E 는 S, Se, Te, O, P, C, N, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 이라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0751] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 IIb-VIa, IVa-VIa, Ib-IIIa-VIa, IIb-IVa-Va, Ib-VIa, VIII-VIa, IIb-Va, IIIa-VIa, IVb-VIa, IIa-VIa, IIIa-Va, IIIa-VIa, VIb-VIa, 및 Va-VIa 반도체로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0752] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgS, HgSe, HgTe, HgO, GeS, GeSe, GeTe, SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe, GeS_2, $GeSe_2$, SnS_2, $SnSe_2$, $CuInS_2$, $CuInSe_2$, $AgInS_2$, $AgInSe_2$, CuS, Cu_2S, Ag_2S, Ag_2Se, Ag_2Te, FeS, FeS_2, InP, Cd_3P_2, Zn_3P_2, CdO, ZnO, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4, Al_2O_3, TiO_2, MgO, MgS, MgSe, MgTe, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs, InSb, TlN, TlP, TlAs, TlSb, MoS_2, PdS, Pd_4S, WS_2, $CsPbCl_3$, $PbBr_3$, $CsPbBr_3$, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $CsPbI_3$, $FAPbBr_3$ (FA formamidinium 을 가짐), 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 재료 $M_xN_yE_zA_w$ 를 포함한다.

[0753] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 반도체 나노플레이트렛, 나노시트, 나노리본, 나노와이어, 나노디스크, 나노큐브, 나노링, 매직 사이즈 클러스터, 또는 예컨대 양자점과 같은 구체이다.

[0754] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 반도체 나노플레이트렛, 나노시트, 나노리본, 나노와이어, 나노디스크, 나노큐브, 매직 사이즈 클러스터, 또는 나노링이다.

[0755] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 초기 나노결정을 포함한다.

[0756] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 초기 콜로이드성 나노결정을 포함한다.

[0757] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0758] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 초기 콜로이드성 나노플레이트렛을 포함한다.

[0759] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 코어 나노입자들이고, 각각의 코어는 적어도 하나의 무기 재료 층을 포함하는 적어도 하나의 셸로 부분적으로 또는 전적으로 덮인다.

[0760] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자는 코어 (33) 나노결정들이고, 각각의 코어 (33) 는 적어도 하나의 무기 재료 층을 포함하는 적어도 하나의 셸 (34) 로 부분적으로 또는 전적으로 덮이지 않는다.

[0761] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 코어/셸 나노입자들이고, 코어는 적어도 하나의 무기 재료 층을 포함하는 적어도 하나의 셸로 부분적으로 또는 전적으로 덮인다.

[0762] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 코어 (33)/셸 (34) 나노결정들이고, 코어 (33) 는 적어도 하나의 무기 재료 층을 포함하는 적어도 하나의 셸 (34) 로 부분적으로 또는 전적으로 덮인다.

[0763] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 셸 (34) 을 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0764] 일 실시형태에 따르면, 셸 (34) 은 코어 (33) 의 재료와 상이한 재료를 포함한다.

[0765] 일 실시형태에 따르면, 셸 (34) 은 코어 (33) 의 재료와 동일한 재료를 포함한다.

[0766] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 2 개의 셸들 (34, 35) 을 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0767] 일 실시형태에 따르면, 셸들 (34, 35) 은 상이한 재료를 포함한다.

[0768] 일 실시형태에 따르면, 셸들 (34, 35) 은 동일한 재료를 포함한다.

[0769] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 셸을 포함하고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0770] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들의 예는 CdSe/CdS, CdSe/$Cd_xZn_{1-x}S$, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/$Cd_xZn_{1-x}S$/ZnS, CdSe/ZnS/$Cd_xZn_{1-x}S$, CdSe/CdS/$Cd_xZn_{1-x}S$, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSe/ZnSe/$Cd_xZn_{1-x}S$, $CdSe_xS_{1-x}$/CdS, $CdSe_xS_{1-x}$/CdZnS, $CdSe_xS_{1-x}$/CdS/ZnS, $CdSe_xS_{1-x}$/ZnS/CdS, $CdSe_xS_{1-x}$/ZnS, $CdSe_xS_{1-x}$/$Cd_xZn_{1-x}S$/ZnS, $CdSe_xS_{1-x}$/ZnS/$Cd_xZn_{1-x}S$, $CdSe_xS_{1-x}$/CdS/$Cd_xZn_{1-x}S$, $CdSe_xS_{1-x}$/ZnSe/ZnS, $CdSe_xS_{1-x}$/ZnSe/$Cd_xZn_{1-x}S$, InP/CdS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/$Cd_xZn_{1-x}S$, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/ZnS, InP/$Cd_xZn_{1-x}S$/ZnS, InP/ZnS/$Cd_xZn_{1-x}S$, InP/CdS/$Cd_xZn_{1-x}S$, InP/ZnSe, InP/ZnSe/ZnS, InP/ZnSe/$Cd_xZn_{1-x}S$, InP/$ZnSe_xS_{1-x}$, InP/GaP/ZnS, $In_xZn_{1-x}P$/ZnS, $In_xZn_{1-x}P$/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS 를 포함하지만, 이로 제한되지 않으며, 여기서 x 는 0 내지 1 의 십진수이다.

[0771] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 ZnS 풍부하고, 즉 셸의 마지막 단층은 ZnS 단층이다.

[0772] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 CdS 풍부하고, 즉 셸의 마지막 단층은 CdS 단층이다.

[0773] 일 실시형태에 따르면, 코어/셸 반도체 나노결정들은 $Cd_xZn_{1-x}S$ 풍부하고, 즉 셸의 마지막 단층은 $Cd_xZn_{1-x}S$ 단층이고, 여기서 x 는 0 내지 1 의 십잔수이다.

[0774] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정들의 마지막 원자 층은 카드뮴, 아연 또는 인듐의 양이온-풍부 단층이다.

[0775] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정들의 마지막 원자 층은 황, 셀레늄 또는 인의 음이온-풍부 단층이다.

[0776] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 코어/크라운 반도체 나노결정들이다.

[0777] 일 실시형태에 따르면, 코어/크라운 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 크라운 (37) 을 포함하고, 여기서 M 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; N 은 Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Co, Fe, Ru, Os, Mn, Tc, Re, Cr, Mo, W, V, Nd, Ta, Ti, Zr, Hf, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Cs 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; E 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; A 는 O, S, Se, Te, C, N, P, As, Sb, F, Cl, Br, I, 또는 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되고; x, y, z 및 w 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이고; x, y, z 및 w 는 동시에 0 이 아니고; x 및 y 는 동시에 0 이 아니고; z 및 w 는 동시에 0 이 아닐 수 있다.

[0778] 일 실시형태에 따르면, 코어/크라운 반도체 나노결정들은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하는 적어도 하나의 크라운을 포함하고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0779] 일 실시형태에 따르면, 크라운 (37) 은 코어 (33) 의 재료와 상이한 재료를 포함한다.

[0780] 일 실시형태에 따르면, 크라운 (37) 은 코어 (33) 의 재료와 동일한 재료를 포함한다.

[0781] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 원자적으로 편평하다. 이 실시형태에서, 원자적으로 편평한 반도체는 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0782] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 적어도 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 반도체 나노플레이트렛을 포함한다.

[0783] 일 실시형태에 따르면, 무기 나노입자들은 적어도 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 반도체 나노플레이트렛들을 포함한다.

[0784] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정들은 적어도 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 반도체 나노플레이트렛들을 포함한다.

[0785] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 반도체 나노플레이트렛들을 포함한다.

[0786] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 원자적으로 편평한 코어를 포함한다. 이 실시형태에서, 원자적으로 편평한 코어는 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스, 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0787] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0788] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정은 초기 콜로이드성 나노플레이트렛을 포함한다.

[0789] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노결정들은 반도체 나노플레이트렛들이다.

[0790] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 원자적으로 편평하다. 이 실시형태에서, 원자적으로 편평한 나노플레이트렛은 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0791] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 원자적으로 편평한 코어를 포함한다. 이 실시형태에서, 원자적으로 편평한 코어는 투과형 전자 현미경 또는 형광 주사 현미경, 에너지 분산형 X선 분광법 (EDS), X선 광전자 분광법 (XPS), UV 광전자 분광법 (UPS), 전자 에너지 손실 분광법 (EELS), 광루미네선스 또는 당업자에게

알려진 임의의 다른 특징화 수단에 의해 입증될 수 있다.

[0792] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 준-2D (quasi-2D) 이다.

[0793] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 2D-형상이다.

[0794] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 원자 레벨로 튜닝된 두께를 갖는다.

[0795] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 초기 나노결정을 포함한다.

[0796] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 초기 콜로이드성 나노결정을 포함한다.

[0797] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0798] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 초기 콜로이드성 나노플레이트렛을 포함한다.

[0799] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들의 코어 (33) 는 초기 나노플레이트렛이다.

[0800] 일 실시형태에 따르면, 초기 나노플레이트렛은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0801] 일 실시형태에 따르면, 초기 나노플레이트렛의 두께는 M 및 E 의 원자 층들의 교번 (alternate) 을 포함한다.

[0802] 일 실시형태에 따르면, 초기 나노플레이트렛의 두께는 M, N, A 및 E 의 원자 층들의 교번을 포함한다.

[0803] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 적어도 하나의 추가적인 재료 층으로 부분적으로 또는 전적으로 덮인 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0804] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 추가적인 재료 층은 식 $M_xN_yE_zA_w$ 의 재료를 포함하고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0805] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 적어도 하나의 추가적인 재료 층에 의해 적어도 하나의 패싯에서 부분적으로 또는 전적으로 덮인 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0806] 여러 층들이 초기 나노플레이트렛의 전부 또는 일부를 덮는 일 실시형태에서, 이 층들은 동일한 재료로 또는 상이한 재료로 구성될 수 있다.

[0807] 여러 층들이 초기 나노플레이트렛의 전부 또는 일부를 덮는 일 실시형태에서, 이 층들은 재료의 구배를 형성하도록 구성될 수 있다.

[0808] 일 실시형태에서, 초기 나노플레이트렛은 무기 콜로이드성 나노플레이트렛이다.

[0809] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛에 포함된 초기 나노플레이트렛은 그의 2D 구조를 보존한다.

[0810] 일 실시형태에서, 초기 나노플레이트렛을 덮는 재료는 무기질 (inorganic) 이다.

[0811] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛의 적어도 하나의 부분은 초기 나노플레이트렛의 두께보다 큰 두께를 갖는다.

[0812] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛은 적어도 하나의 재료 층으로 전적으로 덮인 초기 나노플레이트렛을 포함한다.

[0813] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛은 제 1 재료 층으로 전적으로 덮인 초기 나노플레이트렛을 포함하고, 상기 제 1 재료 층은 적어도 제 2 재료 층으로 부분적으로 또는 완전히 덮인다.

[0814] 일 실시형태에서, 초기 나노플레이트렛은 적어도 0.3 nm, 0.4 nm, 0.5 nm, 0.6 nm, 0.7 nm, 0.8 nm, 0.9 nm, 1.0 nm, 1.1 nm, 1.2 nm, 1.3 nm, 1.4 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 90 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 또는 500 nm 의 두께를 갖는다.

[0815] 일 실시형태에 따르면, 초기 나노플레이트렛의 두께는 초기 나노플레이트렛의 측방향 치수들 (길이 또는 폭) 중

의 적어도 하나보다 적어도 1.5; of 적어도 2; 적어도 2.5; 적어도 3; 적어도 3.5; 적어도 4; 적어도 4.5; 적어도 5; 적어도 5.5; 적어도 6; 적어도 6.5; 적어도 7; 적어도 7.5; 적어도 8; 적어도 8.5; 적어도 9; 적어도 9.5; 적어도 10; 적어도 10.5; 적어도 11; 적어도 11.5; 적어도 12; 적어도 12.5; 적어도 13; 적어도 13.5; 적어도 14; 적어도 14.5; 적어도 15; 적어도 15.5; 적어도 16; 적어도 16.5; 적어도 17; 적어도 17.5; 적어도 18; 적어도 18.5; 적어도 19; 적어도 19.5; 적어도 20; 적어도 25; 적어도 30; 적어도 35; 적어도 40; 적어도 45; 적어도 50; 적어도 55; 적어도 60; 적어도 65; 적어도 70; 적어도 75; 적어도 80; 적어도 85; 적어도 90; 적어도 95; 적어도 100; 적어도 150; 적어도 200; 적어도 250; 적어도 300; 적어도 350; 적어도 400; 적어도 450; 적어도 500; 적어도 550; 적어도 600; 적어도 650; 적어도 700; 적어도 750; 적어도 800; 적어도 850; 적어도 900; 적어도 950; 또는 적어도 1000 의 인자 (종횡비) 만큼 더 작다.

[0816] 일 실시형태에서, 초기 나노플레이트렛은 적어도 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 10 nm, 15 nm, 20 nm, 25 nm, 30 nm, 35 nm, 40 nm, 45 nm, 50 nm, 55 nm, 60 nm, 65 nm, 70 nm, 75 nm, 80 nm, 85 nm, 90 nm, 95 nm, 100 nm, 105 nm, 110 nm, 115 nm, 120 nm, 125 nm, 130 nm, 135 nm, 140 nm, 145 nm, 150 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 mm 의 측방향 치수를 갖는다.

[0817] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 적어도 0.3 nm, 0.4 nm, 0.5 nm, 0.6 nm, 0.7 nm, 0.8 nm, 0.9 nm, 1.0 nm, 1.1 nm, 1.2 nm, 1.3 nm, 1.4 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 90 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 또는 500 nm 의 두께를 갖는다.

[0818] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 적어도 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 10 nm, 15 nm, 20 nm, 25 nm, 30 nm, 35 nm, 40 nm, 45 nm, 50 nm, 55 nm, 60 nm, 65 nm, 70 nm, 75 nm, 80 nm, 85 nm, 90 nm, 95 nm,100 nm, 105 nm, 110 nm, 115 nm, 120 nm, 125 nm, 130 nm, 135 nm, 140 nm, 145 nm, 150 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5

㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 ㎜ 의 측방향 치수를 갖는다.

[0819] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛의 두께는 반도체 나노플레이트렛의 측방향 치수들 (길이 또는 폭) 중의 적어도 하나보다 적어도 1.5; 적어도 2; 적어도 2.5; 적어도 3; 적어도 3.5; 적어도 4; 적어도 4.5; 적어도 5; 적어도 5.5; 적어도 6; 적어도 6.5; 적어도 7; 적어도 7.5; 적어도 8; 적어도 8.5; 적어도 9; 적어도 9.5; 적어도 10; 적어도 10.5; 적어도 11; 적어도 11.5; 적어도 12; 적어도 12.5; 적어도 13; 적어도 13.5; 적어도 14; 적어도 14.5; 적어도 15; 적어도 15.5; 적어도 16; 적어도 16.5; 적어도 17; 적어도 17.5; 적어도 18; 적어도 18.5; 적어도 19; 적어도 19.5; 적어도 20; 적어도 25; 적어도 30; 적어도 35; 적어도 40; 적어도 45; 적어도 50; 적어도 55; 적어도 60; 적어도 65; 적어도 70; 적어도 75; 적어도 80; 적어도 85; 적어도 90; 적어도 95; 적어도 100, 적어도 150, 적어도 200, 적어도 250, 적어도 300, 적어도 350, 적어도 400, 적어도 450, 적어도 500, 적어도 550, 적어도 600, 적어도 650, 적어도 700, 적어도 750, 적어도 800, 적어도 850, 적어도 900, 적어도 950, 또는 적어도 1000 의 인자 (종횡비) 만큼 더 작다.

[0820] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛은 적어도 하나의 초기 나노플레이트렛의 표면에 재료 필름 또는 층을 퇴적시킴으로써 적어도 하나의 초기 나노플레이트렛의 적어도 하나의 면의 두께에서 성장 프로세스; 또는 적어도 하나의 초기 나노플레이트렛의 표면에 재료 필름 또는 층을 퇴적시킴으로써 적어도 하나의 초기 나노플레이트렛의 적어도 하나의 면의 측방향 성장 프로세스; 또는 당업장게 공지된 임의의 방법에 의해 획득된다.

[0821] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛은 초기 나노플레이트렛 및 초기 나노플레이트렛의 전부 또는 일부를 덮는 1, 2, 3, 4, 5 개 이상의 층들을 포함할 수 있고, 상기 층들은 초기 나노플레이트렛와 동일한 조성으로 시작하거나 또는 초기 나노플레이트렛과 상이한 조성이거나 또는 서로 상이한 조성이다.

[0822] 일 실시형태에서, 반도체 나노플레이트렛은 초기 나노플레이트렛 및 적어도 1, 2, 3, 4, 5 개 이상의 층들을 포함할 수 있고, 제 1 퇴적 층은 초기 나노플레이트렛의 전부 또는 일부를 덮고, 적어도 제 2 퇴적 층은 이전에 퇴적된 층의 전부 또는 일부를 덮고, 상기 층들은 초기 나노플레이트렛과 동일한 조성이거나 또는 초기 나노플레이트렛과 상이한 조성이고 가능하게는 서로 상이한 조성이다.

[0823] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들은 $M_xN_yE_zA_w$ 단층에 의해 정량화된 두께를 갖고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0824] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들의 코어 (33) 는 적어도 1 $M_xN_yE_zA_w$ 단층, 적어도 2 $M_xN_yE_zA_w$ 단층들, 적어도 3 $M_xN_yE_zA_w$ 단층들, 적어도 4 $M_xN_yE_zA_w$ 단층들, 적어도 5 $M_xN_yE_zA_w$ 단층들의 두께를 갖고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0825] 일 실시형태에 따르면, 반도체 나노플레이트렛들의 셸 (34) 은 $M_xN_yE_zA_w$ 단층에 의해 정량화된 두께를 갖고, 여기서 M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같고, M, N, E 및 A 는 전술한 바와 같다.

[0826] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무기 재료 (2) 에 분산된 적어도 하나의 조밀 입자 (9) 를 더 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 적어도 하나의 조밀 입자 (9) 는 무기 재료 (2) 의 밀도보다 우수한 밀도를 갖는 조밀 재료를 포함한다.

[0827] 일 실시형태에 따르면, 조밀 재료는 3 eV 이상의 밴드갭을 갖는다.

[0828] 일 실시형태에 따르면, 조밀 재료의 예는 산화물, 예컨대 주석 산화물, 규소 산화물, 게르마늄 산화물, 알루미늄 산화물, 갈륨 산화물, 하프늄 산화물, 티타늄 산화물, 탄탈 산화물, 이테르븀 산화물, 지르코늄 산화물, 이트륨 산화물, 토륨 산화물, 아연 산화물, 란타나이드 산화물, 악티나이드 산화물, 알칼리 토금속 산화물, 혼합

된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들; 금속 황화물; 탄화물; 질화물; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0829] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 조밀 입자 (9) 는 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10% 또는 1% 의 최대 패킹 분율을 갖는다.

[0830] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 조밀 입자 (9) 는 적어도 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10 의 밀도를 갖는다.

[0831] 바람직한 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 예는 무기 재료에 캡슐화된 반도체 나노입자, 무기 재료에 캡슐화된 반도체 나노결정, 무기 재료에 캡슐화된 반도체 나노플레이트렛, 무기 재료에 캡슐화된 페로브스카이트 나노입자, 무기 재료에 캡슐화된 인광체 나노입자, 그리스로 코팅된 후 예컨대 Al_2O_3 와 같은 무기 재료에 캡슐화된 반도체 나노플레이트렛, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 그리스는 지질, 예를 들어 긴 비극성 탄소 사슬 분자; 하전된 말단기를 갖는 인지질 분자; 폴리머의 일부가 주쇄의 일부 또는 폴리머 측쇄의 일부인 긴 비극성 탄소 사슬의 도메인을 갖는 블록 코폴리머 또는 코폴리머와 같은 폴리머; 또는 카르복실레이트, 설페이트, 포스포네이트 또는 티올을 포함하는 말단 작용기를 갖는 긴 탄화수소 사슬을 지칭할 수 있다.

[0832] 바람직한 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 예는 $CdSe/CdZnS@SiO_2$, $CdSe/CdZnS@Si_xCd_yZn_zO_w$, $CdSe/CdZnS@Al_2O_3$, $InP/ZnS@Al_2O_3$, $CH_5N_2-PbBr_3@Al_2O_3$, $CdSe/CdZnS-Au@SiO_2$, $Fe_3O_4@Al_2O_3-CdSe/CdZnS@SiO_2$, $CdS/ZnS@Al_2O_3$, $CdSeS/CdZnS@Al_2O_3$, $CdSe/CdS/ZnS@Al_2O_3$, $InP/ZnSe/ZnS@Al_2O_3$, $CuInS_2/ZnS@Al_2O_3$, $CuInSe_2/ZnS@Al_2O_3$, $CdSe/CdS/ZnS@SiO_2$, $CdSeS/ZnS@Al_2O_3$, $CdSeS/CdZnS@SiO_2$, $InP/ZnS@SiO_2$, $CdSeS/CdZnS@SiO_2$, $InP/ZnSe/ZnS@SiO_2$, $Fe_3O_4@Al_2O_3$, $CdSe/CdZnS@ZnO$, $CdSe/CdZnS@ZnO$, $CdSe/CdZnS@Al_2O_3@MgO$, $CdSe/CdZnS-Fe_3O_4@SiO_2$, 인광체 나노입자@Al_2O_3, 인광체 나노입자@ZnO, 인광체 나노입자@SiO_2, 인광체 나노입자 @HfO_2, $CdSe/CdZnS@HfO_2$, $CdSeS/CdZnS@HfO_2$, $InP/ZnS@HfO_2$, $CdSeS/CdZnS@HfO_2$, $InP/ZnSe/ZnS@HfO_2$, $CdSe/CdZnS-Fe_3O_4@HfO_2$, $CdSe/CdS/ZnS@SiO_2$, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않고; 인광체 나노입자는 이트륨 알루미늄 가넷 입자 (YAG, $Y_3Al_5O_{12}$), (Ca,Y)-α-SiAlON:Eu 입자, $((Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce)$ 입자, $CaAlSiN_3$:Eu 입자, 황화물계 인광체 입자, PFS:Mn^{4+} 입자 (포타슘 플루오로실리케이트) 를 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0833] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 TiO_2 에 캡슐화된 양자점, TiO_2 에 캡슐화된 반도체 나노결정 또는 TiO_2 에 캡슐화된 반도체 나노플레이트렛을 포함하지 않는다.

[0834] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 나노입자들 (3) 과 무기 재료 (2) 사이에 스페이서 층을 포함하지 않는다.

[0835] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 하나의 코어/셸 나노입자를 포함하지 않고, 코어는 형광성이며 적색 광을 방출하고, 셸은 나노입자들 (3) 과 무기 재료 (2) 사이의 스페이서 층이다.

[0836] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 코어/셸 나노입자 및 복수의 나노입자들 (3) 을 포함하지 않고, 코어는 형광성이며 적색 광을 방출하고, 셸은 나노입자들 (3) 과 무기 재료 (2) 사이의 스페이서 층이다.

[0837] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 하나의 형광성 코어, 스페이서 층, 캡슐화 층 및 복수의 양자점을 포함하지 않고, 형광성 코어는 적색 광을 방출하고, 스페이서 층은 상기 형광성 코어와 무기 재료 (2) 사이에 위치된다.

[0838] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는, 스페이서 층에 의해 둘러싸이고 적색 광을 방출하는 형광성 코어를 포함하지 않는다.

[0839] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 형광성 코어를 덮는 또는 둘러싸는 나노입자들을 포함하지 않는다.

[0840] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적색 광을 방출하는 형광성 코어를 덮는 또는 둘러싸는 나노입자들을 포함하지 않는다.

[0841] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 실리케이트 인광체, 알루미네이트 인광체, 포스페이트 인광체, 황화물 인광체, 질화물 인광체, 질소 산화물 인광체 및 상기한 2 이상의 재료들의 임의의 조합으로 이루어진 그룹으로

부터 선택된 특정 재료로 제조된 형광성 코어를 포함하지 않으며, 상기 형광성 코어는 스페이서 층에 의해 덮인다.

[0842] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 복합 입자 (1) 이며, 상기 복합 입자 (1) 는 작용화된다.

[0843] 그리고, 작용화된 복합 입자 (1) 는 추가 사용을 위해 호스트 재료 내에 분산될 수 있다.

[0844] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료는 아세테이트, 카보네이트, 클로라이드, 시트레이트, 시아나이드, 플루오라이드, 나이트레이트, 나이트라이트, 포스페이트 또는 설페이트에 기반하는 이온성 결정을 포함할 수 있다.

[0845] 일부 적용, 예를 들어 생물학적 적용은 입자가 예컨대 생체 적합성 제제로 작용화될 것을 요구한다.

[0846] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 특정 결합 성분으로 작용화되고, 상기 특정 결합 성분은 항원, 스테로이드, 비타민, 약물, 합텐, 대사물, 독소, 환경 오염 물질, 아미노산, 펩티드, 단백질, 항체, 다당류, 뉴클레오티드, 뉴클레오시드, 올리고뉴클레오티드, 소랄렌, 호르몬, 핵산, 핵산 폴리머, 탄수화물, 지질, 인지질, 리포단백질, 리포다당류, 리포솜, 친유성 폴리머, 합성 폴리머, 폴리머성 미세입자, 생물학적 세포, 바이러스 및 이들의 조합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 바람직한 펩티드는 뉴로펩티드, 사이토카인, 독소, 프로테아제 기질 및 단백질 키나아제 기질을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 바람직한 단백질 결합체는 효소, 항체, 렉틴, 당단백질, 히스톤, 알부민, 리포단백질, 아비딘, 스트랩타비딘, 단백질 A, 단백질 G, 피코빌리단백질 및 다른 형광성 단백질, 호르몬, 독소 및 성장 인자를 포함한다. 바람직한 핵산 폴리머는 단일 또는 다중 가닥의 천연 또는 합성 DNA 또는 RNA 올리고뉴클레오티드, 또는 DNA/RNA 하이브리드, 또는 핵산이 50 개 미만의 뉴클레오타이드, 보다 전형적으로 25 개 미만의 뉴클레오티드를 함유하는 N-(2-아미노에틸)글리신 유닛과 같은 펩타이드 핵산, 또는 모르핀 유도 포스파이드와 특이한 링커를 포함한다. 본 발명의 복합 입자 (1) 의 작용화는 본 기술분야에 공지된 기술을 사용하여 행해질 수 있다.

[0847] 본 발명의 다른 목적은 적어도 하나의 호스트 재료 (71) 및 본 발명의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 광 방출 재료 (7) 에 관한 것으로, 상기 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 (도 6A 에 도시된 바와 같이) 적어도 하나의 호스트 재료 (71) 에 분산된다.

[0848] 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 호스트 재료 (71) 에 의해 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 복합 입자 (1) 의 보호를 허용한다. 따라서, 상기 광 방출 재료 (7) 의 위에의 보충 보호 층의 디포지션이 필수가 아니며, 이로써 시간, 돈, 및 발광성 손실을 줄일 수 있다.

[0849] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 부분적으로 또는 전적으로 둘러싸고, 캡슐화하고 그리고/또는 덮는다.

[0850] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 복합 입자들 (1) 을 더 포함한다.

[0851] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 2 개의 호스트 재료들 (71) 을 포함한다. 이 실시형태에서, 호스트 재료들은 상이하거나 동일할 수 있다.

[0852] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 호스트 재료들 (71) 을 포함한다.

[0853] 일 실시형태에 따르면, 복수의 복합 입자들 (1) 은 호스트 재료 (71) 에 균일하게 분산된다.

[0854] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 에서의 복합 입자 (1) 의 로딩 차지는 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 이다.

[0855] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 에서의 복합 입자 (1) 의 로딩 차지는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%,

62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 미만이다.

[0856] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 에 분산된 복합 입자 (1) 는 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 의 패킹 분율을 갖는다.

[0857] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 에 분산된 복합 입자 (1) 는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 미만의 패킹 분율을 갖는다.

[0858] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 은 인접하고, 접촉하고 있다.

[0859] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 은 터치하지 않고, 접촉하지 않는다.

[0860] 일 실시형태에 따르면, 동일한 호스트 재료 (71) 내에서, 복합 입자들 (1) 은 터치하지 않고, 접촉하지 않는다.

[0861] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 은 호스트 재료 (71) 에 의해 분리된다.

[0862] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 은 예를 들어 종래의 현미경, 투과형 전자 현미경, 주사 투과형 전자 현미경, 주사 전자 현미경, 또는 형광 주사 현미경에 의해 개별적으로 입증될 수 있다.

[0863] 일 실시형태에 따르면, 복수의 복합 입자들 (1) 의 각각의 복합 입자 (1) 는 그의 인접한 복합 입자 (1) 로부터 평균 최소 거리만큼 이격된다.

[0864] 일 실시형태에 따르면, 두 복합 입자 (1) 사이의 평균 최소 거리는 제어된다.

[0865] 일 실시형태에 따르면, 통계적 복합 입자들 (1) 세트 또는 호스트 재료 (71) 내의 두 복합 입자 (1) 사이의 평균 최소 거리는 적어도 1 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90

㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 300 ㎛, 400 ㎛, 500 ㎛, 600 ㎛, 700 ㎛, 800 ㎛, 900 ㎛, 또는 1 mm 이다.

[0866] 일 실시형태에 따르면, 통계적 복합 입자들 (1) 세트 또는 호스트 재료 (71) 내의 두 복합 입자 (1) 사이의 평균 거리는 적어도 1 nm, 1.5 nm, 2 nm, 2.5 nm, 3 nm, 3.5 nm, 4 nm, 4.5 nm, 5 nm, 5.5 nm, 6 nm, 6.5 nm, 7 nm, 7.5 nm, 8 nm, 8.5 nm, 9 nm, 9.5 nm, 10 nm, 10.5 nm, 11 nm, 11.5 nm, 12 nm, 12.5 nm, 13 nm, 13.5 nm, 14 nm, 14.5 nm, 15 nm, 15.5 nm, 16 nm, 16.5 nm, 17 nm, 17.5 nm, 18 nm, 18.5 nm, 19 nm, 19.5 nm, 20 nm, 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.5 ㎛, 5 ㎛, 5.5 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 300 ㎛, 400 ㎛, 500 ㎛, 600 ㎛, 700 ㎛, 800 ㎛, 900 ㎛, 또는 1 mm 이다.

[0867] 일 실시형태에 따르면, 통계적 복합 입자들 (1) 세트 또는 호스트 재료 (71) 내의 두 복합 입자 (1) 사이의 평균 거리는 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, 1.6%, 1.7%, 1.8%, 1.9%, 2%, 2.1%, 2.2%, 2.3%, 2.4%, 2.5%, 2.6%, 2.7%, 2.8%, 2.9%, 3%, 3.1%, 3.2%, 3.3%, 3.4%, 3.5%, 3.6%, 3.7%, 3.8%, 3.9%, 4%, 4.1%, 4.2%, 4.3%, 4.4%, 4.5%, 4.6%, 4.7%, 4.8%, 4.9%, 5%, 5.1%, 5.2%, 5.3%, 5.4%, 5.5%, 5.6%, 5.7%, 5.8%, 5.9%, 6%, 6.1%, 6.2%, 6.3%, 6.4%, 6.5%, 6.6%, 6.7%, 6.8%, 6.9%, 7%, 7.1%, 7.2%, 7.3%, 7.4%, 7.5%, 7.6%, 7.7%, 7.8%, 7.9%, 8%, 8.1%, 8.2%, 8.3%, 8.4%, 8.5%, 8.6%, 8.7%, 8.8%, 8.9%, 9%, 9.1%, 9.2%, 9.3%, 9.4%, 9.5%, 9.6%, 9.7%, 9.8%, 9.9%, 또는 10% 이하의 편차를 가질 수 있다.

[0868] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 광학적으로 투명한 보이드 영역을 포함하지 않는다.

[0869] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 둘러싸는 보이드 영역을 포함하지 않는다.

[0870] 일 실시형태에 따르면, 도 6B 에 도시된 것처럼, 광 방출 재료 (7) 는 무기 재료 (21) 를 포함하는 적어도 하나의 입자; 및 복수의 나노입자들을 더 포함하고, 상기 무기 재료 (21) 는 본 발명의 복합 입자에 포함된 무기 재료 (2) 와 다르다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (21) 를 포함하는 상기 적어도 하나의 입자는 비어 있고, 즉 어떠한 나노입자도 포함하지 않는다.

[0871] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 무기 재료 (21) 를 포함하는 적어도 하나의 입자; 및 복수의 나노입자들을 더 포함하고, 상기 무기 재료 (21) 는 본 발명의 복합 입자에 포함된 무기 재료 (2) 와 동일하다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (21) 를 포함하는 상기 적어도 하나의 입자는 비어 있고, 즉 어떠한 나노입자도 포함하지 않는다.

[0872] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 무기 재료 (21) 를 포함하는 적어도 하나의 입자를 더 포함하고, 상기 무기 재료 (21) 는 본 발명의 복합 입자에 포함된 무기 재료 (2) 와 동일하다. 이 실시형태에서, 무기

재료 (21) 를 포함하는 상기 적어도 하나의 입자는 비어 있고, 즉 어떠한 나노입자도 포함하지 않는다.

[0873] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 무기 재료 (21) 를 포함하는 적어도 하나의 입자를 더 포함하고, 상기 무기 재료 (21) 는 본 발명의 복합 입자에 포함된 무기 재료 (2) 와 다르다. 이 실시형태에서, 무기 재료 (21) 를 포함하는 상기 적어도 하나의 입자는 비어 있고, 즉 어떠한 나노입자도 포함하지 않는다.

[0874] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 또는 95% 의, 무기 재료 (21) 를 포함하는 입자를 또한 포함한다.

[0875] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (21) 를 포함하는 입자는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 와 다른 크기를 갖는다.

[0876] 일 실시형태에 따르면, 무기 재료 (21) 를 포함하는 입자는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 와 동일한 크기를 갖는다.

[0877] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 나노입자들을 더 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 나노입자들은 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 과 상이하다.

[0878] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 나노입자들을 더 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 나노입자들은 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 나노입자들 (3) 과 동일하다.

[0879] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 또는 95% 의 나노입자를 더 포함하고, 상기 나노입자는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함되지 않는다.

[0880] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 산소가 없다.

[0881] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 물이 없다.

[0882] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 용매를 더 포함할 수 있다.

[0883] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 용매를 포함하지 않는다.

[0884] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는 액체를 더 포함할 수 있다: 1-메톡시-2-프로판올, 2-피롤리디논, C4 내지 C8 1,2-알칸디올, 지방족 또는 지환족 케톤, 메틸 에틸 케톤, C1-C4 알칸올, 예컨대 메탄올, 에탄올, 메탄올 프로판올, 또는 이소프로판올, 케톤, 에스테르, 에틸렌 글리콜 또는 프로필렌 글리콜의 에테르, 아세탈, 아크릴 수지, 폴리비닐 아세테이트, 폴리비닐 알코올, 폴리아미드 수지, 폴리우레탄 수지, 에폭시 수지, 알키드 에스테르, 질화된 셀룰로오스, 에틸 셀룰로오스, 소듐 카르복시메틸 셀룰로오스, 알키드, 말레익, 셀룰로오스 유도체, 포름알데히드, 고무 수지, 페놀릭, 프로필 아세테이트, 글리콜 에테르, 지방족 탄화수소, 아세테이트, 에스테르. 아크릴, 셀룰로오스 에스테르, 니트로셀룰로오스, 변성 수지, 알콕시화 알코올, 2-피롤리돈, 2-피롤리돈의 동족체, 글리콜, 물 또는 이들의 혼합물.

[0885] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 광 방출 재료 (7) 의 총 중량에 비해 중량으로 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 또는 95% 의 수준으로 액체를 포함한다.

[0886] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 호스트 재료 (71) 에 분산된 산란 입자들을 더 포함한다. 산란 입자들의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, Ag, Au, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 상기 산란 입자들은 광 방출 재료 (7) 의 내부에서 광 산란을 증가시키는 것을 도울 수 있어서, 광자와 산란 입자 사이에 더 많은 상호 작용이 있고, 따라서 입자들에 의한 광 흡수가 더 많아진다.

[0887] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 호스트 재료 (71) 에 분산된 열 전도체 입자들을 더 포함한다. 열 전도체 입자들의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, CaO, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 호스트 재료 (71) 의 열 전도율은 증가된다.

[0888] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기

방출 피크는 400 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다.

[0889] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 400 nm 내지 500 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 청색 광을 방출한다.

[0890] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 녹색 광을 방출한다.

[0891] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 560 nm 내지 590 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 황색 광을 방출한다.

[0892] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내고, 상기 방출 피크는 590 nm 내지 750 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적색 광을 방출한다.

[0893] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 나타내며, 상기 방출 피크는 750 nm 내지 50 ㎛ 의 최대 방출 파장을 갖는다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 근적외선, 중적외선, 또는 적외선 광을 방출한다.

[0894] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼들을 나타낸다.

[0895] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 방출 스펙드럼들을 나타낸다.

[0896] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 99% 또는 100% 의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 을 갖는다.

[0897] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 감소를 나타낸다.

[0898] 일 실시형태에 따르면, 광 조명은 레이저, 다이오드, 형광등 또는 Xenon Arc Lamp 와 같은 청색, 녹색, 적색, 또는 UV 광원에 의해 제공된다. 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 1 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $kW.cm^{-2}$, 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $W.cm^{-2}$, 보다 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 30 $W.cm^{-2}$ 이다.

[0899] 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 이다.

[0900] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$

$^{-2}$, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[0901] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다.

[0902] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 평균 피크 펄스 전력을 갖는 펄스 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[0903] 일 바람직한 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 평균 피크 펄스 전력 또는 광자 플럭스를 갖는 펄스 광 또는 연속 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[0904] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2},

190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 평균 피크 펄스 전력을 갖는 펄스 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다.

[0905] 일 바람직한 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 평균 피크 펄스 전력 또는 광자 플럭스를 갖는 펄스 광 또는 연속 광 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 감소를 나타낸다.

[0906] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 산소가 없다.

[0907] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 물이 없다.

[0908] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[0909] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 200nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000 nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 광학적으로 투명하다.

[0910] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 450 nm 에서 1.0 내지 3.0, 1.2 내지 2.6, 1.4 내지 2.0 의 굴절률을 갖는다.

[0911] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 450 nm 에서 적어도 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 또는 3.0 의 굴절률을 갖는다.

[0912] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 의 굴절률 또는 복합 입자 (1) 의 굴절률과 구별되는 굴절률을 갖는다. 이 실시형태는 더 넓은 광 산란을 허용한다.

이 실시형태는 또한, 여기광의 파장이 방출된 광의 파장보다 작으므로, 특히 방출된 광의 산란에 대해 여기광의 산란을 증가시키기 위해 파장의 함수로서 광 산란의 차이를 가질 수 있게 한다.

[0913] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 적어도 0.02, 0.025, 0.03, 0.035, 0.04, 0.045, 0.05, 0.055, 0.06, 0.065, 0.07, 0.075, 0.08, 0.085, 0.09, 0.095, 0.1, 0.11, 0.115, 0.12, 0.125, 0.13, 0.135, 0.14, 0.145, 0.15, 0.155, 0.16, 0.165, 0.17, 0.175, 0.18, 0.185, 0.19, 0.195, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6, 0.65, 0.7, 0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95, 1, 1.1, 1.15, 1.2, 1.25, 1.3, 1.35, 1.4, 1.45, 1.5, 1.55, 1.6, 1.65, 1.7, 1.75, 1.8, 1.85, 1.9, 1.95, 또는 2 의, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 의 굴절률 또는 복합 입자 (1) 의 굴절률과의 굴절률 차이를 갖는다.

[0914] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 0.02 내지 2, 0.02 내지 1.5, 0.03 내지 1.5, 0.04 내지 1.5, 0.05 내지 1.5, 0.02 내지 1.2, 0.03 내지 1.2, 0.04 내지 1.2, 0.05 내지 1.2, 0.05 내지 1, 0.1 내지 1, 0.2 내지 1, 0.3 내지 1, 0.5 내지 1, 0.05 내지 2, 0.1 내지 2, 0.2 내지 2, 0.3 내지 2, 또는 0.5 내지 2 의, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 와의 굴절률 차이를 갖는다.

[0915] 굴절률 차이는 450 nm 에서 측정되었다.

[0916] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 무기 재료 (2) 의 굴절률보다 우수한 또는 그와 동일한 굴절률을 갖는다.

[0917] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 무기 재료 (2) 의 굴절률보다 열등한 굴절률을 갖는다.

[0918] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (17) 중의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 광을 산란시키도록 구성된다.

[0919] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 1% 내지 100% 의 헤이즈 인자를 갖는다.

[0920] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 은 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 헤이즈 인자를 갖는다.

[0921] 헤이즈 인자는 광원으로 조사되는 때 시야각 이상으로 재료에 의해 산란된 광의 강도와 재료에 의해 전달된 전체 강도 사이의 비율에 의해 계산된다.

[0922] 일 실시형태에 따르면, 헤이즈 인자를 측정하는 데 사용된 시야각은 0° 내지 20° 이다.

[0923] 일 실시형태에 따르면, 헤이즈 인자를 측정하는 데 사용된 시야각은 적어도 0° , 1° , 2° , 3° , 4° , 5° , 6° , 7° , 8° , 9° , 10° , 11° , 12° , 13° , 14° , 15° , 16° , 17° , 18° , 19° , 또는 20° 이다.

[0924] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 중의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 도파관으로서 역할하도록 구성된다. 이 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 의 굴절률은 호스트 재료 (71) 의 굴절률보다 더 높다.

[0925] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 구형 형상을 갖는다. 구형 형상은 도파관으로서 작동하도록 광이 복합 입자를 떠나지 않고 복합 입자 (1) 내에서 순환할 수 있게 한다. 구형 형상은 광이 위스퍼링-갤러리 웨이브 모드를 가질 수 있게 한다. 더욱이, 완벽한 구형 형상은 산란광의 강도의 변동을 방지한다.

[0926] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 중의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 상기 복합 입자 (1) 내부에서 광의 다중 반사를 생성하도록 구성된다.

[0927] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 에 포함된 무기 재료 (2) 의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 이 실시형태에서, 광의 산란이 방지된다.

[0928] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 열 절연체이다.

[0929] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 열 전도체이다.

[0930] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0931] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3

W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[0932] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 전기 절연체이다.

[0933] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 전기 전도성이다.

[0934] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 표준 조건에서 $1X10^{-20}$ 내지 10^{7} S/m, 바람직하게는 $1X10^{-15}$ 내지 5 S/m, 더 바람직하게는 $1X10^{-7}$ 내지 1 S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0935] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 표준 조건에서 적어도 $1X10^{-20}$ S/m, $0.5X10^{-19}$ S/m, $1X10^{-19}$ S/m, $0.5X10^{-18}$ S/m, $1X10^{-18}$ S/m, $0.5X10^{-17}$ S/m, $1X10^{-17}$ S/m, $0.5X10^{-16}$ S/m, $1X10^{-16}$ S/m, $0.5X10^{-15}$ S/m, $1X10^{-15}$ S/m, $0.5X10^{-14}$ S/m, $1X10^{-14}$ S/m, $0.5X10^{-13}$ S/m, $1X10^{-13}$ S/m, $0.5X10^{-12}$ S/m, $1X10^{-12}$ S/m, $0.5X10^{-11}$ S/m, $1X10^{-11}$ S/m, $0.5X10^{-10}$ S/m, $1X10^{-10}$ S/m, $0.5X10^{-9}$ S/m, $1X10^{-9}$ S/m, $0.5X10^{-8}$ S/m, $1X10^{-8}$ S/m, $0.5X10^{-7}$ S/m, $1X10^{-7}$ S/m, $0.5X10^{-6}$ S/m, $1X10^{-6}$ S/m, $0.5X10^{-5}$ S/m, $1X10^{-5}$ S/m, $0.5X10^{-4}$ S/m, $1X10^{-4}$ S/m, $0.5X10^{-3}$ S/m, $1X10^{-3}$ S/m, $0.5X10^{-2}$ S/m, $1X10^{-2}$ S/m, $0.5X10^{-1}$ S/m, $1X10^{-1}$ S/m, 0.5 S/m, 1 S/m, 1.5 S/m, 2 S/m, 2.5 S/m, 3 S/m, 3.5 S/m, 4 S/m, 4.5 S/m, 5 S/m, 5.5 S/m, 6 S/m, 6.5 S/m, 7 S/m, 7.5 S/m, 8 S/m, 8.5 S/m, 9 S/m, 9.5 S/m, 10 S/m, 50 S/m, 10^{2} S/m, $5X10^{2}$ S/m, 10^{3} S/m, $5X10^{3}$ S/m, 10^{4} S/m, $5X10^{4}$ S/m, 10^{5} S/m, $5X10^{5}$ S/m, 10^{6} S/m, $5X10^{6}$ S/m, 또는 10^{7} S/m 의 전기 전도도를 갖는다.

[0936] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 의 전기 전도도는 예컨대 임피던스 분광계로 측정될 수 있다.

[0937] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 필름의 형상으로 경화되어 필름을 생성할 수 있다.

[0938] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 폴리머성이다.

[0939] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 후술하는 바와 같이 유기 재료를 포함한다.

[0940] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 후술하는 바와 같이 유기 폴리머를 포함한다.

[0941] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 가열함으로써 그리고/또는 UV 광에 노출시킴으로써 중합될 수 있다.

[0942] 일 실시형태에 따르면, 폴리머성 호스트 재료 (71) 는 실리콘계 폴리머, 폴리디메틸실록산 (PDMS), 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리카보네이트, 폴리(비닐 알코올), 폴리비닐피롤리돈, 폴리비닐피리딘, 다당류, 폴리(에틸렌 글리콜), 멜라민 수지, 페놀 수지, 알킬 수지, 에폭시 수지, 폴리우레탄 수지, 말레 수지, 폴리아미드 수지, 알킬 수지, 말레 수지, 테르펜 수지, 아크릴 수지 또는 아크릴레이트계 수지, 예컨대 PMMA, 수지를 형성하는 코폴리머, 코폴리머, 블록 코폴리머, UV 개시제 또는 열적 개시제 (thermic initiator) 를 포함하는 중합 가능한 모노머, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0943] 일 실시형태에 따르면, 폴리머성 호스트 재료 (71) 는 열경화성 수지, 감광성 수지, 포토레지스트 수지, 광경화성 수지, 또는 건조-경화성 (dry-curable) 수지를 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 열경화성 수지 및 광경화성 수지는 열 및 광을 각각 사용하여 경화된다. 건조 경질 수지의 사용을 위해, 수지는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 가 분산되어 있는 용매에 열을 가함으로써 경화된다.

[0944] 열경화성 수지 또는 광경화성 수지가 사용되는 때, 결과적인 광 방출 재료 (7) 의 조성은 광 방출 재료 (7) 의 원료의 조성과 동일하다. 그러나, 건조-경화성 수지가 사용되는 때, 결과적인 광 방출 재료 (7) 의 조성은 광 방출 재료 (7) 의 원료의 조성과 상이할 수 있다. 열에 의한 건조 경화 동안, 용매는 부분적으로 증발된다. 따라서, 광 방출 재료 (7) 의 원료 중의 복합 입자 (1) 의 체적 비는 결과적인 광 방출 재료 (7) 중의 복합 입자 (1) 의 체적 비보다 더 낮을 수 있다.

[0945] 수지의 경화 시, 체적 수축이 야기된다. 일 실시형태에 따르면, 열경화성 수지 또는 광경화성 수지로부터 적어도 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 또는 20% 의 수축이 일어난다. 일 실시형태에 따르면, 건조-경화형 수지는 적어도 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, 8%, 8.5%, 9%, 9.5%, 10%, 15%, 또는 20% 만큼 수축된다. 수지의 수축은 복합 입자 (1) 의 이동을 야기할 수 있고, 이는 광 방출 재료 (7) 중의 복합 입자 (1) 의 분산도를 낮출 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시형태들은 상기 광 방출 재료 (7) 에 다른 입자를 도입함으로써 복합 입자 (1) 의 이동을 방지함으로써 높은 분산성을 유지할 수 있다.

[0946] 일 실시형태에서, 호스트 재료 (71) 는 모노머, 올리고머, 폴리머 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있는 중합 가능한 제형일 수 있다.

[0947] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 가교제, 산란제, 광 개시제 또는 열 개시제를 더 포함할 수 있다.

[0948] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 메톡시, 에톡시, 프로폭시, 부톡시 및 유사한 유도체로 치환된 아크릴산, 메타크릴산, 크로톤산, 아크릴로니트릴, 아크릴 에스테르와 같은 알킬 메타크릴레이트 또는 알킬 아크릴레이트, 예컨대 메틸 아크릴레이트, 에틸 아크릴레이트, 프로필 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이소부틸 아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 노보닐 아크릴레이트, 2-에틸 헥실 아크릴레이트, 2-히드록시에틸 아크릴레이트, 4-히드록시부틸 아크릴레이트, 벤질 아크릴레이트, 페닐 아크릴레이트, 이소보르닐 아크릴레이트, 히드록시프로필 아크릴레이트, 플루오리네이티드 아크릴 모노머, 클로리네이티드 아크릴 모노머, 메타크릴산, 메틸 메타크릴레이트, n-부틸 메타크릴레이트, 이소부틸 메타크릴레이트, 2-에틸 헥실 메타크릴레이트, 2-히드록시에틸 메타크릴레이트, 4-히드록시부틸 메타크릴레이트, 벤질 메타크릴레이트, 페닐 메타크릴레이트, 라우릴 메타크릴레이트, 노보닐 메타크릴레이트, 이소보르닐 메타크릴레이트, 히드록시프로필 메타크릴레이트, 플루오리네이티드 메타크릴 모노머, 클로리네이티드 메타크릴 모노머, 알킬 크로토네이트, 알릴 크로토네이트, 글리시딜 메타크릴레이트 및 관련 에스테르로부터 제조된 모노머, 올리고머 또는 폴리머를 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0949] 다른 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 아크릴아미드, 알킬아크릴아미드, N-tert-부틸아크릴아미드, 디아세톤 아크릴아미드, N,N-디에틸아크릴아미드, N-(이소부톡시메틸)아크릴아미드, N-(3-메톡시프로필)아크릴아미드, N-디페닐메틸아크릴아미드, N-에틸아크릴아미드, N-히드록시에틸 아크릴아미드, N-(이소부톡시메틸)아크릴아미드, N-이소프로필아크릴아미드, N-(3-메톡시프로필)아크릴아미드, N-페닐아크릴아미드, N-[트리스(히드록시메틸)메틸]아크릴아미드, N,N-디에틸메타크릴아미드, N,N디메틸아크릴아미드, N-[3-(디메틸아미노)프로필]메타크릴아미드, N-(히드록시메틸)아크릴아미드, 2-히드록시프로필 메타크릴아미드, N-이소프로필메타크릴아미드, 메타크릴아미드, N-(트리페닐메틸)메타크릴아미드, 폴리 (3,4-에틸렌디옥시티오펜), 폴리(에틸렌 디옥시티오펜)/폴리(스티렌 술폰산) (PEDOT/PSS), 폴리아닐린/캠퍼 술폰산 (PANI/CSA) 의 수용액, PTPDES, Et-PIT- DEK, PPBA, 및 유사 유도체와 같은 알킬 아크릴아미드 또는 알킬 메타크릴아미드로부터 제조된 모노머, 올리고머 또는 폴리머를

포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0950] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 알파-올레핀, 부타디엔 및 클로로프렌과 같은 디엔; 스티렌, 알파-메틸스티렌 등; 헤테로원자 치환된 알파-올레핀, 예컨대 비닐 아세테이트, 비닐 알킬 에스테르, 예컨대 에틸 비닐 에테르, 비닐트리메틸실란, 비닐 클로라이드, 테트라플루오로에틸렌, 클로로트리플루오로에틸렌, 시클릭 및 폴리시클릭 올레핀 화합물, 예컨대 시클로펜텐, 시클로헥센, 시클로헵텐, 시클로옥텐, 및 C20 까지 시클릭 유도체; 폴리시클릭 유도체, 예컨대 노보넨 (norbornene), 및 C20 까지 유사 유도체; 시클릭 비닐 에스테르, 예컨대 2, 3-디히드로푸란, 3,4-디히드로히란, 및 유사 유도체; 알릴 알코올 유도체, 예컨대 비닐에틸렌 카보네이트, 2치환기 올레핀, 예컨대 말레 및 푸마르 화합물, 예컨대 말레산 무수물, 디에틸푸마레이트 등으로부터 제조된 모노머, 올리고머 또는 폴리머, 및 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0951] 일 실시형태에서, 가교제의 예는 디-아크릴레이트, 트리-아크릴레이트, 테트라-아크릴레이트, 디-메타크릴레이트, 트리-메타크릴레이트 및 테트라-메타크릴레이트 모노머 유도체 등을 포함하며 이로 제한되지 않는다. 가교제의 다른 예는 알릴 메타크릴레이트, 디알릴 말레에이트, 1,3-부탄디올 디메타크릴레이트, 1,4-부탄디올 디메타크릴레이트, 1,6-헥산디올 디메타크릴레이트, 펜타에리트리톨 트리아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 디메타크릴레이트, 트리에틸렌 글리콜 디메타크릴레이트, N,N-메틸렌비스(아크릴아미드), N,N'-헥사메틸렌비스(메타크릴아미드), 및 디비닐 벤젠과 같은 2- 또는 3-작용성 모노머들로부터 제조된 모노머, 올리고머 또는 폴리머를 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0952] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 산란 입자를 더 포함할 수 있다. 산란 입자의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, Ag, Au, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0953] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 열 전도체를 더 포함할 수 있다. 열 전도체의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, CaO, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

이 실시형태에서, 호스트 재료 (71) 의 열 전도율이 증가된다.

[0954] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 광 개시제를 더 포함할 수 있다. 광 개시제의 예는 α-히드록시케톤, 페닐글리옥실레이트, 벤질디메틸-케탈, α-아미노케톤, 모노아실포스핀 산화물, 비스아실포스핀 산화물, 포스핀 산화물, 벤조페논 및 유도체, 폴리비닐 신남메이트, 메탈로센 또는 요오도늄 염 유도체 등을 포함하며 이로 제한되지 않는다. 광 개시제의 다른 예는 Irgacure® 광개시제 및 Esacure® 광개시제 등을 포함한다.

[0955] 일 실시형태에서, 중합 가능한 제형은 열 개시제를 더 포함할 수 있다. 열 개시제의 예는 과산화물 화합물, 아조 화합물, 예컨대 아조비스아이소뷰티로나이트릴 (AIBN) 및 4,4-아조비스(4-시아노발레르산), 칼륨 및 암모늄 퍼설페이트, tert-부틸 과산화물, 벤조일 과산화물 등을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0956] 일 실시형태에서, 폴리머성 호스트 재료 (71) 는 메톡시, 에톡시, 프로폭시, 부톡시, 및 유사 유도체로 치환된 아크릴산, 메타크릴산, 크로톤산, 아크릴로니트릴, 아크릴 에스테르와 같은 알킬 메타크릴레이트 또는 알킬 아크릴레이트, 예컨대 메틸 아크릴레이트, 에틸 아크릴레이트, 프로필 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이소부틸 아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 노보닐 아크릴레이트, 2-에틸 헥실 아크릴레이트, 2-히드록시에틸 아크릴레이트, 4-히드록시부틸 아크릴레이트, 벤질 아크릴레이트, 페닐 아크릴레이트, 이소보르닐 아크릴레이트, 히드록시프로필 아크릴레이트, 플루오리네이티드 아크릴 모노머, 클로리네이티드 아크릴 모노머s, 메타크릴산, 메틸 메타크릴레이트, n부틸 메타크릴레이트, 이소부틸 메타크릴레이트, 2-에틸 헥실 메타크릴레이트, 2-히드록시에틸 메타크릴레이트, 4-히드록시부틸 메타크릴레이트, 벤질 메타크릴레이트, 페닐 메타크릴레이트, 라우릴 메타크릴레이트, 노보닐 메타크릴레이트, 이소보르닐 메타크릴레이트, 히드록시프로필 메타크릴레이트, 플루오리네이티드 메타크릴 모노머, 클로리네이티드 메타크릴 모노머, 알킬 크로토네이트, 알릴 크로토네이트, 글리시딜 메타크릴레이트 및 관련 에스테르로로부터 제조된 중합된 솔리드일 수 있다.

[0957] 일 실시형태에서, 폴리머성 호스트 재료 (71) 는 아크릴아미드, 알킬아크릴아미드, Ntert-부틸아크릴아미드, 디아세톤 아크릴아미드, N,N-디에틸아크릴아미드, N-(이소부톡시메틸)아크릴아미드, N-(3-메톡시프로필)아크릴아미드, N디페닐메틸아크릴아미드, N-에틸아크릴아미드, N-히드록시에틸 아크릴아미드, N-(이소부톡시메틸)아크릴아미드, N-이소프로필아크릴아미드, N-(3-메톡시프로필)아크릴아미드, N-페닐아크릴아미드, N-[트리스(히드록시메틸)메틸]아크릴아미드, N,N-디에틸메타크릴아미드, N,N디메틸아크릴아미드, N-[3-(디메틸아미노)프로필]메타크릴아미드, N-(히드록시메틸)아크릴아미드, 2-히드록시프로필 메타크릴아미드, N이소프로필메타크릴아미드, 메

타크릴아미드, N-(트리페닐메틸)메타크릴아미드, 폴리 (3,4-에틸렌디옥시티오펜), 폴리(에틸렌 디옥시티오펜)/폴리(스티렌 술폰산) (PEDOT/PSS), 폴리아닐린/캠퍼 술폰산 (PANI/CSA) 의 수용액, PTPDES, Et-PIT- DEK, PPBA, 및 유사 유도체와 같은 알킬 아크릴아미드 또는 알킬 메타크릴아미드로부터 제조된 중합된 솔리드일 수 있다.

[0958] 일 실시형태에서, 중합성 호스트 재료 (71) 는 알파-올레핀, 디엔, 예컨대 부타디엔 및 클로로프렌; 스티렌, 알파-메틸 스티렌 등; 헤테로원자 치환된 알파-올레핀, 예컨대 비닐 아세테이트, 비닐 알킬 에스테르, 예컨대 에틸 비닐 에테르, 비닐트리메틸실란, 비닐 클로라이드, 테트라플루오로에틸렌, 클로로트리플루오로에틸렌, 시클릭 및 폴리시클릭 올레핀 화합물, 예컨대 시클로펜텐, 시클로헥센, 시클로헵텐, 시클로옥텐, 및 C20 까지 시클릭 유도체; 폴리시클릭 유도체, 예컨대 노보넨, 및 C20 까지 유사 유도체; 시클릭 비닐 에스테르, 예컨대 2, 3-디히드로푸란, 3,4-디히드로히란, 및 유사 유도체; 알릴 알코올 유도체, 예컨대 비닐에틸렌 카보네이트, 2치환기 올레핀, 예컨대 말레 및 푸마르 화합물, 예컨대 말레산 무수물, 디에틸푸마레이트 등으로부터 제조된 중합된 솔리드, 및 이들의 혼합물일 수 있다.

[0959] 일 실시형태에서, 중합성 호스트 재료 (71) 는 PMMA, 폴리(라우릴 메타크릴레이트), 글리콜화 (glycolized) 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리(말레산 무수물 -알트옥타데센), 또는 이들의 혼합물일 수 있다.

[0960] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 용매를 더 포함할 수 있다. 이 실시형태에 따르면, 용매는 본 발명이 복합 입자 (1) 및 폴리머성 호스트 재료 (71), 예컨대 펜탄, 헥산, 헵탄, 1,2-헥산디올, 1,5-펜탄디올, 시클로헥산, 석유 에테르, 톨루엔, 벤젠, 크실렌, 클로로벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, THF (테트라히드로푸란), 아세토니트릴, 아세톤, 에탄올, 메탄올, 에틸 아세테이트, 에틸렌 글리콜, 디글림 (디에틸렌 글리콜 디메틸 에테르), 디에틸 에테르, DME (1,2-디메톡시-에탄, 글림), DMF (디메틸포름아미드), NMF (N-메틸포름아미드), FA (포름아미드), DMSO (디메틸 술폭시드), 1,4-디옥산, 트리에틸 아민, 알콕시 알코올, 알킬 알코올, 알킬 벤젠, 알킬 벤조에이트, 알킬 나프탈렌, 아밀 옥타노에이트, 아니솔, 아릴 알코올, 벤질 알코올, 부틸 벤젠, 부티로페논, 시스-데칼린, 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르, 도데실벤젠, 프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (PGMEA), 메시틸렌, 메톡시 프로판올, 메틸벤조에이트, 메틸나프탈렌, 메틸 피롤리디논, 페녹시 에탄올, 1,3-프로판디올, 피롤리디논, 트랜스-데칼린, 발레로페논, 또는 이들의 혼합물의 안정화를 허용하는 것이다.

[0961] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 전술한 바와 같은 적어도 2 개의 용매를 포함한다. 이 실시형태에서, 용매들은 함께 혼합 가능하다.

[0962] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 전술한 바와 같은 용매들의 블렌드를 포함한다. 이 실시형태에서, 용매들은 함께 혼합 가능하다.

[0963] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 전술한 바와 같은 복수의 용매를 포함한다. 이 실시형태에서, 용매들은 함께 혼합 가능하다.

[0964] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에 포함된 용매는 물과 혼합 가능하다.

[0965] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 용매들의 블렌드, 예컨대 벤질 알코올과 부틸 벤젠의 블렌드, 벤질 알코올과 아니솔의 블렌드, 벤질 알코올과 메시틸렌의 블렌드, 부틸 벤젠과 아니솔의 블렌드, 부틸 벤젠과 메시틸렌의 블렌드, 아니솔과 메시틸렌의 블렌드, 도데실 벤젠과 시스-데칼린의 블렌드, 도데실 벤젠과 벤질 알코올의 블렌드, 도데실 벤젠과 부틸 벤젠의 블렌드, 도데실 벤젠 및 아니솔의 블렌드, 도데실 벤젠과 메시틸렌의 블렌드, 시스-데칼린과 벤질 알코올의 블렌드, 시스-데칼린과 부틸 벤젠의 블렌드, 시스-데칼린과 아니솔의 블렌드, 시스-데칼린과 메시틸렌의 블렌드, 트랜스-데칼린과 벤질 알코올의 블렌드, 트랜스-데칼린과 부틸 벤젠의 블렌드, 트랜스-데칼린과 아니솔의 블렌드, 트랜스-데칼린과 메시틸렌의 블렌드, 메틸피롤리디논과 아니솔의 블렌드, 메틸벤조에이트와 아니솔의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 메틸 나프탈렌의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 메톡시 프로판올의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 페녹시 에탄올의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 트랜스-데칼린의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 메시 틸렌의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 부틸 벤젠의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 도데실 벤젠의 블렌드, 메틸 피롤리디논과 벤질 알코올의 블렌드, 아니솔과 메틸 나프탈렌의 블렌드, 아니솔과 메톡시 프로판올의 블렌드, 아니솔과 페녹시 에탄올의 블렌드, 아니솔과 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 메틸 나프탈렌의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 메톡시 프로판올의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 페녹시 에탄올의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 시스-데칼린의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 트랜스-데칼린의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 메시

틸렌의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 부틸 벤젠의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 도데실 벤젠의 블렌드, 메틸 벤조에이트와 벤질 알코올의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 메톡시 프로판올의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 페녹시 에탄올의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 시스-데칼린의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 트랜스-데칼린의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 메시틸렌의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 부틸 벤젠의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 도데실 벤젠의 블렌드, 메틸 나프탈렌과 벤질 알코올의 블렌드, 메톡시 프로판올과 페녹시 에탄올의 블렌드, 메톡시 프로판올과 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 메톡시 프로판올과 시스-데칼린의 블렌드, 메톡시 프로판올과 트랜스-데칼린의 블렌드, 메톡시 프로판올과 메시틸렌의 블렌드, 메톡시 프로판올과 부틸 벤젠의 블렌드, 메톡시 프로판올과 도데실 벤젠의 블렌드, 메톡시 프로판올과 벤질 알코올의 블렌드, 페녹시 에탄올과 아밀 옥타노에이트의 블렌드, 페녹시 프로판올과 메시틸렌의 블렌드, 페녹시 프로판올과 부틸 벤젠의 블렌드, 페녹시 프로판올과 도데실 벤젠의 블렌드, 페녹시 프로판올과 벤질 알코올의 블렌드, 아밀 옥타노에이트와 시스-데칼린의 블렌드, 아밀 옥타노에이트와 트랜스-데칼린의 블렌드, 아밀 옥타노에이트와 메시틸렌의 블렌드, 아밀 옥타노에이트와 부틸 벤젠의 블렌드 , 아밀 옥타노에이트와 도데실 벤젠의 블렌드, 아밀 옥타노에이트와 벤질 알코올의 블렌드, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0966] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 발레로페논과 디프로필렌글리콜 메틸 에테르의 블렌드, 발레로페논과 부티로페논의 블렌드, 디프로필렌글리콜 메틸 에테르와 부티로페논의 블렌드, 디프로필렌글리콜 메틸 에테르와 1,3-프로판디올의 블렌드, 부티로페논과 1,3-프로판디올의 블렌드, 디프로필렌글리콜 메틸 에테르, 1,3-프로판디올 및 물의 블렌드, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0967] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 비히클에 사용될 수 있는 3, 4, 5 이상의 용매들의 블렌드를 포함한다. 예컨대, 비히클은 피롤리디논, 메틸 피롤리디논, 아니솔, 알킬 벤조에이트, 메틸벤조에이트, 알킬 나프탈렌, 메틸 나프탈렌, 알콕시 알코올, 메톡시 프로판올, 페녹시 에탄올, 아밀 옥타노에이트, 시스-데칼린, 트랜스-데칼린, 메시틸렌, 알킬 벤젠, 부틸 벤젠, 도데실 벤젠, 알킬 알코올, 아릴 알코올, 벤질 알코올, 부티로페논, 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르, 발레로페논, 및 1,3-프로판디올로부터 선택된 3, 4, 5 이상의 용매들의 블렌드를 포함할 수 있다. 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 시스-데칼린, 트랜스-데칼린, 벤질 알코올, 부틸 벤젠, 아니솔, 메시틸렌, 및 도데실 벤젠으로부터 선택된 3 이상의 용매들을 포함한다.

[0968] 일부 실시형태들에서, 상기 열거된 각각의 블렌드 중의 각각의 용매는 호스트 재료 (71) 의 총 중량에 기초하여 적어도 5 중량%, 예컨대 적어도 10 중량%, 적어도 15 중량%, 적어도 20 중량%, 적어도 25 중량%, 적어도 30 중량%, 적어도 35 중량%, 또는 적어도 40 중량% 의 양으로 존재한다. 일부 실시형태들에서, 열거된 각각의 블렌드 중의 각각의 용매는 광 방출 재료 (7) 의 총 중량에 기초하여 50 중량% 의 광 방출 재료 (7) 를 포함할 수 있다.

[0969] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 필름형성 재료를 포함한다. 이 실시형태에서, 필름형성 재료는 전술한 바와 같은 폴리머 또는 무기 재료이다.

[0970] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 중량으로 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 필름형성 재료를 포함한다.

[0971] 일 실시형태에 따르면, 필름형성 재료는 폴리머성이고, 즉 전술한 바와 같은 폴리머 및/또는 모노머를 포함하거나 이로 이루어진다.

[0972] 일 실시형태에 따르면, 필름형성 재료는 무기질이고, 즉 후술하는 바와 같이 무기 재료를 포함하거나 이로 구성된다.

[0973] 다른 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 본 발명의 복합 입자 (1) 및 중합성 호스트 재료 (71) 를 포함하고, 용매를 포함하지 않는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 및 호스트 재료 (71) 는 압출에 의해 혼합될 수 있다.

[0974] 다른 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 무기질이다.

[0975] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 유리를 포함하지 않는다.

[0976] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 유리화된 유리를 포함하지 않는다.

[0977] 일 실시형태에 따르면, 무기 호스트 재료 (71) 의 예는 졸-겔 공정에 의해 획득 가능한 재료, 금속 산화물, 예

컨대 SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, IrO_2, 또는 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다. 상기 호스트 재료 (71) 는 산화에 대한 보충 배리어로서 역할하며, 양호한 열 전도체라면 열을 배출할 수 있다.

[0978] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 금속, 할로겐화물, 칼코겐화물, 인화물, 황화물, 준금속, 금속성 합금, 예컨대 산화물, 탄화물 또는 질화물과 같은 세라믹의 그룹으로부터 선택된 재료로 구성된다. 상기 호스트 재료 (71) 는 당업자에게 공지된 프로토콜을 사용하여 제조된다.

[0979] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물은 적어도 하나 이상의 양전성 원소 및 O, S, Se, Te, Po 의 그룹에서 선택된 적어도 하나의 칼코겐 음이온으로 이루어진 화학적 화합물이다.

[0980] 일 실시형태에 따르면, 금속성 호스트 재료 (71) 는 금, 은, 구리, 바나듐, 백금, 팔라듐, 루테늄, 레늄, 이트륨, 수은, 카드뮴, 오스뮴, 크롬, 탄탈, 망간, 아연, 지르코늄, 니오븀, 몰리브덴, 로듐, 텅스텐, 이리듐, 니켈, 철, 또는 코발트의 그룹에서 선택된다.

[0981] 일 실시형태에 따르면, 탄화물 호스트 재료 (71) 의 예는 SiC, WC, BC, MoC, TiC, Al_4C_3, LaC_2, FeC, CoC, HfC, Si_xC_y, W_xC_y, B_xC_y, Mo_xC_y, Ti_xC_y, Al_xC_y, La_xC_y, Fe_xC_y, Co_xC_y, Hf_xC_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0982] 일 실시형태에 따르면, 산화물 호스트 재료 (71) 의 예는 SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, Nb_2O_5, CeO_2, BeO, IrO_2, CaO, Sc_2O_3, NiO, Na_2O, BaO, K_2O, PbO, Ag_2O, V_2O_5, TeO_2, MnO, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, GeO_2, As_2O_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, Ta_2O_5, Li_2O, SrO, Y_2O_3, HfO_2, WO_2, MoO_2, Cr_2O_3, Tc_2O_7, ReO_2, RuO_2, Co_3O_4, OsO, RhO_2, Rh_2O_3, PtO, PdO, CuO, Cu_2O, CdO, HgO, Tl_2O, Ga_2O_3, In_2O_3, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, La_2O_3, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, La_2O_3, Sm_2O_3, Eu_2O_3, Tb_4O_7, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, Gd_2O_3, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[0983] 일 실시형태에 따르면, 산화물 호스트 재료 (71) 의 예는 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0984] 일 실시형태에 따르면, 질화물 호스트 재료 (71) 의 예는 TiN, Si_3N_4, MoN, VN, TaN, Zr_3N_4, HfN, FeN, NbN, GaN, CrN, AlN, InN, Ti_xN_y, Si_xN_y, Mo_xN_y, V_xN_y, Ta_xN_y, Zr_xN_y, Hf_xN_y, Fe_xN_y, Nb_xN_y, Ga_xN_y, Cr_xN_y, Al_xN_y, In_xN_y, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[0985] 일 실시형태에 따르면, 황화물 호스트 재료 (71) 의 예는 Si_ySx, Al_ySx, Ti_ySx, Zr_ySx, Zn_ySx, Mg_ySx, Sn_ySx, Nb_ySx, Ce_ySx, Be_ySx, Ir_ySx, Ca_ySx, Sc_ySx, Ni_ySx, Na_ySx, Ba_ySx, K_ySx, Pb_ySx, Ag_ySx, V_ySx, Te_ySx, Mn_ySx, B_ySx, P_ySx, Ge_ySx, As_ySx, Fe_ySx, Ta_ySx, Li_ySx, Sr_ySx, Y_ySx, Hf_ySx, W_ySx, Mo_ySx, Cr_ySx, Tc_ySx, Re_ySx, Ru_ySx, Co_ySx, Os_ySx, Rh_ySx, Pt_ySx, Pd_ySx, Cu_ySx, Au_ySx, Cd_ySx, Hg_ySx, Tl_ySx, Ga_ySx, In_ySx, Bi_ySx, Sb_ySx, Po_ySx, Se_ySx, Cs_ySx, 혼합된 황화물들, 이들의 혼합된 황화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않으며; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 10 의 십진수이다.

[0986] 일 실시형태에 따르면, 할로겐화물 호스트 재료 (71) 의 예는 BaF_2, LaF_3, CeF_3, YF_3, CaF_2, MgF_2, PrF_3, AgCl,

$MnCl_2$, $NiCl_2$, Hg_2Cl_2, $CaCl_2$, $CsPbCl_3$, AgBr, $PbBr_3$, $CsPbBr_3$, AgI, CuI, PbI, HgI_2, BiI_3, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $CsPbI_3$, $FAPbBr_3$ (FA formamidinium 을 가짐), 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0987] 일 실시형태에 따르면, 칼코겐화물 호스트 재료 (71) 의 예는 CdO, CdS, CdSe, CdTe, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgO, HgS, HgSe, HgTe, CuO, Cu_2O, CuS, Cu_2S, CuSe, CuTe, Ag_2O, Ag_2S, Ag_2Se, Ag_2Te, Au_2S, PdO, PdS, Pd_4S, PdSe, PdTe, PtO, PtS, PtS_2, PtSe, PtTe, RhO_2, Rh_2O_3, RhS2, Rh_2S_3, $RhSe_2$, Rh_2Se_3, $RhTe_2$, IrO_2, IrS_2, Ir_2S_3, $IrSe_2$, $IrTe_2$, RuO_2, RuS_2, OsO, OsS, OsSe, OsTe, MnO, MnS, MnSe, MnTe, ReO_2, ReS_2, Cr_2O_3, Cr_2S_3, MoO_2, MoS_2, $MoSe_2$, $MoTe_2$, WO_2, WS_2, WSe_2, V_2O_5, V_2S_3, Nb_2O_5, NbS_2, $NbSe_2$, HfO_2, HfS_2, TiO_2, ZrO_2, ZrS_2, $ZrSe_2$, $ZrTe_2$, Sc_2O_3, Y_2O_3, Y_2S_3, SiO_2, GeO_2, GeS, GeS_2, GeSe, $GeSe_2$, GeTe, SnO_2, SnS, SnS_2, SnSe, $SnSe_2$, SnTe, PbO, PbS, PbSe, PbTe, MgO, MgS, MgSe, MgTe, CaO, CaS, SrO, Al_2O_3, Ga_2O_3, Ga_2S_3, Ga_2Se_3, In_2O_3, In_2S_3, In_2Se_3, In_2Te_3, La_2O_3, La_2S_3, CeO_2, CeS_2, Pr_6O_{11}, Nd_2O_3, NdS_2, La_2O_3, Tl_2O, Sm_2O_3, SmS_2, Eu_2O_3, EuS_2, Bi_2O_3, Sb_2O_3, PoO_2, SeO_2, Cs_2O, Tb_4O_7, TbS_2, Dy_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, ErS_2, Tm_2O_3, Yb_2O_3, Lu_2O_3, $CuInS_2$, $CuInSe_2$, $AgInS_2$, $AgInSe_2$, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeS, FeS_2, Co_3S_4, CoSe, Co_3O_4, NiO, $NiSe_2$, NiSe, Ni_3Se_4, Gd_2O_3, BeO, TeO_2, Na_2O, BaO, K_2O, Ta_2O_5, Li_2O, Tc_2O_7, As_2O_3, B_2O_3, P_2O_5, P_2O_3, P_4O_7, P_4O_8, P_4O_9, P_2O_6, PO, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0988] 일 실시형태에 따르면, 인화물 호스트 재료 (71) 의 예는 InP, Cd_3P_2, Zn_3P_2, AlP, GaP, TlP, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0989] 일 실시형태에 따르면, 준금속 호스트 재료 (71) 의 예는 Si, B, Ge, As, Sb, Te, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0990] 일 실시형태에 따르면, 금속성 합금 호스트 재료 (71) 의 예는 Au-Pd, Au-Ag, Au-Cu, Pt-Pd, Pt-Ni, Cu-Ag, Cu-Sn, Ru-Pt, Rh-Pt, Cu-Pt, Ni-Au, Pt-Sn, Pd-V, Ir-Pt, Au-Pt, Pd-Ag, Cu-Zn, Cr-Ni, Fe-Co, Co-Ni, Fe-Ni 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0991] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 가넷을 포함한다.

[0992] 일 실시형태에 따르면, 가넷의 예는 $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$, $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$, $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, $Al_5Lu_3O_{12}$, GAL, GaYAG, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0993] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 Al_yO_x, Ag_yO_x, Cu_yO_x, Fe_yO_x, Si_yO_x, Pb_yO_x, Ca_yO_x, Mg_yO_x, Zn_yO_x, Sn_yO_x, Ti_yO_x, Be_yO_x, CdS, ZnS, ZnSe, CdZnS, CdZnSe, Au, Na, Fe, Cu, Al, Ag, Mg, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않고; x 및 y 는, x 및 y 가 동시에 0 이 아니고 $x \neq 0$ 라는 조건에서, 독립적으로 0 내지 10 의 소수이다.

[0994] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 Al_2O_3, Ag_2O, Cu_2O, CuO, Fe_3O_4, FeO, SiO_2, PbO, CaO, MgO, ZnO, SnO_2, TiO_2, BeO, CdS, ZnS, ZnSe, CdZnS, CdZnSe, Au, Na, Fe, Cu, Al, Ag, Mg, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[0995] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 열 전도성 재료를 포함하거나 열 전도성 재료로 구성되며, 상기 열 전도성 재료는 알루미늄 산화물, 은 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 규소 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 티타늄 산화물, 베릴륨 산화물, 아연 황화물, 카드뮴 황화물, 아연 셀레늄, 카드뮴 아연 셀레늄, 카드뮴 아연 황화물, 금, 나트륨, 철, 구리, 알루미늄, 은, 마그네슘, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0996] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 상기 호스트 재료 (71) 의 다수 원소 (majority element) 에 관하여 0 몰%, 1 몰%, 5 몰%, 10 몰%, 15 몰%, 20 몰%, 25몰%, 30 몰%, 35 몰%, 40 몰%, 45 몰%, 50 몰%, 55 몰%,

60몰%, 65 몰%, 70 몰%, 75몰%, 80 몰% 의 적은 양으로 유기 분자를 포함한다.

[0997] 일 실시형태에 따르면, 호스트 재료 (71) 는 전술한 바와 같은 중합성 호스트 재료, 전술한 바와 같은 무기 호스트 재료, 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[0998] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 호스트 재료 (71) 를 포함한다.

[0999] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 2 개의 호스트 재료들 (71) 을 포함한다. 이 실시형태에서, 호스트 재료들은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[1000] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 호스트 재료들 (71) 을 포함한다. 이 실시형태에서, 호스트 재료들은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[1001] 일 실시형태에서, 본 발명의 광 방출 재료 (7) 는 복합 입자들 (1) 의 적어도 하나의 모집단 (population) 을 포함한다. 일 실시형태에서, 복합 입자들 (1) 의 모집단은 최대 방출 파장에 의해 정의된다.

[1002] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자들 (1) 의 2 개의 모집단을 포함한다.

[1003] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 에 포함되고 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자들 (1) 의 적어도 2 개의 모집단의 농도는, 입사광에 의한 여기 후에 복합 입자 (1) 의 적어도 2 개의 모집단 각각에 의해 방출된 각각의 이차 광의 광 강도를 미리 결정하도록 제어된다.

[1004] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 청색 소스의 하향변환 (downconversion) 시에 녹색 광 및 적색 광을 방출하는 복합 입자 (1) 를 포함한다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 광원으로부터 미리 결정된 강도의 청색 광을 전달하고 미리 결정된 강도의 이차 녹색 및 적색 광을 방출하여 결과적인 삼색 백색 광을 방출할 수 있도록 구성된다.

[1005] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 청색 광원의 하향변환 시에 녹색 광을 방출하는 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1006] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 청색 광원의 하향변환 시에 주황색 광을 방출하는 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1007] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 청색 광원의 하향변환 시에 황색 광을 방출하는 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1008] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 청색 광원의 하향변환 시에 자주색 광을 방출하는 적어도 하나의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1009] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 포함한다.

[1010] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 복합 입자 (1) 의 3 개의 모집단, 즉 440 내지 499 nm, 더 바람직하게는 450 내지 495 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 복합 입자 (1) 의 제 1 모집단, 500 nm 내지 560nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 복합 입자 (1) 의 제 2 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 복합 입자 (1) 의 제 3 모집단을 포함한다.

[1011] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 여러 영역으로 나눠지고, 각 영역은 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자 (1) 의 상이한 모집단을 포함한다.

[1012] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 필름 형상을 갖는다.

[1013] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 필름이다.

[1014] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 압출에 의해 처리된다.

[1015] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 광학 패턴이다. 이 실시형태에서, 상기 패턴은 본 명세서에 기술된 바와 같이 담지체 (support) 상에 형성될 수 있다.

[1016] 일 실시형태에서, 본 명세서에 기술된 담지체는 외부 시스템에 의해 가열 또는 냉각될 수 있다.

[1017] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 광 수집 패턴이다. 이 실시형태에서, 상기 패턴은 본 명세서에 기술된 바와 같이 담지체 상에 형성될 수 있다.

[1018] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 광 확산 패턴이다. 이 실시형태에서, 상기 패턴은 본 명세서에 기술된 바와 같이 담지체 상에 형성될 수 있다. 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 2 개 필름들의 스택으로 이루어지고, 각 필름은 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자들 (1) 의 상이한 모집단을 포함한다.

[1019] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 복수의 필름들의 스택으로 이루어지고, 각 필름은 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자들 (1) 의 상이한 모집단을 포함한다.

[1020] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 30 nm 내지 10 cm, 더 바람직하게는 100 nm 내지 1 cm, 보다 더 바람직하게는 100 nm 내지 1 mm 의 두께를 갖는다.

[1021] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.1 ㎛, 4.2 ㎛, 4.3 ㎛, 4.4 ㎛, 4.5 ㎛, 4.6 ㎛, 4.7 ㎛, 4.8 ㎛, 4.9 ㎛, 5 ㎛, 5.1 ㎛, 5.2 ㎛, 5.3 ㎛, 5.4 ㎛, 5.5 ㎛, 5.5 ㎛, 5.6 ㎛, 5.7 ㎛, 5.8 ㎛, 5.9 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 1 mm, 1.1 mm, 1.2 mm, 1.3 mm, 1.4 mm, 1.5 mm, 1.6 mm, 1.7 mm, 1.8 mm, 1.9 mm, 2 mm, 2.1 mm, 2.2 mm, 2.3 mm, 2.4 mm, 2.5 mm, 2.6 mm, 2.7 mm, 2.8 mm, 2.9 mm, 3 mm, 3.1 mm, 3.2 mm, 3.3 mm, 3.4 mm, 3.5 mm, 3.6 mm, 3.7 mm, 3.8 mm, 3.9 mm, 4 mm, 4.1 mm, 4.2 mm, 4.3 mm, 4.4 mm, 4.5 mm, 4.6 mm, 4.7 mm, 4.8 mm, 4.9 mm, 5 mm, 5.1 mm, 5.2 mm, 5.3 mm, 5.4 mm, 5.5 mm, 5.6 mm, 5.7 mm, 5.8 mm, 5.9 mm, 6 mm, 6.1 mm, 6.2 mm, 6.3 mm, 6.4 mm, 6.5 mm, 6.6 mm, 6.7 mm, 6.8 mm, 6.9 mm, 7 mm, 7.1 mm, 7.2 mm, 7.3 mm, 7.4 mm, 7.5 mm, 7.6 mm, 7.7 mm, 7.8 mm, 7.9 mm, 8 mm, 8.1 mm, 8.2 mm, 8.3 mm, 8.4 mm, 8.5 mm, 8.6 mm, 8.7 mm, 8.8 mm, 8.9 mm, 9 mm, 9.1 mm, 9.2 mm, 9.3 mm, 9.4 mm, 9.5 mm, 9.6 mm, 9.7 mm, 9.8 mm, 9.9 mm, 1 cm, 1.1 cm, 1.2 cm, 1.3 cm, 1.4 cm, 1.5 cm, 1.6 cm, 1.7 cm, 1.8 cm, 1.9 cm, 2 cm, 2.1 cm, 2.2 cm, 2.3 cm, 2.4 cm, 2.5 cm, 2.6 cm, 2.7 cm, 2.8 cm, 2.9 cm, 3 cm, 3.1 cm, 3.2 cm, 3.3 cm, 3.4 cm, 3.5 cm, 3.6 cm, 3.7 cm, 3.8 cm, 3.9 cm, 4 cm, 4.1 cm, 4.2 cm, 4.3 cm, 4.4 cm, 4.5 cm, 4.6 cm, 4.7 cm, 4.8 cm, 4.9 cm, 5 cm, 5.1 cm, 5.2 cm, 5.3 cm, 5.4 cm, 5.5 cm, 5.6 cm, 5.7 cm, 5.8 cm, 5.9 cm, 6 cm, 6.1 cm, 6.2 cm, 6.3 cm, 6.4 cm, 6.5 cm, 6.6 cm, 6.7 cm, 6.8 cm, 6.9 cm, 7 cm, 7.1 cm, 7.2 cm, 7.3 cm, 7.4 cm, 7.5 cm, 7.6 cm, 7.7 cm, 7.8 cm, 7.9 cm, 8 cm, 8.1 cm, 8.2 cm, 8.3 cm, 8.4 cm, 8.5 cm, 8.6 cm, 8.7 cm, 8.8 cm, 8.9 cm, 9 cm, 9.1 cm, 9.2 cm, 9.3 cm, 9.4 cm, 9.5 cm, 9.6 cm, 9.7 cm, 9.8 cm, 9.9 cm, 또는 10 cm 의 두께를 갖는다.

[1022] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 입사광의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 흡수한다.

[1023] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 50 ㎛, 40 ㎛, 30 ㎛, 20 ㎛, 10 ㎛, 1 ㎛, 950 nm, 900 nm,

850 nm, 800 nm, 750 nm, 700 nm, 650 nm, 600 nm, 550 nm, 500 nm, 450 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 250 nm 미만, 또는 200 nm 미만의 파장을 갖는 입사광을 흡수한다.

[1024] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 입사광의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 전달한다.

[1025] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 입사광의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 산란시킨다.

[1026] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 입사광의 적어도 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 를 후방 산란시킨다.

[1027] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 입사광의 일부를 전달하고 적어도 하나의 이차 광을 방출한다. 이 실시형태에서, 결과적인 광은 나머지 전달된 입사광의 조합이다.

[1028] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 455 nm, 460 nm, 470 nm, 480 nm, 490 nm, 500 nm, 510 nm, 520 nm, 530 nm, 540 nm, 550 nm, 560 nm, 570 nm, 580 nm, 590 nm, 또는 600 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1029] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 300 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1030] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 350 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1031] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 400 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1032] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 450 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1033] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 455 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1034] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 460 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1035] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 470 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1036] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 480 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1037] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 490 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1038] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 500 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1039] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 510 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1040] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 520 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1041] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 530 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1042] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 540 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1043] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 550 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1044] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 560 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1045] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 570 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1046] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 580 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1047] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 590 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1048] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 600 nm 에서 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 의 흡광도 값을 갖는다.

[1049] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에 의한 입사광의 흡수 효율 증가는 맨 (bare) 무기 나노입자 (3) 에 비해 적어도 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 이다.

[1050] 여기서, 맨 무기 나노입자 (3) 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화되지 않은 나노입자 (3) 를 가리킨다.

[1051] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에 의한 이차 광의 방출 효율 증가는 맨 나노입자 (3) 에 비해 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 미만이다.

[1052] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1053] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1054] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1055] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1056] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1057] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10

일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1058] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1059] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1060] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1061] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5년, 8 년, 8.5년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스의 저하를 나타낸다.

[1062] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1063] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1064] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1065] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3

개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1066] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1067] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1068] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1069] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1070] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1071] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5년, 8 년, 8.5년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 의 저하를 나타낸다.

[1072] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1073] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1074] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1075] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1076] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1077] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6개월, 7 개월, 8 개월, 9개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1078] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1079] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20 일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1080] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10 일, 15 일, 20

일, 25 일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3 년, 3.5 년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5 년, 8 년, 8.5 년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1081] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 분자 O_2 하에서, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 하에서, 그리고 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 99% 의 습도 하에서, 적어도 1 일, 5 일, 10일, 15 일, 20 일, 25일, 1 개월, 2 개월, 3 개월, 4 개월, 5 개월, 6 개월, 7 개월, 8 개월, 9 개월, 10 개월, 11 개월, 12 개월, 18 개월, 2 년, 2.5 년, 3년, 3.5년, 4 년, 4.5 년, 5 년, 5.5 년, 6 년, 6.5 년, 7 년, 7.5년, 8 년, 8.5년, 9 년, 9.5 년, 또는 10 년 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 또는 0% 미만의 FCE 저하를 나타낸다.

[1082] 다른 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 포함하는 광 방출 재료 (7) 은, 인광 특성을 갖는 컨버터의 적어도 하나의 모집단을 더 포함할 수 있다. 인광 특성을 갖는 컨버터의 예는 가넷 (LuAG, GAL, YAG, GaYAG), 실리케이트, 옥시니트라이드/옥시카비도니트라이드, 니트라이드/카비도니트라이드, Mn^{4+} 적색 인광체 (PFS/KFS), 양자점을 포함하며 이로 제한되지 않는다.

[1083] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 중량으로 100 ppm 내지 500,000 ppm 의 레벨로 호스트 재료 (71) 에 혼입된다.

[1084] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 중량으로 적어도 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm, 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm, 1000 ppm, 1100 ppm, 1200 ppm, 1300 ppm, 1400 ppm, 1500 ppm, 1600 ppm, 1700 ppm, 1800 ppm, 1900 ppm, 2000 ppm, 2100 ppm, 2200 ppm, 2300 ppm, 2400 ppm, 2500 ppm, 2600 ppm, 2700 ppm, 2800 ppm, 2900 ppm, 3000 ppm, 3100 ppm, 3200 ppm, 3300 ppm, 3400 ppm, 3500 ppm, 3600 ppm, 3700 ppm, 3800 ppm, 3900 ppm, 4000 ppm, 4100 ppm, 4200 ppm, 4300 ppm, 4400 ppm, 4500 ppm, 4600 ppm, 4700 ppm, 4800 ppm, 4900 ppm, 5000 ppm, 5100 ppm, 5200 ppm, 5300 ppm, 5400 ppm, 5500 ppm, 5600 ppm, 5700 ppm, 5800 ppm, 5900 ppm, 6000 ppm, 6100 ppm, 6200 ppm, 6300 ppm, 6400 ppm, 6500 ppm, 6600 ppm, 6700 ppm, 6800 ppm, 6900 ppm, 7000 ppm, 7100 ppm, 7200 ppm, 7300 ppm, 7400 ppm, 7500 ppm, 7600 ppm, 7700 ppm, 7800 ppm, 7900 ppm, 8000 ppm, 8100 ppm, 8200 ppm, 8300 ppm, 8400 ppm, 8500 ppm, 8600 ppm, 8700 ppm, 8800 ppm, 8900 ppm, 9000 ppm, 9100 ppm, 9200 ppm, 9300 ppm, 9400 ppm, 9500 ppm, 9600 ppm, 9700 ppm, 9800 ppm, 9900 ppm, 10000 ppm, 10500 ppm, 11000 ppm, 11500 ppm, 12000 ppm, 12500 ppm, 13000 ppm, 13500 ppm, 14000 ppm, 14500 ppm, 15000 ppm, 15500 ppm, 16000 ppm, 16500 ppm, 17000 ppm, 17500 ppm, 18000 ppm, 18500 ppm, 19000 ppm, 19500 ppm, 20000 ppm, 30000 ppm, 40000 ppm, 50000 ppm, 60000 ppm, 70000 ppm, 80000 ppm, 90000 ppm, 100000 ppm, 110000 ppm, 120000 ppm, 130000 ppm, 140000 ppm, 150000 ppm, 160000 ppm, 170000 ppm, 180000 ppm, 190000 ppm, 200000 ppm, 210000 ppm, 220000 ppm, 230000 ppm, 240000 ppm, 250000 ppm, 260000 ppm, 270000 ppm, 280000 ppm, 290000 ppm, 300000 ppm, 310000 ppm, 320000 ppm, 330000 ppm, 340000 ppm, 350000 ppm, 360000 ppm, 370000 ppm, 380000 ppm, 390000 ppm, 400000 ppm, 410000 ppm, 420000 ppm, 430000 ppm, 440000 ppm, 450000 ppm, 460000 ppm, 470000 ppm, 480000 ppm, 490000 ppm, 또는 500 000 ppm 의 레벨로 호스트 재료 (71) 에 혼입된다.

[1085] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 바람직하게는 10% 미만의 본 발명의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1086] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에서의 복합 입자 (1) 의 로딩 차지는 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 이다.

[1087] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에서의 복합 입자 (1) 의 로딩 차지는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 미만이다.

[1088] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에 분산된 복합 입자 (1) 는 적어도 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 의 패킹 분율을 갖는다.

[1089] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에 분산된 복합 입자 (1) 는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 미만의 패킹 분율을 갖는다.

[1090] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 적어도 0.01 wt%, 0.02 wt%, 0.03 wt%, 0.04 wt%, 0.05 wt%, 0.06 wt%, 0.07 wt%, 0.08 wt%, 0.09 wt%, 0.1 wt%, 0.2 wt%, 0.3 wt%, 0.4 wt%, 0.5 wt%, 0.6 wt%, 0.7 wt%, 0.8 wt%, 0.9 wt%, 1 wt%, 2 wt%, 3 wt%, 4 wt%, 5 wt%, 6 wt%, 7 wt%, 8 wt%, 9 wt%, 10 wt%, 15 wt%, 20 wt%, 25 wt%, 30 wt%, 35 wt%, 40 wt%, 45 wt%, 50 wt%, 55 wt%, 60 wt%, 65 wt%, 70 wt%, 75 wt%, 80 wt%, 85 wt%, 90 wt%, 95 wt%, 또는 99 wt% 의 복합 입자 (1) 를 포함한다.

[1091] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 에서, 호스트 재료 (71) 와 본 발명의 복합 입자 (1) 사이의 중량 비는 적어도 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08%, 0.09%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 또는 50% 이다.

[1092] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 ROHS 를 준수한다.

[1093] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150 ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만의 카드뮴을 포함한다.

[1094] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만, 4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 납을 포함한다.

[1095] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 중량으로 10 ppm 미만, 20 ppm 미만, 30 ppm 미만, 40 ppm 미만, 50 ppm 미만, 100 ppm 미만, 150ppm 미만, 200 ppm 미만, 250 ppm 미만, 300 ppm 미만, 350 ppm 미만, 400 ppm 미만, 450 ppm 미만, 500 ppm 미만, 550 ppm 미만, 600 ppm 미만, 650 ppm 미만, 700 ppm 미만, 750 ppm 미만, 800 ppm 미만, 850 ppm 미만, 900 ppm 미만, 950 ppm 미만, 1000 ppm 미만, 2000 ppm 미만, 3000 ppm 미만,

4000 ppm 미만, 5000 ppm 미만, 6000 ppm 미만, 7000 ppm 미만, 8000 ppm 미만, 9000 ppm 미만, 10000 ppm 미만의 수은을 포함한다.

[1096] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 무기 재료 (2) 및/또는 호스트 재료 (71) 에 존재하는 주요 화학 원소보다 더 무거운 화학 원소 또는 더 무거운 화학 원소에 기초하는 재료를 포함한다. 이 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 내의 상기 무거운 화학 원소는 ROHS 표준의 대상이 되는 화학 원소의 질량 농도를 낮추어서, 상기 광 방출 재료 (7) 가 ROHS 를 준수할 수 있게 한다.

[1097] 일 실시형태에 따르면, 무거운 원소의 예는 B, C, N, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1098] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 발광 소자의 정공 수송층, 정공 주입층, 전자 수송층, 전자 주입층 및 발광층 중 적어도 하나를 형성하는데 유용한 하나 이상의 재료를 포함한다.

[1099] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 담지체 상에 층을 형성하기 위해 경화되거나 가공되는 재료를 포함한다.

[1100] 바람직한 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 의 예는 졸 겔 재료에 분산된 복합 입자 (1), 실리콘, 폴리머, 예컨대 PMMA, PS, 또는 이들의 혼합물을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[1101] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 광원으로서 사용될 수 있다.

[1102] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 광원에 사용될 수 있다.

[1103] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 컬러 필터로서 사용될 수 있다.

[1104] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 컬러 필터에 사용될 수 있다.

[1105] 일 실시형태에 따르면, 광 방출 재료 (7) 는 컬러 필터에 더하여 사용될 수 있다.

[1106] 본 발명의 다른 목적은 전술한 바와 같은 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 및/또는 본 발명의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 담지하는 담지체에 관한 것이다.

[1107] 일 실시형태에서, 본 발명의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 드랍-캐스팅, 스핀 코팅, 딥 코팅, 잉크젯 프린팅, 리소그래피, 스프레이, 도금, 전기도금, 또는 당업자에 의해 알려진 임의의 다른 수단에 의해 담지체 상에 퇴적된다.

[1108] 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 본 출원에서, 복합 입자 (1) 의 모집단은 최대 방출 파장에 의해 정의된다.

[1109] 일 실시형태에서, 담지체는 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단을 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자들 (1) 의 2 개의 모집단을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 하나의 모집단을 각각 포함하는 2 개의 광 방출 재료 (7) 를 담지하고, 각각의 광 방출 재료 (7) 에 포함된 모집단은 상이한 색 또는 파장을 방출한다.

[1110] 일 실시형태에서, 담지체는 청색 소스의 하향변환 시에 녹색 광 및 적색 광을 방출하는 복합 입자 (1) 를 담지한다. 따라서, 광원(들)으로부터의 청색 광은 복합 입자 (1) 를 통과하고, 미리 결정된 양의 녹색 및 적색 광이 나머지 청색 광과 혼합되어 삼색 백색 광을 생성한다. 일 실시형태에서, 담지체는 청색 광원의 하향변환 시에 녹색 광 및 적색 광을 방출하는 복합 입자들 (1) 을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 이 실시형태에서, 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 미리 결정된 강도의 입사 청색 광을 전달하고 미리 결정된 강도의 이차 녹색 및 적색 광을 방출하여 결과적인 삼색 백색 광을 방출할 수 있도록 구성된다.
일 실시형태에서, 담지체는 청색 광원의 하향변환 시에 녹색 광을 방출하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 및 적색 광을 방출하는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 이 실시형태에서, 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 미리 결정된 강도의 입사 청색 광을 전달하고 미리 결정된 강도의 이차 녹색 및 적색 광을 방출하여 결과적인 삼색 백

색 광을 방출할 수 있도록 구성된다.

[1111] 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 각각 포함하는 2 개의 광 방출 재료 (7), 즉 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단을 포함하는 제 1 광 방출 재료 (7), 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 포함하는 제 2 광 방출 재료 (7) 를 담지한다.

[1112] 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단, 및 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단, 및 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 각각 포함하는 2 개의 광 방출 재료 (7), 즉 90 nm, 80 nm, 70nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단을 포함하는 제 1 광 방출 재료 (7), 및 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 반치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 포함하는 제 2 광 방출 재료 (7) 를 담지한다.

[1113] 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 90nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단, 및 90nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 90nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단, 및 90nm, 80 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 포함하는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 담지한다. 일 실시형태에서, 담지체는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 각각 포함하는 2 개의 광 방출 재료 (7), 즉 90 nm, 80 nm, 70nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 1 모집단을 포함하는 제 1 광 방출 재료 (7), 및 90 nm, 80 nm, 70 nm, 60nm, 50 nm, 40 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 또는 10 nm 미만의 1/4치전폭을 갖는 적어도 하나의 방출 피크를 갖는 제 2 모집단을 포함하는 제 2 광 방출 재료 (7) 를 담지한다.

[1114] 일 실시형태에서, 담지체 상의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 다층 시스템으로 캡슐화된다. 일 실시형태에서, 다층 시스템은 적어도 2 개, 적어도 3 개의 층을 포함한다.

[1115] 일 실시형태에서, 다층 시스템은 적어도 하나의 보조 층을 더 포함할 수 있다.

[1116] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000 nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200nm 내지 1000nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 광학적으로 투명하다. 이 실시형태에서, 보조 층은 어떠한 빛도 흡수하지 않아서 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 가 모든 입사광을 흡수할 수 있게 한다.

[1117] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다. 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 보호한다.

[1118] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 열 전도성이다.

[1119] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1120] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1121] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 폴리머성 보조 층이다.

[1122] 일 실시형태에 따르면, 보조 층의 하나 이상의 성분은 전술한 또는 후술한 바와 같은 중합 가능한 성분, 가교제, 산란제, 레올로지 개질제, 충전제, 광개시제, 또는 열 개시제를 포함할 수 있다.

[1123] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 산란 입자를 포함한다. 산란 입자의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2,

TiO_2, Ag, Au, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1124] 일 실시형태에서, 보조 층은 열 전도체 입자를 더 포함한다. 열 전도체 입자의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, CaO, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 보조 층의 열 전도율은 증가된다.

[1125] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 전술한 바와 같은 중합성 호스트 재료 (71) 를 포함한다.

[1126] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 전술한 바와 같은 무기 호스트 재료 (71) 를 포함한다.

[1127] 일 실시형태에서, 보조 층은 30 nm 내지 1 cm, 100 nm 내지 1 mm, 바람직하게는 100 nm 내지 500 ㎛ 의 두께를 갖는다.

[1128] 일 실시형태에 따르면, 보조 층은 적어도 30 nm, 40 nm, 50 nm, 60 nm, 70 nm, 80 nm, 100 nm, 110 nm, 120 nm, 130 nm, 140 nm, 150 nm, 160 nm, 170 nm, 180 nm, 190 nm, 200 nm, 210 nm, 220 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 260 nm, 270 nm, 280 nm, 290 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 1.5 ㎛, 2.5 ㎛, 3 ㎛, 3.5 ㎛, 4 ㎛, 4.1 ㎛, 4.2 ㎛, 4.3 ㎛, 4.4 ㎛, 4.5 ㎛, 4.6 ㎛, 4.7 ㎛, 4.8 ㎛, 4.9 ㎛, 5 ㎛, 5.1 ㎛, 5.2 ㎛, 5.3 ㎛, 5.4 ㎛, 5.5 ㎛, 5.5 ㎛, 5.6 ㎛, 5.7 ㎛, 5.8 ㎛, 5.9 ㎛, 6 ㎛, 6.5 ㎛, 7 ㎛, 7.5 ㎛, 8 ㎛, 8.5 ㎛, 9 ㎛, 9.5 ㎛, 10 ㎛, 10.5 ㎛, 11 ㎛, 11.5 ㎛, 12 ㎛, 12.5 ㎛, 13 ㎛, 13.5 ㎛, 14 ㎛, 14.5 ㎛, 15 ㎛, 15.5 ㎛, 16 ㎛, 16.5 ㎛, 17 ㎛, 17.5 ㎛, 18 ㎛, 18.5 ㎛, 19 ㎛, 19.5 ㎛, 20 ㎛, 20.5 ㎛, 21 ㎛, 21.5 ㎛, 22 ㎛, 22.5 ㎛, 23 ㎛, 23.5 ㎛, 24 ㎛, 24.5 ㎛, 25 ㎛, 25.5 ㎛, 26 ㎛, 26.5 ㎛, 27 ㎛, 27.5 ㎛, 28 ㎛, 28.5 ㎛, 29 ㎛, 29.5 ㎛, 30 ㎛, 30.5 ㎛, 31 ㎛, 31.5 ㎛, 32 ㎛, 32.5 ㎛, 33 ㎛, 33.5 ㎛, 34 ㎛, 34.5 ㎛, 35 ㎛, 35.5 ㎛, 36 ㎛, 36.5 ㎛, 37 ㎛, 37.5 ㎛, 38 ㎛, 38.5 ㎛, 39 ㎛, 39.5 ㎛, 40 ㎛, 40.5 ㎛, 41 ㎛, 41.5 ㎛, 42 ㎛, 42.5 ㎛, 43 ㎛, 43.5 ㎛, 44 ㎛, 44.5 ㎛, 45 ㎛, 45.5 ㎛, 46 ㎛, 46.5 ㎛, 47 ㎛, 47.5 ㎛, 48 ㎛, 48.5 ㎛, 49 ㎛, 49.5 ㎛, 50 ㎛, 50.5 ㎛, 51 ㎛, 51.5 ㎛, 52 ㎛, 52.5 ㎛, 53 ㎛, 53.5 ㎛, 54 ㎛, 54.5 ㎛, 55 ㎛, 55.5 ㎛, 56 ㎛, 56.5 ㎛, 57 ㎛, 57.5 ㎛, 58 ㎛, 58.5 ㎛, 59 ㎛, 59.5 ㎛, 60 ㎛, 60.5 ㎛, 61 ㎛, 61.5 ㎛, 62 ㎛, 62.5 ㎛, 63 ㎛, 63.5 ㎛, 64 ㎛, 64.5 ㎛, 65 ㎛, 65.5 ㎛, 66 ㎛, 66.5 ㎛, 67 ㎛, 67.5 ㎛, 68 ㎛, 68.5 ㎛, 69 ㎛, 69.5 ㎛, 70 ㎛, 70.5 ㎛, 71 ㎛, 71.5 ㎛, 72 ㎛, 72.5 ㎛, 73 ㎛, 73.5 ㎛, 74 ㎛, 74.5 ㎛, 75 ㎛, 75.5 ㎛, 76 ㎛, 76.5 ㎛, 77 ㎛, 77.5 ㎛, 78 ㎛, 78.5 ㎛, 79 ㎛, 79.5 ㎛, 80 ㎛, 80.5 ㎛, 81 ㎛, 81.5 ㎛, 82 ㎛, 82.5 ㎛, 83 ㎛, 83.5 ㎛, 84 ㎛, 84.5 ㎛, 85 ㎛, 85.5 ㎛, 86 ㎛, 86.5 ㎛, 87 ㎛, 87.5 ㎛, 88 ㎛, 88.5 ㎛, 89 ㎛, 89.5 ㎛, 90 ㎛, 90.5 ㎛, 91 ㎛, 91.5 ㎛, 92 ㎛, 92.5 ㎛, 93 ㎛, 93.5 ㎛, 94 ㎛, 94.5 ㎛, 95 ㎛, 95.5 ㎛, 96 ㎛, 96.5 ㎛, 97 ㎛, 97.5 ㎛, 98 ㎛, 98.5 ㎛, 99 ㎛, 99.5 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 또는 1 cm 의 두께를 갖는다.

[1129] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보호층에 의해 덮인다. 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보호층에 의해 덮인다.

[1130] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보호층에 의해 둘러싸인다. 일 실시형태에서, 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보호층에 의해 둘러싸인다.

[1131] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보조 층에 의해 덮이고, 그러고 나서 쌍방은 적어도 하나의 보호층에 의해 둘러싸인다. 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (7) 또는 적어도 하나의 복합 입자 (7) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보조 층에 의해 덮이고, 그러고 나서 쌍방은 적어도 하나의 보호층에 의해 둘러싸인다.

[1132] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보조 층 및/또는 적어도 하나의 보호층에 의해 덮인다. 일 실시형태에서, 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 다층 시스템은 적어도 하나의 보조 층 및/또는 적어도 하나의 보호층에 의해 덮인다.

[1133] 일 실시형태에서, 보호층은 평탄화 층이다.

[1134] 일 실시형태에서, 보호층은 산소 및/또는 물 불투과성 층이다. 이 실시형태에서, 보호층은 산화에 대한 배리어이고, 분자 산소 및/또는 물로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 방출 재료의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[1135] 일 실시형태에서, 보호층은 산소 및/또는 물 불투과성 층이다. 이 실시형태에서, 보호층은 산화에 대한 배리어이고, 분자 산소 및/또는 물로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 방출 재료의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[1136] 일 실시형태에 따르면, 보호층은 열 전도성이다.

[1137] 일 실시형태에 따르면, 보호층은 표준 조건에서 0.1 내지 450 W/(m.K), 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1138] 일 실시형태에 따르면, 보호층은 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9 W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K),

440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1139] 일 실시형태에서, 보호층은 유리, PET (Polyethylene terephthalate), PDMS (Polydimethylsiloxane), PES (Polyethersulfone), PEN (Polyethylene naphthalate), PC (Polycarbonate), PI (Polyimide), PNB (Polynorbornene), PAR (Polyarylate), PEEK (Polyetheretherketone), PCO (Polycyclic olefins), PVDC (Polyvinylidene chloride), 나일론, ITO (Indium tin oxide), FTO (Fluorine doped tin oxide), 셀룰로오스, Al_2O_3, AlO_xN_y, SiO_xC_y, SiO_2, SiO_x, SiN_x, SiC_x, ZrO_2, TiO_2, MgO, ZnO, SnO_2, 세라믹, 유기 개질 세라믹, 또는 이들의 혼합물로 제조될 수 있다.

[1140] 일 실시형태에서, 보호층은 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), ALD (Atomic Layer Deposition), CVD (Chemical Vapor Deposition), iCVD (Initiator Chemical Vapor Deposition), Cat-CVD (Catalytic Chemical Vapor Deposition) 에 의해 퇴적될 수 있다.

[1141] 일 실시형태에 따르면, 보호층은 산란 입자를 포함할 수 있다. 산란 입자의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, Ag, Au, 알루미나, Ag, Au, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1142] 일 실시형태에서, 보호층은 열 전도체 입자를 더 포함한다. 열 전도체 입자의 예는 SiO_2, ZrO_2, ZnO, MgO, SnO_2, TiO_2, CaO, 알루미나, 바륨 설페이트, PTFE, 바륨 티타네이트 등을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 보호층의 열 전도율은 증가된다.

[1143] 일 실시형태에서, 담지체는 기질, LED, LED 어레이, 베슬, 튜브, 태양광 패널, 패널, 또는 컨테이너일 수 있다. 바람직하게는 담지체는 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000 nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 광학적으로 투명하다.

[1144] 본 명세서에서 사용된 LED 는 LED, LED 칩 (5) 및 마이크로크기의 LED (6) 를 포함한다.

[1145] 일 실시형태에서, 담지체는 직물 (fabric), 천 (closhs) 한 조각, 목재, 플라스틱, 세라믹, 유리, 강 (steel), 금속 또는 임의의 활성 표면일 수 있다.

[1146] 일 실시형태에서, 활성 표면은 상호작용 표면이다.

[1147] 일 실시형태에서, 활성 표면은 광전자 장치 또는 디스플레이 장치에 포함될 예정인 표면이다.

[1148] 일 실시형태에서, 담지체는 반사성 (reflective) 이다.

[1149] 일 실시형태에서, 담지체는 예컨대 알루미늄, 은과 같은 금속, 유리, 폴리머 또는 플라스틱과 같은 광을 반사할 수 있는 재료를 포함한다.

[1150] 일 실시형태에서, 담지체는 열 전도성이다.

[1151] 일 실시형태에 따르면, 담지체는 표준 조건에서 0.5 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1152] 일 실시형태에 따르면, 담지체는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9

W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1153] 일 실시형태에 따르면, 기질은 GaN, GaSb, GaAs, GaAsP, GaP, InP, SiGe, InGaN, GaAlN, GaAlPN, AlN, AlGaAs, AlGaP, AlGaInP, AlGaN, AlGaInN, ZnSe, Si, SiC, 다이아몬드, 붕소 질화물을 포함한다.

[1154] 일 실시형태에 따르면, 기질은 Au, Ag, Pt, Ru, Ni, Co, Cr, Cu, Sn, Rh Pd, Mn, Ti 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[1155] 일 실시형태에 따르면, 기질은 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[1156] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 복합 입자 (1) 의 사용에 관한 것이다.

[1157] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 페인트에 사용된다.

[1158] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 잉크에 사용된다.

[1159] 일 실시형태에 따르면, 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 및/또는 본 발명의 복합 입자 (1) 는 광전자 공학에 사용된다. 이 실시형태에서, 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 및/또는 본 발명의 복합 입자 (1) 는 광전

자 장치에 포함된다. 광전자 장치의 예는 디스플레이 장치, 다이오드, 발광 다이오드 (LED), 마이크로LED, LED 또는 마이크로LED 의 어레이, 레이저, 트랜지스터, 또는 슈퍼커패시터 또는 IR 카메라 또는 바코드를 포함하지만 이로 제한되지는 않는다.

[1160] 일 실시형태에 따르면, 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 및/또는 본 발명의 복합 입자 (1) 는 조명 적용에 사용된다. 이 실시형태에서, 조명 적용의 예는, 농업 및/또는 원예 적용 또는 예컨대 온실, 또는 실내 식물 재배와 같은 설비를 위한 조명; 예컨대 의류점, 식료품점, 소매점 또는 쇼핑몰에서의 조명과 같은 소매 조명과 같은 특수 조명; 거리 조명; 상업용 조명; 예를 들어 콘서트 조명, 스튜디오 TV 조명, 영화 조명, 무대 조명, 클럽 조명, 사진 조명 또는 건축 조명과 같은 엔터테인먼트 조명; 비행장 조명; 예컨대 병원, 클리닉 또는 의료 사무실에서의 조명과 같은 의료 조명; 예컨대 호텔 및 리조트, 카지노, 레스토랑, 바 및 나이트 클럽, 컨벤션 센터, 스파 및 웰니스 센터에서의 조명과 같은 환대 조명; 예컨대 창고, 제조, 유통 센터, 운송, 주차 시설 또는 공공 시설에서의 조명과 같은 산업용 조명; 의료 및 검사 조명; 예컨대 스포츠 시설, 테마 파크, 박물관, 공원, 예술 시설, 극장 또는 엔터테인먼트 단지에서의 조명과 같은 스포츠 조명; 또는 친환경 조명을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 본 발명의 광 방출 재료 (7) 및/또는 복합 입자 (1) 는 상점의 조명 설비에 사용될 때 그 상점에서 판매되는 물품의 매력 및/또는 보존을 개선할 수 있다.

[1161] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 일반적인 양자점을 대체하기 위해 양자점 강화 필름 (Quantum Dot Enhanced Films, QDEF) 에 사용된다. 특히, 양자점, 반도체 나노플레이트렛, 또는 적어도 하나의 양자점과 적어도 하나의 반도체 나노플레이트렛의 혼합물을 포함하는 복합 입자 (1) 는 QDEF 에 사용된다.

[1162] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 칩; 마이크로LED, 마이크로LED 의 어레이, 또는 LED 의 어레이에 사용된다. 특히, 적색 광을 방출하는 양자점, 적색 광을 방출하는 반도체 나노플레이트렛, 또는 적색 광을 방출하는 적어도 하나의 양자점과 적어도 하나의 반도체 나노플레이트렛의 혼합물을 포함하는 복합 입자 (1) 는 칩에 사용된다.

[1163] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 컬러 필터에 또는 컬러 필터로서 사용된다.

[1164] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 마이크로LED, LED, 또는 대형 LED 비디오벽에 사용된다.

[1165] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 서브픽셀 레벨에서 전계발광성 양자점으로서 사용되고, 즉 상기 복합 입자 (1) 는 정제된 패턴 및 색을 생성하기 위해 전류에 의해 하전되는 픽셀 어레이 내에 개별 서브픽셀 내부에 사용된다.

[1166] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 비디오프로젝션에 사용되고, 즉 비디오프로젝션 장치에 사용된다.

[1167] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 적어도 하나의 광원 및 회전 휠을 포함하는 디스플레이 기구에 사용되며, 상기 적어도 하나의 광원은 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 를 위한 조명 및/또는 여기를 제공하도록 구성된다. 광원의 광 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 회전 휠. 회전 휠은 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 적어도 하나의 구역을 포함하거나 또는 상이한 파장에서 이차 광을 방출할 수 있는 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 를 각각 포함하는 적어도 2 개의 구역을 포함하는 여러 구역을 포함한다. 적어도 하나의 구역은, 임의의 이차 광의 방출없이 일차 광이 회전 휠을 통해 투과될 수 있도록 하기 위해 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 가 없거나, 비어 있거나 또는 광학적으로 투명할 수 있다.

[1168] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 분광 광도계와 같은 광학 기구의 광학 캘리브레이션을 위해 사용된다. 실제로, 상기 복합 입자 (1) 의 광학 특성이 시간과 온도에서 안정적이므로, 오랜 기간 동안 유지하고 분광 광도계의 캘리브레이션 과정 동안 사용하는 것이 가능하다.

[1169] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 디스플레이 장치, 다이오드, 발광 다이오드 (LED), 레이저, 광검출기, 트랜지스터, 또는 슈퍼커패시터, 바코드, LED, 마이크로LED, LED 의 어레이, 마이크로LED 의 어레이, 또는 IR 카메라이다.

[1170] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 발광 검출을 위해 사용된다.

[1171] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 바이오영상화, 바이오표적화, 바

이오센싱, 의료 영상화, 진단, 치료, 또는 치료진단 (theranostics) 을 위해 사용된다.

[1172] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 촉매를 위해 사용된다.

[1173] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 는 약물 전달에 사용된다.

[1174] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 에너지 저장 장치에 사용된다.

[1175] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 에너지 생산 장치에 사용된다.

[1176] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 에너지 변환 장치에 사용된다.

[1177] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 에너지 수송 장치에 사용된다.

[1178] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 광전지에 사용된다

[1179] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 조명 장치에 사용된다.

[1180] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 센서 장치에 사용된다.

[1181] 일 실시형태에 따르면, 형광 나노입자를 포함하는 본 발명의 복합 입자 (1) 는 압력 센서 장치에 사용된다. 이 실시형태에서, 상기 복합 입자 (1) 에 (따라서 형광 나노입자에) 가해지는 압력은 방출 파장의 시프트를 유도한다.

[1182] 본 발명의 다른 목적은 LED 및 전술한 바와 같은 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 포함하는 광전자 장치에 관한 것이다.

[1183] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 디스플레이 장치, 다이오드, 발광 다이오드 (LED), 레이저, 광검출기, 트랜지스터, 또는 슈퍼커패시터, 바코드, LED, 마이크로LED, LED 의 어레이, 마이크로LED 의 어레이, 또는 IR 카메라이다.

[1184] 본 명세서에서 사용된 LED 는 LED, LED 칩 (5) 및 마이크로크기의 LED (6) 를 포함한다.

[1185] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 적어도 하나의 LED 및 전술한 바와 같은 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 를 포함한다.

[1186] 일 실시형태에 따르면, LED 는 적어도 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100000, 150000, 200000, 250000, 300000, 350000, 400000, 450000, 500000, 550000, 600000, 650000, 750000, 800000, 850000, 900000, 950000, 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10}, 10^{11}, 또는 10^{12} 픽셀을 포함한다.

[1187] 일 실시형태에 따르면, 픽셀은 적어도 하나의 LED 를 포함한다.

[1188] 일 실시형태에 따르면, 픽셀은 적어도 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100000, 150000, 200000, 250000, 300000, 350000, 400000, 450000, 500000, 550000, 600000, 650000, 750000, 800000, 850000, 900000, 950000, 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10}, 10^{11}, 또는 10^{12} LED 를 포함한다.

[1189] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 위에 있다.

[1190] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 LED 어레이 또는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 적어도 하나의 LED 위에 있다.

[1191] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 LED 어레이 또는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 적어도 하나의 LED 위에 퇴적되고 패터닝된다.

[1192] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 리프트오프 기술, 리소그래피, 또는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 의 직접 에칭을 이용하여 LED, LED 어레이의 적어도 하나의 LED, 마이크로크기의 LED (6) 또는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 적어도 하나의 LED 위에 퇴적되고 패터닝된다.

[1193] 일 실시형태에서, 도 7A 에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 LED 칩 (5) 을 덮는다.

[1194] 일 실시형태에서, 도 7B 에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 는 LED 칩 (5) 을 부분적으로 또는 전적으로 덮고 둘러싼다.

[1195] 일 실시형태에서, 전술한 바와 같은 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 LED 칩 (5) 을 덮는다.

[1196] 일 실시형태에서, 전술한 바와 같은 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 LED 칩 (5) 을 부분적으로 또는 전적으로 덮고 둘러싼다.

[1197] 일 실시형태에서, 도 9A 에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이를 덮는다.

[1198] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀을 부분적으로 덮는다.

[1199] 일 실시형태에서, 도 9Bb 에 도시된 것처럼, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이를 부분적으로 또는 전적으로 덮고 둘러싼다.

[1200] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이를 덮는다.

[1201] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이를 부분적으로 덮는다.

[1202] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀들 사이에서의 중첩 없이 상기 마이크로크기의 LED (6) 어레이를 부분적으로 또는 전적으로 덮고 둘러싼다.

[1203] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 하나의 모집단은 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다. 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 모집단은 최대 방출 파장에 의해 정의된다.

[1204] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단은 마이크로크기의 LED (6) 어레이의 픽셀에 퇴적된다.

[1205] 일 실시형태에서, 여기서 설명한 바와 같은 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 드랍-캐스팅, 스핀 코팅, 딥 코팅, 잉크젯 프린팅, 리소그래피, 스프레이, 도금, 전기도금, 또는 당업자에 의해 알려진 임의의 다른 수단에 의해 픽셀, 마이크로크기의 LED, LED 또는 LED 들의 어레이 상에 퇴적된다.

[1206] 일 실시형태에서, 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단이 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1207] 일 실시형태에서, 청색 광원의 하향변환 시에 녹색 광 및 적색 광을 방출하는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단이 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1208] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단은 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 포함한다.

[1209] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 하나의 모집단을 포함하는 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 가 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1210] 일 실시형태에서, 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 모집단을 포함하는 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 가 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1211] 일 실시형태에서, 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단을 포함하는 전술한 바와 같은 광 방출 재료 (7) 가 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1212] 일 실시형태에서, 광 방출 재료 (7) 는 복합 입자 (1) 의 2 개의 모집단, 즉 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 포함한다.

[1213] 일 실시형태에서, 상이한 색 또는 파장을 방출하는 복합 입자 (1) 의 하나의 모집단을 각각 포함하는 전술한 바와 같은 2 개의 광 방출 재료 (7) 가 마이크로크기의 LED (6) 어레이에 퇴적된다.

[1214] 일 실시형태에서, 2 개의 광 방출 재료 (7) 는 복합 입자 (1) 의 하나의 모집단, 500 nm 내지 560 nm, 더 바람직하게는 515 nm 내지 545 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 1 모집단, 및 600 nm 내지 2500 nm, 더 바람직하게는 610 nm 내지 650 nm 의 최대 방출 파장을 갖는 제 2 모집단을 각각 포함한다.

[1215] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 예컨대 갈륨 질화물계 다이오드와 같은 400 nm 내지 470 nm 의 파장을 갖는 청색 LED 이다.

[1216] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 400 nm 내지 470 nm 의 파장을 갖는 청색 LED 이다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 405 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 447 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 455 nm 에서 방출 피크를 갖는다.

[1217] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 200 nm 내지 400 nm 의 파장을 갖는 UV LED 이다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 253 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 365 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 395 nm 에서 방출 피크를 갖는다.

[1218] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 500 nm 내지 560 nm 의 파장을 갖는 녹색 LED 이다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 515 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 525 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 540 nm 에서 방출 피크를 갖는다.

[1219] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 750 nm 내지 850 nm 의 파장을 갖는 적색 LED 이다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 755 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 800 nm 에서 방출 피크를 갖는다. 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 약 850 nm 에서 방출 피크를 갖는다.

[1220] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 1 $\mu W.cm^{-2}$ 내지 1 $kW.cm^{-2}$, 더 바람직하게는 1 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $W.cm^{-2}$, 보다 더 바람직하게는 1 $mW.cm^{-2}$ 내지 30 $W.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는다.

[1221] 일 실시형태에서, LED 칩 (5) 또는 마이크로크기의 LED (6) 는 적어도 1 $\mu W.cm^{-2}$, 10 $\mu W.cm^{-2}$, 100 $\mu W.cm^{-2}$, 500 $\mu W.cm^{-2}$, 1 $mW.cm^{-2}$, 10 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 또는 1 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는다.

[1222] 일 실시형태에 따르면, LED 칩 (5) 은 GaN, GaSb, GaAs, GaAsP, GaP, InP, SiGe, InGaN, GaAlN, GaAlPN, AlN, AlGaAs, AlGaP, AlGaInP, AlGaN, AlGaInN, ZnSe, Si, SiC, 다이아몬드, 붕소 질화물이다.

[1223] 일 실시형태에서, 마이크로크기의 LED (6) 는 GaN, GaSb, GaAs, GaAsP, GaP, InP, SiGe, InGaN, GaAlN, GaAlPN, AlN, AlGaAs, AlGaP, AlGaInP, AlGaN, AlGaInN, ZnSe, Si, SiC, 다이아몬드, 붕소 질화물 다이오드를 포함한다.

[1224] 일 실시형태에서, LED 어레이는 GaN 다이오드들, GaSb 다이오드들, GaAs 다이오드들, GaAsP 다이오드들, GaP 다이오드들, InP 다이오드들, SiGe 다이오드들, InGaN 다이오드들, GaAlN 다이오드들, GaAlPN 다이오드들, AlN 다이오드들, AlGaAs 다이오드들, AlGaP 다이오드들, AlGaInP 다이오드들, AlGaN 다이오드들, AlGaInN 다이오드들, ZnSe 다이오드들, Si 다이오드들, SiC 다이오드들, 다이아몬드 다이오드들, 붕소 질화물 다이오드들 또는 이들의 혼합물의 어레이를 포함한다.

[1225] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 적어도 하나의 컷온 (cut-on) 필터 층을 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 층은 글로벌 컷온 필터, 로컬 컷온 필터, 또는 이들의 혼합물이다. 이 실시형태는 상기 컷온 필터 층이 주변 광에 의한 잉크에 포함된 본 발명의 입자의 여기를 방지하기 때문에 특히 유리하다. 로컬 컷온 필터는 광학 스펙트럼의 특정 부분만을 차단한다. 광학 스펙트럼의이 이 특정 부분만을 차단하는 로컬 컷온 필터는, 글로벌 컷온 필터와 함께, 주변 광에 의한 본 발명의 입자의 여기를 제거할 (또는 상당히 감소시킬) 수

있다.

[1226] 일 실시형태에 따르면, 컷온 필터는 청색 광을 여과할 수 있는 수지이다.

[1227] 일 실시형태에 따르면, 픽셀이 적어도 하나의 마이크로크기의 LED (6) 를 포함한다.

[1228] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 픽셀이 독특한 마이크로크기의 LED (6) 를 포함한다.

[1229] 일 실시형태에 따르면, 적어도 하나의 픽셀이 하나의 마이크로크기의 LED (6) 를 포함한다. 이 실시형태에서, 마이크로크기의 LED (6) 및 하나의 픽셀은 결합된다.

[1230] 일 실시형태에 따르면, 도 8 에 도시된 것처럼, 픽셀 피치 (D) 는 적어도 1 ㎛, 2 ㎛, 3 ㎛, 4 ㎛, 5 ㎛, 6 ㎛, 7 ㎛, 8 ㎛, 9 ㎛, 10 ㎛, 11 ㎛, 12 ㎛, 13 ㎛, 14 ㎛, 15 ㎛, 16 ㎛, 17 ㎛, 18 ㎛, 19 ㎛, 20 ㎛, 21 ㎛, 22 ㎛, 23 ㎛, 24 ㎛, 25 ㎛, 26 ㎛, 27 ㎛, 28 ㎛, 29 ㎛, 30 ㎛, 31 ㎛, 32 ㎛, 33 ㎛, 34 ㎛, 35 ㎛, 36 ㎛, 37 ㎛, 38 ㎛, 39 ㎛, 40 ㎛, 41 ㎛, 42 ㎛, 43 ㎛, 44 ㎛, 45 ㎛, 46 ㎛, 47 ㎛, 48 ㎛, 49 ㎛, 50 ㎛, 51 ㎛, 52 ㎛, 53 ㎛, 54 ㎛, 55 ㎛, 56 ㎛, 57 ㎛, 58 ㎛, 59 ㎛, 60 ㎛, 61 ㎛, 62 ㎛, 63 ㎛, 64 ㎛, 65 ㎛, 66 ㎛, 67 ㎛, 68 ㎛, 69 ㎛, 70 ㎛, 71 ㎛, 72 ㎛, 73 ㎛, 74 ㎛, 75 ㎛, 76 ㎛, 77 ㎛, 78 ㎛, 79 ㎛, 80 ㎛, 81 ㎛, 82 ㎛, 83 ㎛, 84 ㎛, 85 ㎛, 86 ㎛, 87 ㎛, 88 ㎛, 89 ㎛, 90 ㎛, 91 ㎛, 92 ㎛, 93 ㎛, 94 ㎛, 95 ㎛, 96 ㎛, 97 ㎛, 98 ㎛, 99 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 1 mm, 1.1 mm, 1.2 mm, 1.3 mm, 1.4 mm, 1.5 mm, 1.6 mm, 1.7 mm, 1.8 mm, 1.9 mm, 2 mm, 2.1 mm, 2.2 mm, 2.3 mm, 2.4 mm, 2.5 mm, 2.6 mm, 2.7 mm, 2.8 mm, 2.9 mm, 3 mm, 3.1 mm, 3.2 mm, 3.3 mm, 3.4 mm, 3.5 mm, 3.6 mm, 3.7 mm, 3.8 mm, 3.9 mm, 4 mm, 4.1 mm, 4.2 mm, 4.3 mm, 4.4 mm, 4.5 mm, 4.6 mm, 4.7 mm, 4.8 mm, 4.9 mm, 5 mm, 5.1 mm, 5.2 mm, 5.3 mm, 5.4 mm, 5.5 mm, 5.6 mm, 5.7 mm, 5.8 mm, 5.9 mm, 6 mm, 6.1 mm, 6.2 mm, 6.3 mm, 6.4 mm, 6.5 mm, 6.6 mm, 6.7 mm, 6.8 mm, 6.9 mm, 7 mm, 7.1 mm, 7.2 mm, 7.3 mm, 7.4 mm, 7.5 mm, 7.6 mm, 7.7 mm, 7.8 mm, 7.9 mm, 8 mm, 8.1 mm, 8.2 mm, 8.3 mm, 8.4 mm, 8.5 mm, 8.6 mm, 8.7 mm, 8.8 mm, 8.9 mm, 9 mm, 9.1 mm, 9.2 mm, 9.3 mm, 9.4 mm, 9.5 mm, 9.6 mm, 9.7 mm, 9.8 mm, 9.9 mm, 1 cm, 1.1 cm, 1.2 cm, 1.3 cm, 1.4 cm, 1.5 cm, 1.6 cm, 1.7 cm, 1.8 cm, 1.9 cm, 2 cm, 2.1 cm, 2.2 cm, 2.3 cm, 2.4 cm, 2.5 cm, 2.6 cm, 2.7 cm, 2.8 cm, 2.9 cm, 3 cm, 3.1 cm, 3.2 cm, 3.3 cm, 3.4 cm, 3.5 cm, 3.6 cm, 3.7 cm, 3.8 cm, 3.9 cm, 4 cm, 4.1 cm, 4.2 cm, 4.3 cm, 4.4 cm, 4.5 cm, 4.6 cm, 4.7 cm, 4.8 cm, 4.9 cm, 5 cm, 5.1 cm, 5.2 cm, 5.3 cm, 5.4 cm, 5.5 cm, 5.6 cm, 5.7 cm, 5.8 cm, 5.9 cm, 6 cm, 6.1 cm, 6.2 cm, 6.3 cm, 6.4 cm, 6.5 cm, 6.6 cm, 6.7 cm, 6.8 cm, 6.9 cm, 7 cm, 7.1 cm, 7.2 cm, 7.3 cm, 7.4 cm, 7.5 cm, 7.6 cm, 7.7 cm, 7.8 cm, 7.9 cm, 8 cm, 8.1 cm, 8.2 cm, 8.3 cm, 8.4 cm, 8.5 cm, 8.6 cm, 8.7 cm, 8.8 cm, 8.9 cm, 9 cm, 9.1 cm, 9.2 cm, 9.3 cm, 9.4 cm, 9.5 cm, 9.6 cm, 9.7 cm, 9.8 cm, 9.9 cm, 또는 10 cm 이다.

[1231] 일 실시형태에 따르면, 픽셀 피치 (D) 는 10 ㎛ 보다 작다.

[1232] 일 실시형태에 따르면, 픽셀 크기는 적어도 1 ㎛, 2 ㎛, 3 ㎛, 4 ㎛, 5 ㎛, 6 ㎛, 7 ㎛, 8 ㎛, 9 ㎛, 10 ㎛, 11 ㎛, 12 ㎛, 13 ㎛, 14 ㎛, 15 ㎛, 16 ㎛, 17 ㎛, 18 ㎛, 19 ㎛, 20 ㎛, 21 ㎛, 22 ㎛, 23 ㎛, 24 ㎛, 25 ㎛, 26 ㎛, 27 ㎛, 28 ㎛, 29 ㎛, 30 ㎛, 31 ㎛, 32 ㎛, 33 ㎛, 34 ㎛, 35 ㎛, 36 ㎛, 37 ㎛, 38 ㎛, 39 ㎛, 40 ㎛, 41 ㎛, 42 ㎛, 43 ㎛, 44 ㎛, 45 ㎛, 46 ㎛, 47 ㎛, 48 ㎛, 49 ㎛, 50 ㎛, 51 ㎛, 52 ㎛, 53 ㎛, 54 ㎛, 55 ㎛, 56 ㎛, 57 ㎛, 58 ㎛, 59 ㎛, 60 ㎛, 61 ㎛, 62 ㎛, 63 ㎛, 64 ㎛, 65 ㎛, 66 ㎛, 67 ㎛, 68 ㎛, 69 ㎛, 70 ㎛, 71 ㎛, 72 ㎛, 73 ㎛, 74 ㎛, 75 ㎛, 76 ㎛, 77 ㎛, 78 ㎛, 79 ㎛, 80 ㎛, 81 ㎛, 82 ㎛, 83 ㎛, 84 ㎛, 85 ㎛, 86 ㎛, 87 ㎛, 88 ㎛, 89 ㎛, 90 ㎛, 91 ㎛, 92 ㎛, 93 ㎛, 94 ㎛, 95 ㎛, 96 ㎛, 97 ㎛, 98 ㎛, 99 ㎛, 100 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 1 mm, 1.1 mm, 1.2 mm, 1.3 mm, 1.4 mm, 1.5 mm, 1.6 mm, 1.7 mm, 1.8 mm, 1.9 mm, 2 mm, 2.1 mm, 2.2 mm, 2.3 mm, 2.4 mm, 2.5 mm, 2.6 mm, 2.7 mm, 2.8 mm, 2.9 mm, 3 mm, 3.1 mm, 3.2 mm, 3.3 mm, 3.4 mm, 3.5 mm, 3.6 mm, 3.7 mm, 3.8 mm, 3.9 mm, 4 mm, 4.1 mm, 4.2 mm, 4.3 mm, 4.4 mm, 4.5 mm, 4.6 mm, 4.7 mm, 4.8 mm, 4.9 mm, 5 mm, 5.1 mm, 5.2 mm, 5.3 mm, 5.4 mm, 5.5 mm, 5.6 mm, 5.7 mm, 5.8 mm, 5.9 mm, 6 mm, 6.1 mm, 6.2 mm, 6.3 mm, 6.4 mm, 6.5 mm, 6.6 mm, 6.7 mm, 6.8 mm, 6.9 mm, 7 mm, 7.1 mm, 7.2 mm, 7.3 mm, 7.4 mm, 7.5 mm, 7.6 mm, 7.7 mm, 7.8 mm, 7.9 mm, 8 mm, 8.1 mm, 8.2 mm, 8.3 mm, 8.4 mm, 8.5 mm, 8.6 mm, 8.7 mm, 8.8 mm, 8.9 mm, 9 mm, 9.1 mm, 9.2 mm, 9.3 mm, 9.4 mm, 9.5 mm, 9.6 mm, 9.7 mm, 9.8 mm, 9.9 mm, 1 cm, 1.1 cm, 1.2 cm, 1.3 cm, 1.4 cm, 1.5 cm, 1.6 cm, 1.7 cm, 1.8 cm, 1.9 cm, 2 cm, 2.1 cm, 2.2 cm, 2.3 cm, 2.4 cm, 2.5 cm, 2.6 cm, 2.7 cm, 2.8 cm, 2.9 cm, 3 cm, 3.1 cm, 3.2 cm, 3.3 cm, 3.4 cm, 3.5 cm, 3.6 cm, 3.7 cm, 3.8 cm, 3.9 cm, 4 cm, 4.1 cm, 4.2 cm, 4.3 cm,

4.4 cm, 4.5 cm, 4.6 cm, 4.7 cm, 4.8 cm, 4.9 cm, 5 cm, 5.1 cm, 5.2 cm, 5.3 cm, 5.4 cm, 5.5 cm, 5.6 cm, 5.7 cm, 5.8 cm, 5.9 cm, 6 cm, 6.1 cm, 6.2 cm, 6.3 cm, 6.4 cm, 6.5 cm, 6.6 cm, 6.7 cm, 6.8 cm, 6.9 cm, 7 cm, 7.1 cm, 7.2 cm, 7.3 cm, 7.4 cm, 7.5 cm, 7.6 cm, 7.7 cm, 7.8 cm, 7.9 cm, 8 cm, 8.1 cm, 8.2 cm, 8.3 cm, 8.4 cm, 8.5 cm, 8.6 cm, 8.7 cm, 8.8 cm, 8.9 cm, 9 cm, 9.1 cm, 9.2 cm, 9.3 cm, 9.4 cm, 9.5 cm, 9.6 cm, 9.7 cm, 9.8 cm, 9.9 cm, 또는 10 cm 이다.

[1233] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 적어도 하나의 복합 입자 (1) 및/또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 가 퇴적되는, LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이를 포함한다. 일 실시형태에 따르면, 적색 발광 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7), 및 녹색 발광 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 가, LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이, 바람직하게는 청색 LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이 상에 대안적으로 퇴적되어서, 적색-녹색 방출 픽셀의 교대 (alternance) 를 생성한다. 일 실시형태에 따르면, 적색 발광 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7), 녹색 발광 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7), 노 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 가 LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이, 바람직하게는 청색 LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이에 대안적으로 퇴적되어서, 청색-적색-녹색 방출 픽셀의 교대를 생성한다.

[1234] 일 실시형태에 따르면, LED, 마이크로LED, LED 의 적어도 하나의 어레이 또는 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이에 퇴적된 복합 입자 (1) 및/또는 광 방출 재료 (7) 는 본 명세서에서 설명된 바와 같은 보조 층, 바람직하게는 청색 흡수 수지로 덮여서, 단지 적색 및 녹색 이차 광이 방출될 수 있다.

[1235] 일 실시형태에 따르면, 광전자 장치는 LED 의 적어도 하나의 어레이, 마이크로LED 의 적어도 하나의 어레이, 또는 픽셀에 퇴적된 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 및/또는 복합 입자 (1) 의 적어도 하나의 필름을 포함한다.

[1236] 일 실시형태에 따르면, 퇴적 (deposition) 후, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 전술한 바와 같은 보조 층으로 코팅된다. 이 실시형태에서, 보조 층은 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[1237] 일 실시형태에 따르면, 퇴적 후, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 전술한 바와 같은 보호층으로 코팅된다. 이 실시형태에서, 보호층은 분자 산소, 오존, 물 및/또는 고온으로부터 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 의 화학적 및 물리적 특성의 저하를 제한하거나 방지한다.

[1238] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PLQY) 감소를 나타낸다.

[1239] 일 실시형태에 따르면, 광 조명은 레이저, 다이오드, 형광등 또는 Xenon Arc Lamp 와 같은 청색, 녹색, 적색, 또는 UV 광원에 의해 제공된다. 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 1 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $kW.cm^{-2}$, 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 100 $W.cm^{-2}$, 보다 더 바람직하게는 10 $mW.cm^{-2}$ 내지 30 $W.cm^{-2}$ 이다.

[1240] 일 실시형태에 따르면, 조명의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력은 적어도1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 이다.

[1241] 일 실시형태에서, 적어도 하나의 복합 입자 (1) 또는 적어도 하나의 광 방출 재료 (7) 는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 광루미네선스 양자 수율 (PQLY) 감소를 나타낸다.

[1242] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1243] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1244] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1245] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1246] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$

$^{-2}$, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1247] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1248] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1249] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1250] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1251] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 300, 400,

500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1252] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 강도 감소를 나타낸다.

[1253] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1254] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1255] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1256] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000,

20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1257] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1258] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1259] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1260] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1261] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1

kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1262] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1263] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 시프트를 나타낸다.

[1264] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 60 nm, 55 nm, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25nm, 20 nm, 15 nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1265] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 mW.cm^{-2}, 50 mW.cm^{-2}, 100 mW.cm^{-2}, 500 mW.cm^{-2}, 1 W.cm^{-2}, 5 W.cm^{-2}, 10 W.cm^{-2}, 20 W.cm^{-2}, 30 W.cm^{-2}, 40 W.cm^{-2}, 50 W.cm^{-2}, 60 W.cm^{-2}, 70 W.cm^{-2}, 80 W.cm^{-2}, 90 W.cm^{-2}, 100 W.cm^{-2}, 110 W.cm^{-2}, 120 W.cm^{-2}, 130 W.cm^{-2}, 140 W.cm^{-2}, 150 W.cm^{-2}, 160 W.cm^{-2}, 170 W.cm^{-2}, 180 W.cm^{-2}, 190 W.cm^{-2}, 200 W.cm^{-2}, 300 W.cm^{-2}, 400 W.cm^{-2}, 500 W.cm^{-2}, 600 W.cm^{-2}, 700 W.cm^{-2}, 800 W.cm^{-2}, 900 W.cm^{-2}, 1 kW.cm^{-2}, 50 kW.cm^{-2}, 또는 100 kW.cm^{-2} 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1266] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃,

125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1267] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1268] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1269] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1270] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 또는 0% 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1271] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000,

19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1272] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서, 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서, 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1273] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃, 225℃, 250℃, 275℃, 또는 300℃ 의 온도 하에서 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1274] 일 실시형태에서, 광전자 장치는 적어도 1 $mW.cm^{-2}$, 50 $mW.cm^{-2}$, 100 $mW.cm^{-2}$, 500 $mW.cm^{-2}$, 1 $W.cm^{-2}$, 5 $W.cm^{-2}$, 10 $W.cm^{-2}$, 20 $W.cm^{-2}$, 30 $W.cm^{-2}$, 40 $W.cm^{-2}$, 50 $W.cm^{-2}$, 60 $W.cm^{-2}$, 70 $W.cm^{-2}$, 80 $W.cm^{-2}$, 90 $W.cm^{-2}$, 100 $W.cm^{-2}$, 110 $W.cm^{-2}$, 120 $W.cm^{-2}$, 130 $W.cm^{-2}$, 140 $W.cm^{-2}$, 150 $W.cm^{-2}$, 160 $W.cm^{-2}$, 170 $W.cm^{-2}$, 180 $W.cm^{-2}$, 190 $W.cm^{-2}$, 200 $W.cm^{-2}$, 300 $W.cm^{-2}$, 400 $W.cm^{-2}$, 500 $W.cm^{-2}$, 600 $W.cm^{-2}$, 700 $W.cm^{-2}$, 800 $W.cm^{-2}$, 900 $W.cm^{-2}$, 1 $kW.cm^{-2}$, 50 $kW.cm^{-2}$, 또는 100 $kW.cm^{-2}$ 의 광자 플럭스 또는 평균 피크 펄스 전력을 갖는 광 조명 하에서 그리고 적어도 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100% 의 습도 하에서 적어도 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 또는 50000 시간 후 50 nm, 45 nm, 40 nm, 35 nm, 30 nm, 25 nm, 20 nm, 15nm, 10 nm, 5 nm, 4 nm, 3 nm, 2 nm, 또는 1 nm 미만의 적어도 하나의 방출 피크의 반치전폭의 증가를 나타낸다.

[1275] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 복합 입자 (1) 를 획득하는 방법에 관한 것이다.

[1276] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1277] (a) 다음을 포함하는 용액을 산성 pH 에서 선택적으로 가수 분해시키는 단계:

[1278] - 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체;

[1279] - 선택적으로, 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 또는 탄탈로 구

성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체;

[1280] (b) 산성 수용액에서 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을 전달하는 단계;

[1281] (c) 단계 (a) 로부터의 용액을 단계 (b) 로부터의 용액과 혼합하는 단계;

[1282] (d) 액적 형성 수단에 의해 상기 혼합 용액의 액적을 형성하는 단계;

[1283] (e) 기체 유동에서 상기 액적을 분산시키는 단계;

[1284] (f) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적을 가열하는 단계;

[1285] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1286] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1287] 일 실시형태에서, 단계 (c) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1288] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1289] (a) 다음을 포함하는 용액을 염기성 pH 에서 선택적으로 가수 분해시키는 단계:

[1290] - 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체;

[1291] - 선택적으로, 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체;

[1292] (b) 염기성 수용액에서 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을 전달하는 단계;

[1293] (c) 단계 (a) 로부터의 용액을 단계 (b) 로부터의 용액과 혼합하는 단계;

[1294] (d) 액적 형성 수단에 의해 상기 혼합 용액의 액적을 형성하는 단계;

[1295] (e) 기체 유동에서 상기 액적을 분산시키는 단계;

[1296] (f) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적을 가열하는 단계;

[1297] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1298] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1299] 일 실시형태에서, 단계 (c) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1300] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1301] (a) 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액을, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액과 혼합함으로써, 용액 A 를 제조하는 단계;

[1302] (b) 산성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1303] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1304] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1305] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1306] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1307] (g) 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 상기 분산된 액적을 가열하는 단계;

[1308] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1309] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1310] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1311] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1312] (a) 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액을, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액과 혼합함으로써, 용액 A 를 제조하는 단계;

[1313] (b) 선택적으로, 산성 수용액을, 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체와 혼합함으로써 용액 B 를 제조하는 단계;

[1314] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1315] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1316] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1317] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1318] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1319] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1320] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1321] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1322] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1323] (a) 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액을, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액과 혼합함으로써, 용액 A 를 제조하는 단계;

[1324] (b) 염기성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1325] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1326] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1327] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1328] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1329] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1330] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1331] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1332] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의

유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1333] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1334] (a) 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액을, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액과 혼합함으로써, 용액 A 를 제조하는 단계;

[1335] (b) 선택적으로, 염기성 수용액을, 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체와 혼합함으로써 용액 B 를 제조하는 단계;

[1336] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1337] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1338] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1339] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1340] (g) 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1341] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1342] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1343] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1344] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1345] (a) 유기 용매에서 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액 A 를 제조하는 단계;

[1346] (b) 산성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을 산성 수용액과 혼합함으로써, 산성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1347] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1348] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1349] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1350] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1351] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1352] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1353] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1354] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1355] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1356] (a) 유기 용매에서 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의

전구체를 포함하는 용액 A 를 제조하는 단계;

[1357] (b) 산성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을, 산성 수용액과, 그리고 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체와 혼합함으로써 산성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1358] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1359] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1360] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1361] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1362] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1363] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1364] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1365] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1366] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1367] (a) 유기 용매에서 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액 A 를 제조하는 단계;

[1368] (b) 염기성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을 염기성 수용액과 혼합함으로써, 염기성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1369] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1370] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1371] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1372] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1373] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1374] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1375] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1376] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1377] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1378] (a) 유기 용매에서 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액 A 를 제조하는 단계;

[1379] (b) 염기성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액을, 염기성 수용액과, 그리고 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체와 혼합함으로써 염기성 수용액 B 를 제조하

는 단계;

[1380] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1381] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1382] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1383] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1384] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1385] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1386] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1387] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1388] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1389] (a) 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액을, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액과 혼합함으로써, 용액 A 를 제조하는 단계;

[1390] (b) 염기성 수용액을, 염기성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액과 혼합함으로써, 염기성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1391] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1392] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1393] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1394] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1395] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1396] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1397] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1398] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1399] 일 실시형태에서, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[1400] (a) 유기 용매에서 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 포함하는 용액 A 를 제조하는 단계;

[1401] (b) 염기성 수용액을, 염기성 수용액에서 미리 전달된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 콜로이드 현탁액과, 그리고 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 바나듐, 은, 베릴륨, 이리듐, 스칸듐, 니오븀 또는 탄탈로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체와 혼합함으로써, 염기성 수용액 B 를 제조하는 단계;

[1402] (c) 제 1 액적 형성 수단에 의해 용액 A 의 액적을 형성하는 단계;

[1403] (d) 제 2 액적 형성 수단에 의해 용액 B 의 액적을 형성하는 단계;

[1404] (e) 상기 액적들을 혼합하는 단계;

[1405] (f) 기체 유동에서 혼합된 액적들을 분산시키는 단계;

[1406] (g) 상기 복합 입자 (1) 를 획득하기에 충분한 온도에서 분산된 상기 액적들을 가열하는 단계;

[1407] (h) 상기 복합 입자 (1) 를 냉각시키는 단계; 및

[1408] (i) 상기 복합 입자 (1) 를 분리 및 수집하는 단계.

[1409] 복합 입자 (1), 나노입자 (3) 는 본 명세서에서 설명된 바와 같다.

[1410] "적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체" 는 무기 재료 (2) 의 전구체를 지칭한다.

[1411] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법은 예컨대 역교질 (또는 에멀션) 방법, 교질 (또는 에멀션) 방법, Stoeber 법과 같은 방법을 수반하는 단계를 포함할 수 있다.

[1412] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법은 예컨대 역교질 (또는 에멀션) 방법, 교질 (또는 에멀션) 방법, Stoeber 법과 같은 방법을 수반하는 단계를 포함하지 않는다.

[1413] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법은 ALD 단계 (Atomic Layer Deposition) 를 포함하지 않는다.

[1414] 일 실시형태에서, 단계 (a) 및/또는 단계 (b) 에서 물, 적어도 하나의 산, 적어도 하나의 염기, 적어도 하나의 유기 용매, 적어도 하나의 수성 용매, 또는 적어도 하나의 계면활성제가 첨가된다.

[1415] 일 실시형태에 따르면, Al_2O_3, SiO_2, MgO, ZnO, ZrO_2, IrO_2, SnO_2, TiO_2, BaO, $BaSO_4$, BeO, CaO, CeO_2, CuO, Cu_2O, DyO_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, GeO_2, HfO_2, Lu_2O_3, Nb_2O_5, Sc_2O_3, TaO_5, TeO_2, Y_2O_3, 또는 이들의 혼합물의 그룹에서 선택된 추가적인 나노입자를 포함하는 적어도 하나의 용액이 용액 A 및/또는 용액 B 에 첨가된다. 이 실시형태에서, Al_2O_3, SiO_2, MgO, ZnO, ZrO_2, TiO_2, IrO_2, SnO_2, BaO, $BaSO_4$, BeO, CaO, CeO_2, CuO, Cu_2O, DyO_3, Fe_2O_3, Fe_3O_4, GeO_2, HfO_2, Lu_2O_3, Nb_2O_5, Sc_2O_3, TaO_5, TeO_2, 또는 Y_2O_3 추가적인 나노입자가 양호한 열 전도체라면 열을 배출할 수 있다.

[1416] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 는 혼합 가능하다.

[1417] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 는 혼합 가능하지 않다.

[1418] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 는 혼합되지 않는다.

[1419] 일 실시형태에서, 용액 B 의 액적은 용액 B 의 증기로 대체된다. 이 실시형태에서, 상기 액적 형성 수단은 액적을 형성하지 않고, 용기에 포함된 용액의 증기를 사용한다.

[1420] 일 실시형태에서, 용액 A 의 액적은 용액 A 의 증기로 대체된다. 이 실시형태에서, 상기 액적 형성 수단은 액적을 형성하지 않고, 용기에 포함된 용액의 증기를 사용한다.

[1421] 일 실시형태에 따르면, 용액의 증기는 외부 가열 시스템으로 상기 용액을 가열함으로써 수득된다.

[1422] 일 실시형태에 따르면, 반응성 증기를 생성할 수 있는 용액의 예는 물, 예컨대 HCl 또는 HNO_3 와 같은 휘발성 산, 예컨대 암모니아, 수산화암모늄 또는 수산화테트라메틸암모늄과 같은 염기, 또는 금속 알콕시드, 예컨대 규소 또는 알루미늄의 알콕시드, 예를 들어 테트라메틸 오르토실리케이트 또는 테트라에틸 오르토실리케이트를 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

[1423] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 의 액적은 기체, 예컨대 공기, 질소, 아르곤, 이수소 (dihydrogen), 이산소 (dioxygen), 헬륨, 이산화탄소, 일산화탄소, NO, NO2, N2O, F2, C12, H2Se, CH4, PH3, NH3, SO2, H2S 또는 이들의 혼합물로 대체된다.

[1424] 일 실시형태에 따르면, 용액 B 의 액적은 기체, 예컨대 공기, 질소, 아르곤, 이수소, 이산소, 헬륨, 이산화탄소, 일산화탄소, NO, NO_2, N_2O, F_2, Cl_2, H_2Se, CH_4, PH_3, NH_3, SO_2, H_2S 또는 이들의 혼합물로 대체된다.

[1425] 일 실시형태에 따르면, 개별 증기를 생성할 수 있는 적어도 하나의 용액이 첨가된다.

[1426] 일 실시형태에 따르면, 개별 증기는 용액 A 또는 용액 B 에 포함된 적어도 하나의 전구체와 반응한다.

[1427] 일 실시형태에 따르면, 가스를 방출할 수 있는 적어도 하나의 용액이 첨가된다.

[1428] 일 실시형태에 따르면, 배출된 가스의 예는 공기, 질소, 아르곤, 이수소, 이산소, 헬륨, 이산화탄소, 일산화탄소, NO, NO_2, N_2O, F_2, Cl_2, H_2Se, CH_4, PH_3, NH_3, SO_2, H_2S 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1429] 일 실시형태에 따르면, 배출된 가스는 용액 A 또는 용액 B 에 포함된 적어도 하나의 전구체와 반응한다.

[1430] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단 및 가스를 방출할 수 있는 용액 또는 개별 증기를 생성할 수 있는 용액을 포함하는 용기는 직렬로 작동한다.

[1431] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단 및 가스를 방출할 수 있는 용액 또는 개별 증기를 생성할 수 있는 용액을 포함하는 용기는 병렬로 작동한다.

[1432] 일 실시형태에 따르면, 수용액은 적어도 하나의 수성 용매를 포함한다.

[1433] 일 실시형태에 따르면, 유기 용매는 펜탄, 헥산, 헵탄, 1,2-헥산디올, 1,5-펜탄디올, 옥탄, 데칸, 도데칸, 톨루엔, 테트라하이드로푸란, 클로로포름, 아세톤, 아세트산, n-메틸포름아미드, n,n-디메틸포름아미드, 디메틸술폭시드, 옥타데센, 스쿠알렌, 아민, 예를 들어 트리 트리-n-옥틸아민, 1,3-디아미노프로판, 올레일아민, 헥사데실아민, 옥타데실아민, 스쿠알렌, 알코올, 예를 들어 에탄올, 메탄올, 이소프로판올, 1-부탄올, 1- 헥산올, 1-데칸올, 프로판-2-올, 에탄디올, 1,2-프로판디올, 알콕시 알코올, 알킬 알코올, 알킬 벤젠, 알킬 벤조에이트, 알킬 나프탈렌, 아밀 옥타노에이트, 아니솔, 아릴 알코올 벤질 알코올, 부틸 벤젠, 부티로페논, 시스-데칼린, 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르, 도데실 벤젠, 메시틸렌, 메 톡시 프로판올, 메틸벤조에이트, 메틸 나프탈렌, 메틸 피롤리디논, 페녹시 에탄올, 1,3-프로판디올, 피롤리디논, 트랜스-데칼린, 발레로페논 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1434] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 상기 원소를 포함하고, 용액 내에서 상기 원소를 유리시킬 수 있다.

[1435] 용어 "적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체" 는 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 또는 염소로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체를 지칭한다.

[1436] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 식 $XM_a(OR)_b$ 의 알콕시드 전구체이고, 여기서

[1437] - M 은 상기 원소이고;

[1438] - R 은 1 내지 25 탄소 원자 범위를 포함하는 선형 알킬 사슬이고, R 은 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸 또는 옥틸을 포함하며 이에 제한되지 않고;

[1439] - X 는 선택적이며, 1 내지 25 탄소 원자 범위를 포함하는, 알코올기, 티올기, 아미노기 또는 카르복실기를 포함할 수 있는 선형 알킬 사슬이고;

[1440] - a 및 b 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수이다.

[1441] 일 실시형태에 따르면, 식 $XM_a(OR)_b$ 의 알콕시드 전구체는 테트라메틸 오르토실리케이트, 테트라에틸 오르토실리케이트, 폴리디에티옥시실란 (polydiethyoxysilane), n-알킬트리메톡실실란, 예컨대 n-부틸트리메톡시실란, n-옥틸트리메톡실실란, n-도데실트리메톡시실란, n-옥타데실트리메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, 11-메르캅토운데실트리메톡시실란, 3-아미노프로필트리메톡시실란, 11-아미노운데실트리메톡시실란, 3-(2-(2-아미노에틸아미노)에틸아미노)프로필트리메톡시실란, 3-(트리메톡시실일)프로필 메타크릴레이트, 3-(아미노프로필)트리메톡시실란, 알루미늄 트리-sec 부톡시드, 알루미늄 이소프록시드 (isopropxide), 알루미늄 에톡시드, 알루미늄 tert-부톡시드, 티타늄 부톡시드, 이소프록시드, 알루미늄 에톡시드, 알루미늄 tert-부톡시드, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1442] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 할로겐화물 전구체이다.

[1443] 일 실시형태에 따르면, 할로겐화물 전구체는 예컨대 암모늄 플루오로실리케이트, 나트륨 플루오로실리케이트, 또는 이들의 혼합물과 같은 할라이드 실리케이트를 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1444] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 순수 솔리드 전구체이다.

[1445] 일 실시형태에 따르면, 순수 솔리드 전구체는 순수 솔리드 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1446] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 산화물 전구체이다.

[1447] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 수산화물 전구체이다.

[1448] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 수산화물 전구체이다.

[1449] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 염이다.

[1450] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 착물이다.

[1451] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 무기 클러스터이다.

[1452] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 적어도 하나의 전구체는 유기금속 화합물 $M_a(Y_cR_b)_d$ 이고, 여기서

[1453] - M 은 상기 원소이고;

[1454] - Y 는 할로겐화물 또는 아미드이고;

[1455] - R 은 1 내지 25 탄소 원자 범위를 포함하는 알킬 사슬 또는 알케닐 사슬 또는 알키닐 사슬이고, R 은 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸 또는 옥틸을 포함하며 이에 제한되지 않고;

[1456] - a, b, c 및 d 는 독립적으로 0 내지 5 의 십진수수이다.

[1457] 일 실시형태에 따르면, 유기금속 화합물 $Ma(Y_cR_b)_d$ 의 예는, Grignard 시약; 메탈로센; 금속 아미디네이트; 금속 알킬 할로겐화물; 금속 알킬, 예컨대 디메틸아연, 디에틸아연, 디메틸카드뮴, 디에틸카드뮴, 디메틸인듐 또는 디에틸인듐; 금속 및 준금속 아미드, 예컨대 $Al[N(SiMe_3)_2]_3$, $Cd[N(SiMe_3)_2]_2$, $Hf[NMe_2]_4$, $In[N(SiMe_3)_2]_3$, $Sn(NMe_2)_2$, $Sn[N(SiMe_3)_2]_2$, $Zn[N(SiMe_3)_2]_2$ 또는 $Zn[(NiBu_2)_2]_2$, 디네오펜틸카드뮴, 아연 디에틸티오카르바메이트, 비스(3-디에틸아미노프로필)카드뮴, (2,2'-비피리딘)디메틸카드뮴, 카드뮴 에틸크산테이트; 트리메틸 알루미늄, 트리이소부틸알루미늄, 트리옥틸알루미늄, 트리페닐알루미늄, 디메틸 알루미늄, 트리메틸 아연, 디메틸 아연, 디에틸아연, $Zn[(N(TMS)_2]_2$, $Zn[(CF_3SO_2)_2N]_2$, $Zn(Ph)_2$, $Zn(C_6F_5)_2$, $Zn(TMHD)_2$ (β-디케토네이트), $Hf[C_5H_4(CH_3)]_2(CH_3)_2$, $HfCH_3(OCH_3)[C_5H_4(CH_3)]_2$, $[[(CH_3)_3Si]_2N]_2HfCl_2$, $(C_5H_5)_2Hf(CH_3)_2$, $[(CH_2CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)(C_2H_5)N]_4Hf$, $[(CH_3)(C_2H_5)N]_4Hf$, 2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵탄디온 지르코늄 ($Zr(THD)_4$), $C_{10}H_{12}Zr$, $Zr(CH_3C_5H_4)_2CH_3OCH_3$, $C_{22}H_{36}Zr$, $[(C_2H_5)_2N]_4Zr$, $[(CH_3)_2N]_4Zr$, $[(CH_3)_2N]_4Zr$, $Zr(NCH_3C_2H_5)_4$, $Zr(NCH_3C_2H_5)_4$, $C_{18}H_{32}O_6Zr$, $Zr(C_8H_{15}O_2)_4$, $Zr(OCC(CH_3)_3CHCOC(CH_3)_3)_4$, $Mg(C_5H_5)_2$, $C_{20}H_{30}Mg$; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1458] 일 실시형태에 따르면, 전술한 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 헤테로원소의 적어도 하나의 전구체는 카르복실레이트, 카보네이트, 티올레이트, 알콕시드, 산화물, 포스페이트, 설페이트, 나이트레이트, 아세테이트, 클로라이드, 브로마이드, 아세틸아세토네이트 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1459] 일 실시형태에 따르면, 카드뮴의 적어도 하나의 전구체는 카드뮴 카르복실레이트 $Cd(R\text{-}COO)_2$ (여기서, R 은 1 내지 25 탄소 원자 범위를 포함하는 선형 알킬 사슬임); 카드뮴 산화물 CdO; 카드뮴 설페이트 $Cd(SO_4)$; 카드뮴 나이트레이트 $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; 카드뮴 아세테이트 $(CH_3COO)_2Cd \cdot 2H_2O$; 카드뮴 클로라이드 $CdCl_2 \cdot 2.5H_2O$; 디메틸카드뮴; 다이네오펜틸카드뮴; 비스(3-디에틸아미노프로필)카드뮴; (2,2'-비피리딘)디메틸카드뮴; 카드뮴 에틸크산테이트; 시스테인 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1460] 일 실시형태에 따르면, 셀레늄의 적어도 하나의 전구체는 솔리드 셀레늄; 트리-n-옥틸포스핀 셀레늄, 예컨대 트리-n-부틸포스핀 셀레나이드 또는 트리-n-옥틸포스핀 셀레나이드; 셀레늄 산화물 SeO_2; 수소 셀레나이드 H_2Se; 디에틸셀레나이드; 메틸알킬셀레나이드; 염, 예컨대 마그네슘 셀레나이드, 칼슘 셀레나이드, 나트륨 셀레나이드, 칼륨 셀레나이드; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1461] 일 실시형태에 따르면, 아연의 적어도 하나의 전구체는 아연 카르복실레이트 $Zn(R\text{-}COO)_2$ (여기서, R 은 1 내지 25 탄소 원자 범위를 포함하는 선형 알킬 사슬임); 아연 산화물 ZnO; 아연 설페이트 $Zn(SO_4),xH_2O$ (여기서, x 는 1 내지 7 임); 아연 나이트레이트 $Zn(NO_3)_2,xH_2O$ (여기서, x 는 1 내지 4 임); 아연 아세테이트 $(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$; 아연 클로라이드 $ZnCl_2$; 디에틸아연 (Et_2Zn); 클로로(에톡시카르보닐메틸)아연; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1462] 일 실시형태에 따르면, 황의 적어도 하나의 전구체는 솔리드 황; 황 산화물; 예컨대 트리-n-부틸포스핀 황화물 또는 트리-n-옥틸포스핀 황화물과 같은 트리-n-알킬포스핀 황화물; 수소 황화물 H_2S; 예컨대 n-부탄티올, n-옥탄티올 또는 n-도데칸티올과 같은 티올; 디에틸황화물; 메틸아릴황화물; 예컨대 마그네슘 황화물, 칼슘 황화물, 나트륨 황화물, 칼륨 황화물과 같은 염; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1463] 일 실시형태에 따르면, 인의 적어도 하나의 전구체는 솔리드 인; 포스핀; 예컨대 트리-n-부틸포스핀 황화물 또는 트리-n-옥틸포스핀 황화물과 같은 트리-n-알킬포스핀 황화물; 예컨대 트리-n-부틸포스핀 셀레나이드 또는 트리-n-옥틸포스핀 셀레나이드와 같은 트리-n-알킬포스핀 셀레나이드; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1464] 일 실시형태에 따르면, 분자 산소 및/또는 분자 물은 단계 (a) 이전에 수성 용매로부터 제거된다.

[1465] 일 실시형태에 따르면, 분자 산소 및/또는 분자 물은 단계 (a) 이전에 유기 용매로부터 제거된다.

[1466] 일 실시형태에 따르면, 당업자에게 공지된 분자 산소 및/또는 분자 물을 제거하는 방법 (예컨대, 상기 용매의 증류 또는 탈가스) 이 용매로부터 분자 산소 및/또는 분자 물을 제거하는 데 사용될 수 있다.

[1467] 일 실시형태에 따르면, 중성 수용액은 7 의 pH 를 갖는다.

[1468] 일 실시형태에 따르면, 중성 pH 는 7 이다.

[1469] 일 실시형태에 따르면, 염기성 수용액은 7 보다 높은 pH 를 갖는다.

[1470] 일 실시형태에 따르면, 염기성 pH 는 7 보다 높다.

[1471] 일 실시형태에 따르면, 염기성 수용액은 적어도 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 9, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 10, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 11, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12, 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6, 12.7, 12.8, 12.9, 13, 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7, 13.8, 13.9, 또는 14 의 pH 를 갖는다.

[1472] 일 실시형태에 따르면, 염기성 pH 는 적어도 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 9, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 10, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 11, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12, 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6, 12.7, 12.8, 12.9, 13, 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7, 13.8, 13.9, 또는 14 이다.

[1473] 일 실시형태에 따르면, 염기는 나트륨 수산화물, 칼륨 수산화물, 암모늄 수산화물, 소듐 테트라보레이트 데카아이드레이티드 (sodium tetraborate decahydrated), 나트륨 에톡시드, 리튬 수산화물, 루비듐 수산화물, 세슘

수산화물, 마그네슘 수산화물, 칼슘 수산화물, 스트론튬 수산화물, 바륨 수산화물, 이미다졸, 메틸아민, 칼륨 tert-부톡시드, 암모늄 피리딘, 테트라-알킬암모늄 수산화물, 예컨대 테트라메틸암모늄 수산화물, 테트라에틸암모늄 수산화물, 테트라프로필암모늄 수산화물 및 테트라부틸암모늄 수산화물, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1474] 일 실시형태에 따르면, 산성 수용액은 7 보다 낮은 pH 를 갖는다.

[1475] 일 실시형태에 따르면, 산성 pH 는 7 보다 낮다.

[1476] 일 실시형태에 따르면, 산성 수용액은 적어도 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 또는 6.9 의 pH 를 갖는다.

[1477] 일 실시형태에 따르면, 산성 pH 는 적어도 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 또는 6.9 이다.

[1478] 일 실시형태에 따르면, 산은 아세트산, 염산, 브롬화수소산, 요오드화수소산, 플루오르화수소산, 황산, 질산, 붕산, 옥살산, 말레산, 리포산, 유로카닌산, 3-메르캅토프로피온산, 예컨대 부틸포스폰산, 옥틸포스폰산 및 도데실포스폰산과 같은 포스폰산, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1479] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 본 발명의 방법 이전에 또는 동안에 자기장 또는 전기장 하에서 정렬될 수 있다. 이 실시형태에서, 나노입자 (3) 는 상기 나노입자가 강자성이면 자석으로서 작용할 수 있고; 또는 결과적인 복합 입자 (1) 는 나노입자 (3) 가 형광성이면 편광을 방출할 수 있다.

[1480] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해는 반응 매체에 존재하는 물의 양이 오로지 자발적으로 도입되는 물의 첨가에 기인하는 정도로 제어된다.

[1481] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해는 부분적이거나 완전하다.

[1482] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해는 습식 분위기에서 행해진다.

[1483] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해는 무수성 분위기에서 행해진다. 이 실시형태에서, 선택적인 가수분해의 분위기는 습기를 포함하지 않는다.

[1484] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해의 온도는 적어도 -50℃, -40℃, -30℃, -20℃, -10℃, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 110℃, 120℃, 130℃, 140℃, 150℃, 160℃, 170℃, 180℃, 190℃, 또는 200℃ 이다.

[1485] 일 실시형태에 따르면, 선택적인 가수분해의 시간은 적어도 1 초, 2 초, 3 초, 4 초, 5 초, 6 초, 7 초, 8 초, 9 초, 10 초, 15 초, 20 초, 25 초, 30 초, 35 초, 40 초, 45 초, 50 초, 55 초, 60 초, 1.5 min, 2 분, 2.5 분, 3 분, 3.5 분, 4 분, 4.5 분, 5 분, 5.5 분, 6 분, 6.5 분, 7 분, 7.5 분, 8 분, 8.5 분, 9 분, 9.5 분, 10 분, 11 분, 12 분, 13 분, 14 분, 15 분, 16 분, 17 분, 18 분, 19 분, 20 분, 21 분, 22 분, 23 분, 24 분, 25 분, 26 분, 27 분, 28 분, 29 분, 30 분, 31 분, 32 분, 33 분, 34 분, 35 분, 36 분, 37 분, 38 분, 39 분, 40 분, 41 분, 42 분, 43 분, 44 분, 45 분, 46 분, 47 분, 48 분, 49 분, 50 분, 51 분, 52 분, 53 분, 54 분, 55 분, 56 분, 57 분, 58 분, 59 분, 1 시간, 6 시간, 12 시간, 18 시간, 24 시간, 30 시간, 36 시간, 42 시간, 48 시간, 54 시간, 60 시간, 66 시간, 72 시간, 78 시간, 84 시간, 90 시간, 96 시간, 102 시간, 108 시간, 114 시간, 120 시간, 126 시간, 132 시간, 138 시간, 144 시간, 150 시간, 156 시간, 162 시간, 168 시간, 8 일, 9 일, 10 일, 11 일, 12 일, 13 일, 14 일, 15 일, 16 일, 17 일, 18 일, 19 일, 20 일, 21 일, 22 일, 23 일, 24 일, 25 일, 26 일, 27 일, 28 일, 29 일, 또는 30 일이다.

[1486] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 유기 용매에 현택되고, 상기 유기 용매는 헥산, 헵탄, 펜탄, 옥탄, 데칸, 도데칸, 톨루엔, 테트라하이드로푸란, 클로로포름, 아세톤, 아세트산, n-메틸포름아미드, n,n-디메틸포름아미드, 디메틸술폭시드, 옥타데센, 스쿠알렌, 아민, 예컨대 트리-n-옥틸아민, 1,3-디아미노프로판, 올레일아민, 헥사데실아민, 옥타데실아민, 스쿠알렌, 알코올, 예컨대 에탄올, 메탄올, 이소프로판올, 1-부탄올, 1-헥산올, 1-데칸올, 프로판-2-올, 에탄디올, 1,2-프로판디올 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1487] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 물에 현탁된다.

[1488] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 나노입자 (3) 의 표면에서 리간드를 교환함으로써 수용액 중에서 이동된다. 이 실시형태에서, 교환 리간드는 2-메르캅토아세트산, 3-메르캅토프로피온산, 12-메르캅토도데칸산, 2-메르캅토에틸트리메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, 12-메르캅토도데실트리메톡시실란, 11-메르캅토1-운데카놀, 16-히드록시헥사데칸산, 리시놀산, 시스테아민, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1489] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 표면의 리간드는 Si, Al, Ti, B, P, Ge, As, Fe, T, Z, Ni, Zn, Ca, Na, K, Mg, Pb, Ag, V, P, Te, Mn, Ir, Sc, Nb, 또는 Sn 의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 교환 리간드와 교환된다. 이 실시형태에서, 적어도 하나의 교환 리간드는 나노입자 (3) 가 복합 입자 (1) 에 균일하게 분포될 수 있게 하는 무기 재료 (2) 의 적어도 하나의 전구체의 적어도 하나의 원자를 포함한다. 적어도 하나의 교환 리간드가 적어도 하나의 원자 Si 를 포함하는 경우, 나노입자 (13) 의 표면은 전구체 용액으로 혼합 단계 전에 실란화될 수 있다.

[1490] 일 실시형태에 따르면, Si, Al, Ti, B, P, Ge, As, Fe, T, Z, Ni, Zn, Ca, Na, K, Mg, Pb, Ag, V, P, Te, Mn, Ir, Sc, Nb, 또는 Sn 의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 교환 리간드는 메르캅토-작용성 실란, 예컨대 2-메르캅토에틸트리메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, 12-메르캅토도데실트리메톡시실란; 2-아미노에틸트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란, 12-아미노도데실트리메톡시실란; 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1491] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 표면의 리간드는 Si, Al, Ti, B, P, Ge, As, Fe, T, Z, Ni, Zn, Ca, Na, K, Mg, Pb, Ag, V, P, Te, Mn, Ir, Sc, Nb, 또는 Sn 의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 교환 리간드와 부분적으로 교환된다. 이 실시형태에서, Si, Al, Ti, B, P, Ge, As, Fe, T, Z, Ni, Zn, Ca, Na, K, Mg, Pb, Ag, V, P, Te, Mn, Ir, Sc, Nb, 또는 Sn 의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 교환 리간드는 n-알킬트리메톡실실란, 예컨대 예컨대 n-부틸트리메톡시실란, n-옥틸트리메톡실실란, n-도데실트리메톡시실란, n-옥타데실트리메톡시실란; 2-아미노에틸트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란; 12-아미노도데실트리메톡시실란을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1492] 일 실시형태에 따르면, 규소, 알루미늄 또는 티타늄의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 리간드가 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액에 첨가된다. 이 실시형태에서, 규소, 알루미늄 또는 티타늄의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 리간드는 n-알킬트리메톡실실란, 예컨대 n-부틸트리메톡시실란, n-옥틸트리메톡실실란, n-도데실트리메톡시실란, n-옥타데실트리메톡시실란; 2-아미노에틸트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란; 12-아미노도데실트리메톡시실란을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 이 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면의 리간드 및 규소, 알루미늄 또는 티타늄의 적어도 하나의 원자를 포함하는 적어도 하나의 리간드는 나노입자 (3) 의 표면에서 얽혀서, 적어도 나노입자 (3) 가 복합 입자 (1) 에 균일하게 분포될 수 있게 한다.

[1493] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 표면의 리간드는 C3 내지 C20 알칸티올 리간드, 예를 들어 프로판티올, 부탄티올, 펜탄티올, 헥산티올, 헵탄티올, 옥탄티올, 노난티올, 데칸티올, 운데칸티올, 도데칸티올, 트리데칸티올, 테트라데칸티올, 펜타데칸티올, 헥사데칸티올, 헵타데칸티올, 옥타데칸티올, 또는 이들의 혼합물이다. 이 실시형태에서, C3 내지 C20 알칸티올 리간드는 나노입자 표면의 소수성 제어를 돕는다.

[1494] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 의 표면의 리간드는 코폴리머, 블록 코폴리머 및/또는 멀티덴데이트 (multidendate) 리간드인 적어도 하나의 교환 리간드와 교환된다.

[1495] 본 발명의 일 실시형태에서, 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 적어도 2 개의 모노머를 포함하며, 상기 모노머는

[1496] - 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 하나의 앵커링 모노머, 및

[1497] - 높은 수용해도 (water solubility) 를 갖는 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 하나의 친수성 모노머이다.

[1498] 본 발명의 일 실시형태에서, 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 I:

[1499] (A)x(B)y

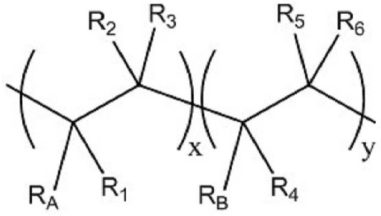
[1500] 를 갖고, 여기서

[1501] A 는 전술한 것처럼 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 적어도 하나의 앵커링 모노머를 포함하고,

[1502] B 는 높은 수용해도를 갖는 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 적어도 하나의 친수성 모노머를 포함하고,

[1503] x 와 y 각각은 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 499, 1 내지 249, 1 내지 99, 또는 1 내지 24 의 정수이다.

[1504] 본 발명의 일 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 II:

[1505] 

[1506] 를 갖고, 여기서

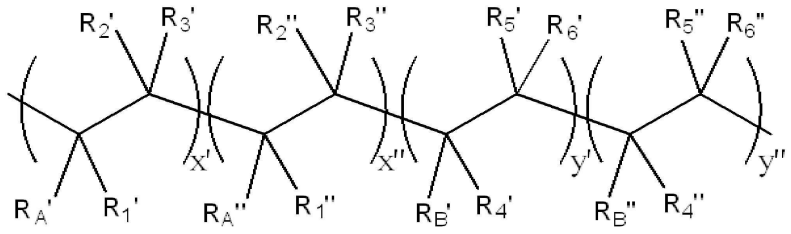
[1507] R_A 는 전술한 것처럼 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 기를 나타내고,

[1508] R_B 는 높은 수용해도를 갖는 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 기를 나타내고,

[1509] R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6 은 독립적으로 H, 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 하이드록실, 할로겐, 알콕시, 카르복실레이트로부터 선택된 기일 수 있고,

[1510] x 및 y 의 각각은 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 499 의 정수이다.

[1511] 본 발명의 일 실시형태에서, 적어도 2 개의 모노머들을 포함하는 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 II':

[1512] 

[1513] 를 갖고, 여기서

[1514] R_A' 및 R_A'' 은 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A' 및 M_A'' 을 포함하는 기를 각각 나타내고,

[1515] R_B' 및 R_B'' 은 높은 수용해도를 갖는 제 2 모이어티 M_B' 및 M_B'' 을 포함하는 기를 각각 나타내고,

[1516] R_1', R_2', R_3', R_1'', R_2'', R_3'', R_4', R_5', R_6', R_4'', R_5'', R_6'' 은 독립적으로 H, 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 하이드록실, 할로겐, 알콕시, 카르복실레이트로부터 선택된 기일 수 있고,

[1517] x' 및 x'' 의 각각은, x' 및 x'' 의 적어도 하나가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 0 내지 499 의 정수이고,

[1518] y' 및 y'' 의 각각은, y' 및 y'' 의 적어도 하나가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 0 내지 499 의 정수이다.

[1519] 본 발명의 일 실시형태에서, 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 적어도 2 개의 모노머들로부터 합성되고, 상기 모노머들은

[1520] - M_A 가 디티올 기인, 하나의 앵커링 모노머,

[1521] - M_B 가 술포벤타인 기인, 하나의 친수성 모노머이다.

[1522] 본 발명의 다른 실시형태에서, 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 적어도 3 개의 모노머들로부터 합성되고, 상기 모노머들은

[1523] - 위에서 정의된 바와 같은 하나의 앵커링 모노머,

[1524] - 위에서 정의된 바와 같은 하나의 친수성 모노머, 및

[1525] - 반응성 작용기 M_C 를 포함하는 하나의 작용화 가능한 모노머이다.

[1526] 본 발명의 일 실시형태에서, 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 III:

[1527] $(A)_x(B)_y(C)_z$

[1528] 를 갖고, 여기서

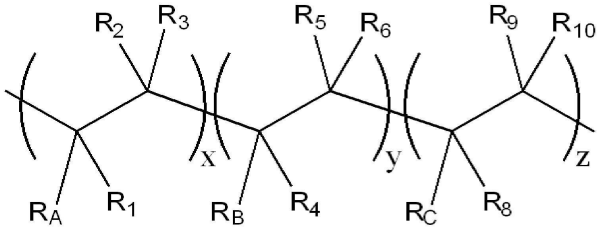
[1529] A 는 전술한 바와 같은 나노결정의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 적어도 하나의 앵커링 모노머를 포함하고,

[1530] B 는 높은 수용해도를 갖는 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 적어도 하나의 친수성 모노머를 포함하고,

[1531] C 는 반응성 작용기를 갖는 제 3 모이어티 M_C 를 포함하는 적어도 하나의 작용화 가능한 모노머를 포함하고,

[1532] x, y 및 z 의 각각은 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 498 의 정수이다.

[1533] 상기 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 IV:

[1534] 

[1535] 를 갖고, 여기서

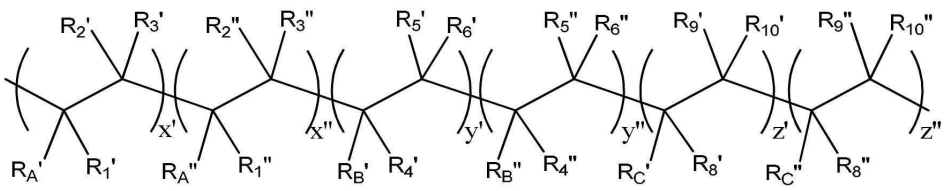
[1536] R_A, R_B, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 및 R_6 는 위에서 정의한 바와 같고;

[1537] R_C 는 제 3 모이어티 M_C 를 포함하는 기를 나타내고,

[1538] R_8, R_9 및 R_{10} 은 독립적으로 H, 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 하이드록실, 할로겐, 알콕시, 카르복실레이트로부터 선택된 기일 수 있고,

[1539] x, y 및 z 의 각각은 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 498 의 정수이다.

[1540] 본 발명의 일 실시형태에서, 적어도 2 개의 모노머들을 포함하는 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 다음의 식 IV':

[1541] 

[1542] 를 갖고, 여기서

[1543] R_A', R_A'', R_B', R_B'', R_1', R_2', R_3', R_1'', R_2'', R_3'', R_4', R_5', R_6', R_4'', R_5'' 및 R_6'' 은 위에서 정의되고,

[1544] R_C' 및 R_C'' 은 제 3 모이어티 M_C' 및 M_C'' 을 포함하는 기를 각각 나타내고,

[1545] R_8', R_9', R_{10}', R_8'', R_9'', R_{10}'' 은 독립적으로 H, 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 하이드록실, 할로겐, 알콕시, 카르복실레이트로부터 선택된 기일 수 있고,

[1546] x' 및 x" 의 각각은, x' 및 x" 의 적어도 하나가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 0 내지 499 의 정수이고,

[1547] y' 및 y" 의 각각은, y' 및 y" 의 적어도 하나가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 0 내지 499 의 정수이고,

[1548] z' 및 z" 의 각각은, z' 및 z" 의 적어도 하나가 0 이 아니라는 조건에서, 독립적으로 양의 정수, 바람직하게는 0 내지 499 의 정수이다.

[1549] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 적어도 2 개의 모노머들로부터 획득되고, 상기 모노머들은

[1550] - 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 측쇄를 갖는 하나의 앵커링 모노머 M_A; 및

[1551] - 친수성인 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 측쇄를 갖는 하나의 친수성 모노머 M_B; 이고,

[1552] 코폴리머의 하나의 말단은 H 이고, 다른 말단은 작용기 또는 생물활성기를 포함한다.

[1553] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 일반식 (V):

[1554] $$H\text{-}P[(A)x\text{-}co\text{-}(B)y]n\text{-}L\text{-}R$$

[1555] 를 갖고, 여기서

[1556] A 는 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 측쇄를 갖는 앵커링 모노머를 나타내고;

[1557] B 는 친수성인 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 측쇄를 갖는 친수성 모노머를 나타내고;

[1558] n 은 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 1000, 바람직하게는 1 내지 499, 1 내지 249, 또는 1 내지 99 의 정수를 나타내고;

[1559] x 및 y 는 각각 독립적으로 n 의 퍼센트를 나타내고, 여기서 x 및 y 는 n 의 0% 와 다르고 n 의 100% 와 다르며, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 100% 미만, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 80%, n 의 0% 초과 내지 50% 이고; x+y 는 n 의 100% 와 동일하고;

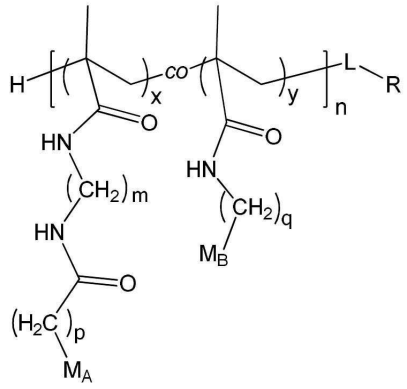
[1560] R 은

[1561] • $-NH_2$, -COOH, -OH, -SH, -CHO, 케톤, 할로겐화물; N-하이드록시숙신이미드 에스테르, N-하이드록시글루타르이미드 에스테르 또는 말레이미드 에스테르와 같은 활성 에스테르; 예컨대 산 무수물 또는 산 할로겐화물과 같은 활성 카르복실산; 이소티오시아네이트; 이소시아네이트; 알킨; 아지드; 글루타르산 무수물, 숙신산 무수물, 말레산 무수물; 하이드라지드; 클로로포르메이트, 말레이미드, 알켄, 실란, 히드라존, 옥심 및 푸란을 포함하는 그룹으로부터 선택된 작용기; 및

[1562] • 아비딘 또는 스트랩타비딘; 단일 클론 항체 또는 단일 사슬 항체와 같은 항체; 당류; 친화도 타깃에 대한 특정 결합 친화도를 갖는 단백질 또는 펩티드 서열, 예컨대 어비머 (avimer) 또는 어피바디 (affibody) (친화도 타깃은 예컨대 단백질, 핵산, 펩티드, 대사물 또는 저분자일 수 있다), 항원, 스테로이드, 비타민, 약물, 합텐, 대사물, 독소, 환경 오염 물질, 아미노산, 펩티드, 단백질, 앱타머, 핵산, 뉴클레오티드, 펩티드 핵산 (PNA), 폴레이트 (folates), 탄수화물, 지질, 인지질, 리포단백질, 리포다당류, 리포솜 호르몬, 다당류, 폴리머, 폴리히스티딘 태그, 형광단 (fluorophores) 을 포함하는 그룹으로부터 선택된 생물활성기이고;

[1563] L 은 1 내지 50 사슬 원자를 갖는 알킬렌, 알케닐렌, 아릴렌 또는 아릴알킬 연결기 (linking group) 를 포함하는 그룹으로부터 선택된 바운드 또는 스페이서를 나타내고, 연결기는 -O-, -S-, -NR_7- 에 의해 선택적으로 중단 또는 종료될 수 있고, R_7 은 H 또는 알킬, -CO-, -NHCO-, -CONH- 또는 이들의 조합; 또는 DNA, RNA, 펩티드 핵산 (PNA), 다당류, 펩티드를 포함하는 그룹으로부터 선택된 스페이서이다.

[1564] 특정 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 식 (V-a):

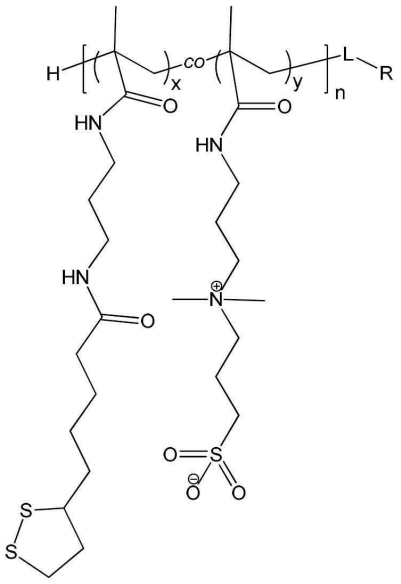


[1565]

[1566] 를 갖고, n, x, y, L, R, M_A 및 M_B 는 위에서 정의된 바와 같고;

[1567] q 는 1 내지 20, 바람직하게는 1 내지 10, 바람직하게는 1 내지 5, 바람직하게는2, 3, 4 의 정수이고, m 은 1 내지 20, 바람직하게는 1 내지 10, 바람직하게는 1 내지 5, 바람직하게는 2, 3, 4 의 정수이고, p 는 1 내지 20, 바람직하게는 1 내지 10, 바람직하게는 1 내지 6, 바람직하게는 3, 4, 5 의 정수이다.

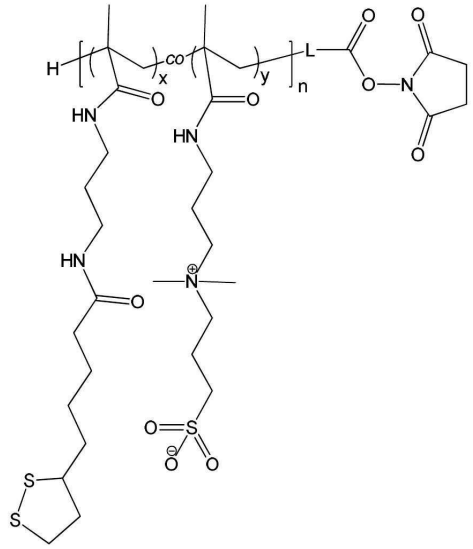
[1568] 특정 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 식 (V-b):



[1569]

[1570] 를 갖고, n, x, y, L 및 R 은 상기 식 (V) 에서 정의된 바와 같거나 또는 그의 환원된 형태이다.

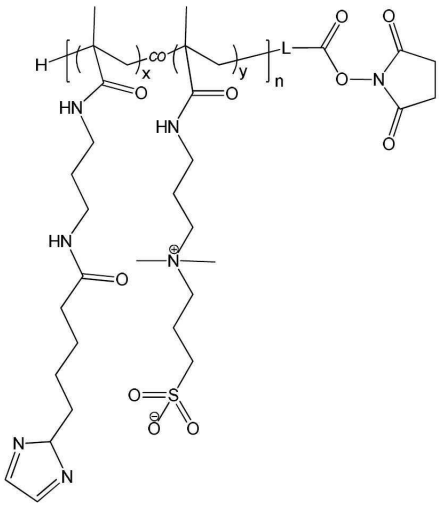
[1571] 특정 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 식 (V-c):



[1572]

[1573] 를 갖고, n, x, y 및 L 은 상기 식 (V) 에서 정의된 바와 같거나 또는 그의 환원된 형태이다.

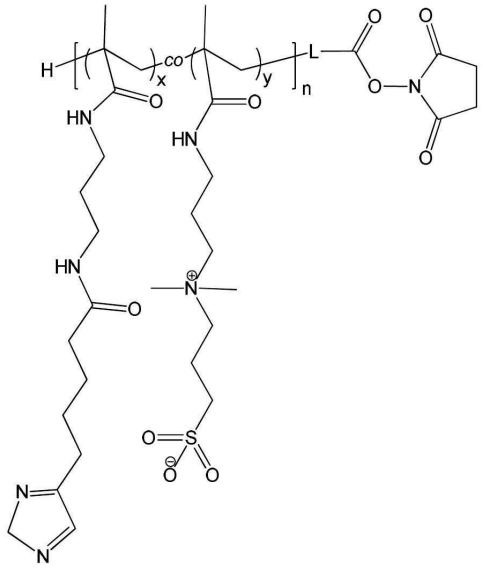
[1574] 특정 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 식 (V-d):



[1575]

[1576] 를 갖고, n, x, y 및 L 은 상기 식 (V) 에서 정의된 바와 같거나 또는 그의 환원된 형태이다.

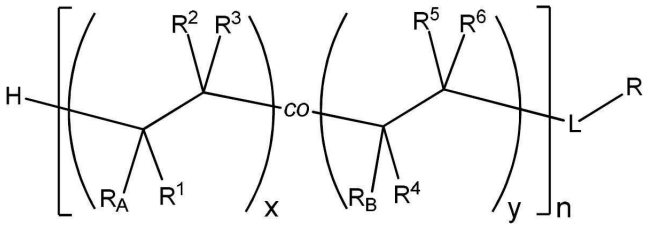
[1577] 다른 특정 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 식 (V-e):



[1578]

[1579] 를 갖고, n, x, y 및 L 은 상기 식 (V) 에서 정의된 바와 같거나 또는 그의 환원된 형태이다.

[1580] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 일반식 (VI):



[1581]

[1582] 을 갖고, 여기서

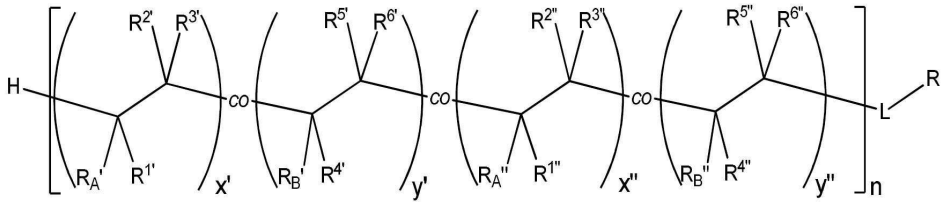
[1583] n, x, y, L 및 R 은 식 (V) 에서 정의된 바와 같고;

[1584] R_A 는 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 기를 나타내고;

[1585] R_B 는 친수성인 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 기를 나타내고;

[1586] R^1, R^2, R^3, R^4, R^5 및 R^6 는 각각 독립적으로 H 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 히드록실, 할로겐, 알콕시 및 카르복실레이트, 아미드로부터 선택된 기를 나타낸다.

[1587] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 일반식 (VII):



[1588]

[1589] 를 갖고, 여기서

[1590] L 및 R 은 식 (V) 에서 정의된 바와 같고;

[1591] R_A' 및 R_A" 은 각각 제 1 모이어티 M_A' 를 포함하는 기 및 제 1 모이어티 M_A" 를 포함하는 기를 나타내고, 상기 모이어티 M_A' 및 M_A" 은 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖고,

[1592] R_B' 및 R_B'' 은 각각 제 2 모이어티 M_B' 을 포함하는 기 및 제 2 모이어티 M_B'' 을 포함하는 기를 나타내고, 상기 모이어티 M_B' 및 M_B'' 은 친수성이고;

[1593] $R^{1'}$, $R^{2'}$, $R^{3'}$, $R^{4'}$, $R^{5'}$, $R^{6'}$, $R^{1''}$, $R^{2''}$, $R^{3''}$, $R^{4''}$, $R^{5''}$ 및 $R^{6''}$ 은 각각 독립적으로 H 또는 알킬, 알케닐, 아릴, 히드록실, 할로겐, 알콕시 및 카르복실레이트, 아미드로부터 선택된 기를 나타내고;

[1594] n 은 양의 정수, 바람직하게는 1 내지 1000, 바람직하게는 1 내지 499, 1 내지 249, 또는 1 내지 99 의 정수를 나타내고;

[1595] x' 및 x'' 은 각각 독립적으로 n 의 퍼센트를 나타내고, x' 및 x'' 의 적어도 하나는 n 의 0% 와 다르고, x' 및 x'' 은 n 의 100% 와 다르며, 바람직하게는 x' 및 x'' 은 n 의 0% 초과 내지 100% 미만, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 50%, n 의 0% 초과 내지 50% 이고;

[1596] y' 및 y'' 은 각각 독립적으로 n 의 퍼센트를 나타내고, y' 및 y'' 의 적어도 하나는 n 의 0% 와 다르고, y' 및 y'' 은 n 의 100% 와 다르며, 바람직하게는 y' 및 y'' 은 n 의 0% 초과 내지 100% 미만, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 50%, n 의 0% 초과 내지 50% 이고;

[1597] x' + x'' + y' + y'' 는 n 의 100% 와 동일하다.

[1598] 본 발명의 다른 실시형태에서, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 적어도 3 개의 모노머들로부터 합성되고, 상기 모노머들은

[1599] - 위에서 정의된 바와 같은 하나의 앵커링 모노머 A;

[1600] - 위에서 정의된 바와 같은 하나의 친수성 모노머 B;

[1601] - 소수성 작용기 M_C 를 포함하는 측쇄를 갖는 하나의 소수성 모노머 C 이고;

[1602] 코폴리머의 하나의 말단은 H 이고, 다른 말단은 작용기 또는 생물활성기를 포함한다.

[1603] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 일반식 (VIII):

[1604] $$H\text{-}P[(A)_x\text{-}co\text{-}(B)_y\text{-}co\text{-}(C)_z]_n\text{-}L\text{-}R$$

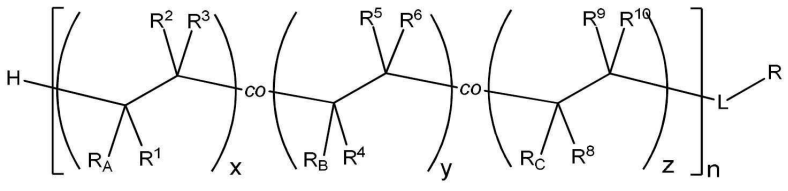
[1605] 을 갖고, 여기서

[1606] A, B, L, R 및 n 은 위에서 정의한 바와 같고;

[1607] C 는 소수성인 모이어티 M_C 를 포함하는 측쇄를 갖는 소수성 모노머를 나타내고;

[1608] x, y 및 z 는 각각 독립적으로 n 의 퍼센트를 나타내고, x 및 y 는 n 의 0% 와 다르고 n 의 100% 와 다르며, 바람직하게는 x, y 및 z 는 n 의 0% 초과 내지 100% 미만, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 80%, n 의 0% 초과 내지 50% 이고; x+y+z 는 n 의 100% 와 동일하다.

[1609] 일 실시형태에 따르면, 코폴리머인 적어도 하나의 교환 리간드는 일반식 (IX):

[1610] 

[1611] 를 갖고, 여기서

[1612] n, L, R, R_A, R_B, R^1, R^2, R^3, R^4, R^5 및 R^6 위에서 정의한 바와 같고;

[1613] R_C 는 소수성인 제 3 모이어티 M_C 를 포함하는 기를 나타내고;

[1614] R^8, R^9, 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 H 또는알킬, 알케닐, 아릴, 히드록실, 할로겐, 알콕시 및 카르복실레이트,

아미드로부터 선택된 기를 나타내고;

[1615] x, y 및 z 는 각각 독립적으로 n 의 퍼센트를 나타내고, x 및 y 는 n 의 0% 와 다르고 n 의 100% 와 다르며, 바람직하게는 x, y 및 z 는 n 의 0% 초과 내지 100% 미만, 바람직하게는 n 의 0% 초과 내지 80%, n 의 0% 초과 내지 50% 이고; x+y+z 는 n 의 100% 와 동일하다.

[1616] 본 발명의 일 실시형태에서, x+y 는 5 내지 500, 5 내지 250, 5 내지 100, 5 내지 75, 5 내지 50, 10 내지 50, 10 내지 30, 5 내지 35, 5 내지 25, 15 내지 25 이다. 본 발명의 일 실시형태에서, x+y+z 는 5 내지 750, 5 내지 500, 5 내지 150, 5 내지 100, 10 내지 75, 10 내지 50, 5 내지 50, 15 내지 25, 5 내지 25 이다. 본 발명의 일 실시형태에서, x'+x"+y'+y" 는 5 내지 500, 5 내지 250, 5 내지 100, 5 내지 75, 5 내지 50, 10 내지 50, 10 내지 30, 5 내지 35, 5 내지 25, 15 내지 25 이다. 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 x 는 x'+x" 와 동일하다. 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 y 는 y'+y" 와 동일하다. 본 발명의 일 실시형태에서, x'+x"+y'+y"+z'+z" 는 5 내지 750, 5 내지 500, 5 내지 150, 5 내지 100, 10 내지 75, 10 내지 50, 5 내지 50, 15 내지 25, 5 내지 25 이다. 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 z 는 z'+z" 와 동일하다.

[1617] 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 제 1 모이어티 M_A 는 바람직하게는, O, S, Se, Te, N, P, As, 및 이들의 혼합물의 그룹에서 선택되고 나노입자 (3) 의 표면에 존재하는 재료에 대해 또는 나노입자 (3) 의 표면에 존재하는 금속에 대해 친화도를 갖는다.

[1618] 본 발명의 일 실시형태에서, 적어도 2 개의 모노머들을 포함하는 코폴리머인 상기 적어도 하나의 교환 리간드는 모노머 A 및 모노머 B 를 포함하는 복수의 모노머들을 갖는다. 일 실시형태에서, 상기 리간드는 랜덤 또는 블록 코폴리머이다. 다른 실시형태에서, 상기 리간드는 본질적으로 모노머 A 및 모노머 B 로 이루어진 랜덤 또는 블록 코폴리머이다. 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 리간드는 여러자리 리간드이다.

[1619] 본 발명의 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도 그리고 특히 나노입자 (3) 의 표면에 존재하는 금속에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A 는 티올 모이어티, 디티올모이어티, 이미다졸 모이어티, 카테콜 모이어티, 피리딘 모이어티, 피롤 모이어티, 티오펜 모이어티, 티아졸 모이어티, 피라진 모이어티, 카르복실산 또는 카르복실레이트 모이어티, 나프티리딘 모이어티, 포스핀 모이어티, 포스핀 산화물 모이어티, 페놀 모이어티, 일차 아민 모이어티, 이차 아민 모이어티, 삼차 아민 모이어티, 사차 아민 모이어티, 방향족 아민 모이어티, 또는 이들의 조합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1620] 본 발명의 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도 그리고 특히 O, S, Se, Te, N, P, As, 및 이들의 혼합물의 그룹에서 선택된 재료에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A 는, 이미다졸 모이어티, 피리딘 모이어티, 피롤 모이어티, 티아졸 모이어티, 피라진 모이어티, 나프티리딘 모이어티, 포스핀 모이어티, 포스핀 산화물 모이어티, 일차 아민 모이어티, 이차 아민 모이어티, 삼차 아민 모이어티, 사차 아민 모이어티, 방향족 아민 모이어티, 또는 이들의 조합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1621] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 제 1 모이어티 M_A 는 디히드로리포산 (DHLA) 모이어티가 아니다.

[1622] 본 발명의 다른 실시형태에서, 상기 제 1 모이어티 M_A 는 이미다졸 모이어티가 아니다.

[1623] 일 실시형태에서, 모노머 A 및 B 는 메타크릴아미드 모노머이다.

[1624] 본 발명의 일 실시형태에서, 높은 수용해도를 갖는 상기 제 2 모이어티 M_B 는 쌍성 이온성 (zwitterionic) 모이어티 (즉, 음전하와 양전하 쌍방, 바람직하게는 암모늄기와 술폰산염기 쌍방을 갖는 기 또는 암모늄기와 카르복실레이트기 쌍방을 갖는 기를 갖는 임의의 화합물), 예컨대 아미노카르복실레이트, 아미노술포네이트, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클, 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 카르복시베타인 모이어티, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 술포벤타인 모이어티, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클, 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 포스포베타인, 포스포릴콜린, 포스포코올린 모이어티, 및 이들의 조합물 또는 PEG 모이어티를 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1625] 적절한 PEG 모이어티의 일례가 -[O-CH2-CHR']$_n$-R'' 이며, 여기서 R' 은 H 또는 C_1-C_3 알킬일 수 있고, R'' 은 H, -OH, C_1-C_6 알킬, C_1-C_6 알콕시, 아릴, 아릴옥시, 아릴알킬, 또는 아릴알콕시일 수 있고, n 은 1 내지 120, 바람직하게는 1 내지 60, 더 바람직하게는 1 내지 30 의 정수일 수 있다.

[1626] 일 실시형태에서, B 가 PEG 모이어티인 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 모노머를 포함하면, B 는 PEG 모이어티가 아닌 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 적어도 하나의 모노머를 더 포함한다.

[1627] 본 발명의 다른 실시형태에서, 높은 수용해도를 갖는 상기 제 2 모이어티 M_B 는 PEG 모이어티가 아니다.

[1628] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 모이어티 M_A 는 상기 모이어티 M_A' 및 M_A" 를 포함한다.

[1629] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 모이어티 M_B 는 상기 모이어티 M_B' 및 M_B" 를 포함한다.

[1630] 본 발명의 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도 그리고 특히 나노입자 (3) 의 표면에 존재하는 금속에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A' 및 M_A" 은 티올 모이어티, 디티올모이어티, 이미다졸 모이어티, 카테콜 모이어티, 피리딘 모이어티, 피롤 모이어티, 티오펜 모이어티, 티아졸 모이어티, 피라진 모이어티, 카르복실산 또는 카르복실레이트 모이어티, 나프티리딘 모이어티, 포스핀 모이어티, 포스핀 산화물 모이어티, 페놀 모이어티, 일차 아민 모이어티, 이차 아민 모이어티, 삼차 아민 모이어티, 사차 아민 모이어티, 방향족 아민 모이어티, 또는 이들의 조합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1631] 본 발명의 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도 그리고 특히 O, S, Se, Te, N, P, As, 및 이들의 혼합물의 그룹에서 선택된 재료에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A' 및 M_A" 은 이미다졸 모이어티, 피리딘 모이어티, 피롤 모이어티, 티아졸 모이어티, 피라진 모이어티, 나프티리딘 모이어티, 포스핀 모이어티, 포스핀 산화물 모이어티, 일차 아민 모이어티, 이차 아민 모이어티, 삼차 아민 모이어티, 사차 아민 모이어티, 방향족 아민 모이어티, 또는 이들의 조합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1632] 본 발명의 일 실시형태에서, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A' 은 디티올모이어티이고, 나노입자 (3) 의 표면에 대한 친화도를 갖는 상기 제 1 모이어티 M_A" 은 이미다졸 모이어티이다.

[1633] 본 발명의 일 실시형태에서, 높은 수용해도를 갖는 상기 제 2 모이어티 M_B' 및 M_B" 은 쌍성 이온성 모이어티 (즉, 음전하와 양전하 쌍방, 바람직하게는 암모늄기와 술폰산염기 쌍방을 갖는 기 또는 암모늄기와 카르복실레이트기 쌍방을 갖는 기를 갖는 임의의 화합물), 예컨대 아미노카르복실레이트, 아미노술포네이트, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클, 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 카르복시베타인 모이어티, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 술포벤타인 모이어티, 암모늄기가 지방족 사슬, 5-원 사이클, 1, 2 또는 3 추가의 질소 원자를 포함하는 5-원 헤테로사이클, 6-원 사이클, 1, 2, 3 또는 4 추가의 질소 원자를 포함하는 6-원 헤테로사이클에 포함될 수 있는 포스포베타인, 포스포릴콜린, 포스포코올린 모이어티, 및 이들의 조합물 또는 PEG 모이어티, 또는 폴리(에테르)글리콜 모이어티를 포함하며, 이로 제한되지 않고, M_B' 이 PEG 모이어티라면, M_B" 이 PEG 모이어티가 아니고, 그 반대도 그러하다.

[1634] 본 발명의 일 실시형태에서, 높은 수용해도를 갖는 상기 제 2 모이어티 M_B' 은 술포벤타인기이고, 높은 수용해도를 갖는 상기 제 2 모이어티 M_B" 은 PEG 모이어티이다.

[1635] 본 발명의 일 실시형태에서, 반응성 작용기를 갖는 상기 제 3 모이어티 M_C 는 선택된 조건 하에서 선택된 제제와 공유 결합을 형성할 수 있고, 일차 아민기와 같은 아민기를 갖는 임의의 모이어티, 아지도기를 갖는 임의의 모이어티, 할로겐기를 갖는 임의의 모이어티, 알케닐기를 갖는 임의의 모이어티, 알키닐기를 갖는 임의의 모이어티, 산성 작용기를 갖는 임의의 모이어티, 활성 산성 작용기를 갖는 임의의 모이어티, 알코올기를 갖는 임의의 모이어티, 활성 알코올기를 갖는 임의의 모이어티, 티올기를 갖는 임의의 모이어티를 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 또한 단백질이나 항체와 같은 거대 분자에 높은 친화도로 결합할 수 있는 비오틴과 같은 저분자일 수 있다.

[1636] 일 실시형태에 따르면, M_c 의 반응성 작용기는 화학적 관행에서 일반적으로 사용되는 임의의 적절한 보호기에 의해 보호될 수 있다. 보호 및 탈보호는 보호하고자 하는 분자의 구조에 적합하고 당업계에 공지된 임의의 적절한 방법에 의해 수행될 수 있다. M_c 의 반응성 작용기는 리간드의 합성 동안 보호될 수 있고, 중합 단계 후에 제거될 수 있다. 대안적으로, M_C 의 반응성 기는 중합 단계 후에 리간드에 도입될 수 있다.

[1637] 본 발명의 다른 실시형태에서, 반응성 작용기를 갖는 상기 제 3 모이어티 M_C 는 선택적 결합 대응물과 비공유 결합을 형성할 수 있고, 반응성 작용기를 갖는 상기 제 3 모이어티 M_C 는 대응물 스트렙타비딘에 결합하는 비오틴, 대응물 서열-상보적인 핵산에 결합하는 핵산, 대응물 FKBP 에 결합하는 FK506, 대응물 해당 항원에 결합하는 항체를 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1638] 본 발명의 일 실시형태에서, 제 3 모이어티 M_C 을 포함하는 R_C 는 식 $-L_C-M_C$ 를 가질 수 있고, L_C 는 결합 또는 알킬렌, 알케닐렌, PEG 모이어티, 또는 1 내지 8 사슬 원자를 갖는 아릴렌 연결기일 수 있고 선택적으로 -O-, -S-, $-NR_7-$ 에 의해 중단되거나 종료될 수 있고, R_7 은 H 또는 알킬, -CO-, -NHCO-, -CONH- 또는 이들의 조합이고, M_C 는 전술한 바와 같은 제 3 모이어티에 해당한다.

[1639] 적절한 PEG 모이어티의 일례가 $-[O-CH_2-CHR']_n-$ 이고, R' 은 H 또는 C_1-C_3 알킬일 수 있고, n 은 0 내지 30 의 정수일 수 있다.

[1640] 일 실시형태에 따르면, 작용기는 -NH2, -COOH, -OH, -SH, -CHO, 케톤, 할로겐화물; 예컨대 N-하이드록시숙신이미드 에스테르, N-하이드록시글루타르이미드 에스테르 또는 말레이미드 에스테르와 같은 활성 에스테르; 예컨대 산 무수물 또는 산 할로겐화물과 같은 활성 카르복실산; 이소티오시아네이트; 이소시아네이트; 알킨; 아지드; 글루타르산 무수물, 숙신산 무수물, 말레산 무수물; 하이드라지드; 클로로포르메이트, 말레이미드, 알켄, 실란, 히드라존, 옥심 및 푸란을 포함하는 그룹으로부터 선택된다.

[1641] 일 실시형태에 따르면, 생물활성기는 아비딘 또는 스트랩타비딘; 단일 클론 항체 또는 단일 사슬 항체와 같은 항체; 당류; 친화도 타깃에 대한 특정 결합 친화도를 갖는 단백질 또는 펩티드 서열, 예컨대 어비머 또는 어피바디 (친화도 타깃은 예컨대 단백질, 핵산, 펩티드, 대사물 또는 저분자일 수 있다), 항원, 스테로이드, 비타민, 약물, 합텐, 대사물, 독소, 환경 오염 물질, 아미노산, 펩티드, 단백질, 앱타머, 핵산, 뉴클레오티드, 펩티드 핵산 (PNA), 폴레이트, 탄수화물, 지질, 인지질, 리포단백질, 리포다당류, 리포솜 호르몬, 다당류, 폴리머, 폴리히스티딘 태그, 형광단을 포함하는 그룹으로부터 선택된다.

[1642] 본 발명의 일 실시형태에서, 제 1 모이어티 M_A 를 포함하는 R_A 는 식 $-L_A-M_A$ 를 가질 수 있고, L_A 는 결합 또는 알킬렌, 알케닐렌, 또는 1 내지 8 사슬 원자를 갖는 아릴렌 연결기일 수 있고 선택적으로-O-, -S-, $-NR_7-$ 에 의해 중단되거나 종료될 수 있고, R_7 은 H 또는 알킬, -CO-, -NHCO-, -CONH- 또는 이들의 조합이고, M_A 는 전술한 바와 같은 제 1 모이어티에 해당한다.

[1643] 본 발명의 일 실시형태에서, 제 2 모이어티 M_B 를 포함하는 R_B 는 식 - L_B-M_B 를 가질 수 있고, L_B 는 결합 또는 알킬렌, 알케닐렌, 또는 1 내지 8 사슬 원자를 갖는 아릴렌 연결기일 수 있고, 선택적으로 -O-, -S-, $-NR_7-$ 에 의해 단되거나 종료될 수 있고, R_7 은 H 또는 알킬, -CO-, -NHCO-, -CONH- 또는 이들의 조합이고, M_B 는 전술한 바와 같은 제 2 모이어티에 해당한다.

[1644] 일 실시형태에 따르면, 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 적어도 하나의 콜로이드 현탁액은 중량으로 적어도 0.001%, 0.002%, 0.003%, 0.004%, 0.005%, 0.006%, 0.007%, 0.008%, 0.009%, 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35%, 0.4%, 0.45%, 0.5%, 0.55%, 0.6%, 0.65%, 0.7%, 0.75%, 0.8%, 0.85%, 0.9%, 0.95%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, 50%, 51%, 52%, 53%, 54%, 55%, 56%, 57%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 64%, 65%, 66%, 67%, 68%, 69%, 70%, 71%, 72%, 73%, 74%, 75%, 76%, 77%, 78%, 79%, 80%, 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 또는 95% 의 상기 나노입자 (3) 농도를 갖는다.

[1645] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 상기 방법 동안에 제자리에서 복합 입자 (1) 내에서 합성되지

않는다.

[1646] 일 실시형태에 따르면, 나노입자들 (3) 은 무기 재료 (2) 의 형성 동안에 상기 무기 재료 (2) 내에 캡슐화된다. 예를 들어, 상기 나노입자 (3) 는 이전에 수득된 무기 재료 (2) 에 삽입되지 않거나 접촉하지 않는다.

[1647] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 는 물리적 포착을 통해 복합 입자 (1) 에 캡슐화되지 않는다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 물리적 포착을 통해 나노입자 (3) 가 삽입된 미리 형성된 입자가 아니다.

[1648] 일 실시형태에 따르면, 계면활성제의 예는 예컨대 올레산, 아세트산, 옥탄산과 같은 카르복실산; 옥탄티올, 헥산티올, 부탄티올과 같은 티올; 4-메르캅토벤조산; 예컨대 올레일아민, 1,6-헥산디아민, 옥틸아민과 같은 아민; 포스폰산; 항체 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1649] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 를 획득하는 방법은 계면활성제가 없지 않다. 이 실시형태에서, 나노입자들은 상기 방법 동안 용액 중에서 더 안정화될 수 있어서, 상기 방법 동안 그들의 화학적 또는 물리적 특성의 임의의 저하를 제한하거나 방지할 수 있다. 또한, 복합 입자 (1) 의 콜로이드 안정성이 향상될 수 있고, 특히 상기 방법의 종료 시에 용액 중에 복합 입자 (1) 를 분산시키는 것이 더 용이할 수 있다

[1650] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 를 획득하는 방법은 계면활성제가 없다. 이 실시형태에서, 본 발명의 방법에 의해 획득되는 또는 획득 가능한 복합 입자 (1) 의 표면은, 상기 표면이 어떠한 계면활성제 분자에 의해서도 블로킹되지 않을 것이므로 작용화되기 용이할 것이다.

[1651] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 액적 형성제이다.

[1652] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 액적을 생성하도록 구성된다.

[1653] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 분무기 (atomizer) 를 포함한다.

[1654] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 분무-건조 또는 분무-열분해이다.

[1655] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 분무-건조 또는 분무-열분해가 아니다.

[1656] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 초음파 디스펜서, 또는 중력, 원심력 또는 정전기를 사용하는 드롭 (drop) 전달 시스템에 의한 드롭을 포함한다.

[1657] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 튜브 또는 실린더를 포함한다.

[1658] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 직렬로 위치되고 작동한다.

[1659] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 병렬로 위치되고 작동한다.

[1660] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 서로 마주보지 않는다.

[1661] 일 실시형태에 따르면, 액적 형성 수단은 동축으로 반대 위치에 배치되지 않는다.

[1662] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 의 액적은 동시에 형성된다.

[1663] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 의 액적은 용액 B 의 액적의 형성 전에 형성된다.

[1664] 일 실시형태에 따르면, 용액 B 의 액적은 용액 A 의 액적의 형성 전에 형성된다.

[1665] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 의 액적 및 용액 B 의 액적은 동일한 튜브에서 기체 유동에 분산된다.

[1666] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 의 액적 및 용액 B 의 액적은 2 개의 별개 튜브에서 기체 유동에 분산된다.

[1667] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 의 액적은 균질하게 혼합된다.

[1668] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 의 액적은 특히 용액 A 및 용액 B 가 혼합 가능하지 않다면 균질하게 혼합되지 않는다.

[1669] 일 실시형태에 따르면, 액적은 구형이다.

[1670] 일 실시형태에 따르면, 액적은 다분산이다.

[1671] 일 실시형태에 따르면, 액적은 단분산이다.

[1672] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 크기는 액적의 직경과 상관 관계가 있다. 액적의 크기가

작을수록, 결과적인 복합 입자 (1) 의 크기가 작아진다.

[1673] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 의 크기는 액적의 직경보다 더 작다.

[1674] 일 실시형태에 따르면, 액적은 적어도 10 nm, 50 nm, 100 nm, 150 nm, 200 nm, 250 nm, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm, 1 ㎛, 50 ㎛, 100 ㎛, 150 ㎛, 200 ㎛, 250 ㎛, 300 ㎛, 350 ㎛, 400 ㎛, 450 ㎛, 500 ㎛, 550 ㎛, 600 ㎛, 650 ㎛, 700 ㎛, 750 ㎛, 800 ㎛, 850 ㎛, 900 ㎛, 950 ㎛, 1 mm, 1.1 mm, 1.2 mm, 1.3 mm, 1.4 mm, 1.5 mm, 1.6 mm, 1.7 mm, 1.8 mm, 1.9 mm, 2 mm, 2.1 mm, 2.2 mm, 2.3 mm, 2.4 mm, 2.5 mm, 2.6 mm, 2.7 mm, 2.8 mm, 2.9 mm, 3 mm, 3.1 mm, 3.2 mm, 3.3 mm, 3.4 mm, 3.5 mm, 3.6 mm, 3.7 mm, 3.8 mm, 3.9 mm, 4 mm, 4.1 mm, 4.2 mm, 4.3 mm, 4.4 mm, 4.5 mm, 4.6 mm, 4.7 mm, 4.8 mm, 4.9 mm, 5 mm, 5.1 mm, 5.2 mm, 5.3 mm, 5.4 mm, 5.5 mm, 5.6 mm, 5.7 mm, 5.8 mm, 5.9 mm, 6 mm, 6.1 mm, 6.2 mm, 6.3 mm, 6.4 mm, 6.5 mm, 6.6 mm, 6.7 mm, 6.8 mm, 6.9 mm, 7 mm, 7.1 mm, 7.2 mm, 7.3 mm, 7.4 mm, 7.5 mm, 7.6 mm, 7.7 mm, 7.8 mm, 7.9 mm, 8 mm, 8.1 mm, 8.2 mm, 8.3 mm, 8.4 mm, 8.5 mm, 8.6 mm, 8.7 mm, 8.8 mm, 8.9 mm, 9 mm, 9.1 mm, 9.2 mm, 9.3 mm, 9.4 mm, 9.5 mm, 9.6 mm, 9.7 mm, 9.8 mm, 9.9 mm, 1 cm, 1.5 cm, 또는 2 cm 의 직경을 갖는다.

[1675] 일 실시형태에 따르면, 액적은 기체 유동에 분산되고, 기체는 공기, 질소, 아르곤, 이수소, 이산소, 헬륨, 이산화탄소, 일산화탄소, NO, NO_2, N_2O, F_2, Cl_2, H_2Se, CH_4, PH_3, NH_3, SO_2, H_2S 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1676] 일 실시형태에 따르면, 기체 유동은 0.01 내지 $1X10^{10}$ cm^3/s 의 속도를 갖는다.

[1677] 일 실시형태에 따르면, 기체 유동은 적어도 0.01 cm^3/s, 0.02 cm^3/s, 0.03 cm^3/s, 0.04 cm^3/s, 0.05 cm^3/s, 0.06 cm^3/s, 0.07 cm^3/s, 0.08 cm^3/s, 0.09 cm^3/s, 0.1 cm^3/s, 0.15 cm^3/s, 0.25 cm^3/s, 0.3 cm^3/s, 0.35 cm^3/s, 0.4 cm^3/s, 0.45 cm^3/s, 0.5 cm^3/s, 0.55 cm^3/s, 0.6 cm^3/s, 0.65 cm^3/s, 0.7 cm^3/s, 0.75 cm^3/s, 0.8 cm^3/s, 0.85 cm^3/s, 0.9 cm^3/s, 0.95 cm^3/s, 1 cm^3/s, 1.5 cm^3/s, 2 cm^3/s, 2.5 cm^3/s, 3 cm^3/s, 3.5 cm^3/s, 4 cm^3/s, 4.5 cm^3/s, 5 cm^3/s, 5.5 cm^3/s, 6 cm^3/s, 6.5 cm^3/s, 7 cm^3/s, 7.5 cm^3/s, 8 cm^3/s, 8.5 cm^3/s, 9 cm^3/s, 9.5 cm^3/s, 10 cm^3/s, 15 cm^3/s, 20 cm^3/s, 25 cm^3/s, 30 cm^3/s, 35 cm^3/s, 40 cm^3/s, 45 cm^3/s, 50 cm^3/s, 55 cm^3/s, 60 cm^3/s, 65 cm^3/s, 70 cm^3/s, 75 cm^3/s, 80 cm^3/s, 85 cm^3/s, 90 cm^3/s, 95 cm^3/s, 100 cm^3/s, $5X10^2$ cm^3/s, $1X10^3$ cm^3/s, $5X10^3$ cm^3/s, $1X10^4$ cm^3/s, $5X10^4$ cm^3/s, $1X10^5$ cm^3/s, $5X10^5$ cm^3/s, 또는 $1X10^6$ cm^3/s 의 속도를 갖는다.

[1678] 일 실시형태에 따르면, 기체 입구 압력은 적어도 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, 또는 10 bar 이다.

[1679] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 및 용액 B 의 공급 속도, 즉 장치 내로 분사되는 용액의 A 및 용액 B 의 유동은 1 mL/h 내지 10000 mL/h, 5 mL/h 내지 5000 mL/h, 10 mL/h 내지 2000 mL/h, 30 mL/h 내지 1000 mL/h 이다.

[1680] 일 실시형태에 따르면, 용액 A 의 공급 속도는 적어도 1 mL/h, 1.5 mL/h, 2.5 mL/h, 3 mL/h, 3.5 mL/h, 4 mL/h, 4.5 mL/h, 5 mL/h, 5.5 mL/h, 6 mL/h, 6.5 mL/h, 7 mL/h, 7.5 mL/h, 8 mL/h, 8.5 mL/h, 9 mL/h, 9.5 mL/h, 10 mL/h, 10.5 mL/h, 11 mL/h, 11.5 mL/h, 12 mL/h, 12.5 mL/h, 13 mL/h, 13.5 mL/h, 14 mL/h, 14.5 mL/h, 15 mL/h, 15.5 mL/h, 16 mL/h, 16.5 mL/h, 17 mL/h, 17.5 mL/h, 18 mL/h, 18.5 mL/h, 19 mL/h, 19.5 mL/h, 20 mL/h, 20.5 mL/h, 21 mL/h, 21.5 mL/h, 22 mL/h, 22.5 mL/h, 23 mL/h, 23.5 mL/h, 24 mL/h, 24.5 mL/h, 25 mL/h, 25.5 mL/h, 26 mL/h, 26.5 mL/h, 27 mL/h, 27.5 mL/h, 28 mL/h, 28.5 mL/h, 29 mL/h, 29.5 mL/h, 30 mL/h, 30.5 mL/h, 31 mL/h, 31.5 mL/h, 32 mL/h, 32.5 mL/h, 33 mL/h, 33.5 mL/h, 34 mL/h, 34.5 mL/h, 35 mL/h, 35.5 mL/h, 36 mL/h, 36.5 mL/h, 37 mL/h, 37.5 mL/h, 38 mL/h, 38.5 mL/h, 39 mL/h, 39.5 mL/h, 40 mL/h, 40.5 mL/h, 41 mL/h, 41.5 mL/h, 42 mL/h, 42.5 mL/h, 43 mL/h, 43.5 mL/h, 44 mL/h, 44.5 mL/h, 45 mL/h, 45.5 mL/h, 46 mL/h, 46.5 mL/h, 47 mL/h, 47.5 mL/h, 48 mL/h, 48.5 mL/h, 49 mL/h, 49.5 mL/h, 50 mL/h, 50.5 mL/h, 51 mL/h, 51.5 mL/h, 52 mL/h, 52.5 mL/h, 53 mL/h, 53.5 mL/h, 54 mL/h, 54.5 mL/h, 55 mL/h, 55.5 mL/h, 56 mL/h, 56.5 mL/h, 57 mL/h, 57.5 mL/h, 58 mL/h, 58.5 mL/h, 59 mL/h, 59.5 mL/h, 60 mL/h, 60.5 mL/h, 61 mL/h, 61.5 mL/h, 62 mL/h, 62.5 mL/h, 63 mL/h, 63.5 mL/h, 64 mL/h, 64.5 mL/h, 65 mL/h, 65.5 mL/h, 66 mL/h, 66.5 mL/h, 67 mL/h, 67.5 mL/h, 68 mL/h, 68.5 mL/h, 69 mL/h, 69.5

mL/h, 70 mL/h, 70.5 mL/h, 71 mL/h, 71.5 mL/h, 72 mL/h, 72.5 mL/h, 73 mL/h, 73.5 mL/h, 74 mL/h, 74.5 mL/h, 75 mL/h, 75.5 mL/h, 76 mL/h, 76.5 mL/h, 77 mL/h, 77.5 mL/h, 78 mL/h, 78.5 mL/h, 79 mL/h, 79.5 mL/h, 80 mL/h, 80.5 mL/h, 81 mL/h, 81.5 mL/h, 82 mL/h, 82.5 mL/h, 83 mL/h, 83.5 mL/h, 84 mL/h, 84.5 mL/h, 85 mL/h, 85.5 mL/h, 86 mL/h, 86.5 mL/h, 87 mL/h, 87.5 mL/h, 88 mL/h, 88.5 mL/h, 89 mL/h, 89.5 mL/h, 90 mL/h, 90.5 mL/h, 91 mL/h, 91.5 mL/h, 92 mL/h, 92.5 mL/h, 93 mL/h, 93.5 mL/h, 94 mL/h, 94.5 mL/h, 95 mL/h, 95.5 mL/h, 96 mL/h, 96.5 mL/h, 97 mL/h, 97.5 mL/h, 98 mL/h, 98.5 mL/h, 99 mL/h, 99.5 mL/h, 100 mL/h, 200 mL/h, 250 mL/h, 300 mL/h, 350 mL/h, 400 mL/h, 450 mL/h, 500 mL/h, 550 mL/h, 600 mL/h, 650 mL/h, 700 mL/h, 750 mL/h, 800 mL/h, 850 mL/h, 900 mL/h, 950 mL/h, 1000 mL/h, 1500 mL/h, 2000 mL/h, 2500 mL/h, 3000 mL/h, 3500 mL/h, 4000 mL/h, 4500 mL/h, 5000 mL/h, 5500 mL/h, 6000 mL/h, 6500 mL/h, 7000 mL/h, 7500 mL/h, 8000 mL/h, 8500 mL/h, 9000 mL/h, 9500 mL/h, 또는 10000 mL/h 이다.

[1681] 일 실시형태에 따르면, 용액 B 의 공급 속도는 적어도 1 mL/h, 1.5 mL/h, 2.5 mL/h, 3 mL/h, 3.5 mL/h, 4 mL/h, 4.5 mL/h, 5 mL/h, 5.5 mL/h, 6 mL/h, 6.5 mL/h, 7 mL/h, 7.5 mL/h, 8 mL/h, 8.5 mL/h, 9 mL/h, 9.5 mL/h, 10 mL/h, 10.5 mL/h, 11 mL/h, 11.5 mL/h, 12 mL/h, 12.5 mL/h, 13 mL/h, 13.5 mL/h, 14 mL/h, 14.5 mL/h, 15 mL/h, 15.5 mL/h, 16 mL/h, 16.5 mL/h, 17 mL/h, 17.5 mL/h, 18 mL/h, 18.5 mL/h, 19 mL/h, 19.5 mL/h, 20 mL/h, 20.5 mL/h, 21 mL/h, 21.5 mL/h, 22 mL/h, 22.5 mL/h, 23 mL/h, 23.5 mL/h, 24 mL/h, 24.5 mL/h, 25 mL/h, 25.5 mL/h, 26 mL/h, 26.5 mL/h, 27 mL/h, 27.5 mL/h, 28 mL/h, 28.5 mL/h, 29 mL/h, 29.5 mL/h, 30 mL/h, 30.5 mL/h, 31 mL/h, 31.5 mL/h, 32 mL/h, 32.5 mL/h, 33 mL/h, 33.5 mL/h, 34 mL/h, 34.5 mL/h, 35 mL/h, 35.5 mL/h, 36 mL/h, 36.5 mL/h, 37 mL/h, 37.5 mL/h, 38 mL/h, 38.5 mL/h, 39 mL/h, 39.5 mL/h, 40 mL/h, 40.5 mL/h, 41 mL/h, 41.5 mL/h, 42 mL/h, 42.5 mL/h, 43 mL/h, 43.5 mL/h, 44 mL/h, 44.5 mL/h, 45 mL/h, 45.5 mL/h, 46 mL/h, 46.5 mL/h, 47 mL/h, 47.5 mL/h, 48 mL/h, 48.5 mL/h, 49 mL/h, 49.5 mL/h, 50 mL/h, 50.5 mL/h, 51 mL/h, 51.5 mL/h, 52 mL/h, 52.5 mL/h, 53 mL/h, 53.5 mL/h, 54 mL/h, 54.5 mL/h, 55 mL/h, 55.5 mL/h, 56 mL/h, 56.5 mL/h, 57 mL/h, 57.5 mL/h, 58 mL/h, 58.5 mL/h, 59 mL/h, 59.5 mL/h, 60 mL/h, 60.5 mL/h, 61 mL/h, 61.5 mL/h, 62 mL/h, 62.5 mL/h, 63 mL/h, 63.5 mL/h, 64 mL/h, 64.5 mL/h, 65 mL/h, 65.5 mL/h, 66 mL/h, 66.5 mL/h, 67 mL/h, 67.5 mL/h, 68 mL/h, 68.5 mL/h, 69 mL/h, 69.5 mL/h, 70 mL/h, 70.5 mL/h, 71 mL/h, 71.5 mL/h, 72 mL/h, 72.5 mL/h, 73 mL/h, 73.5 mL/h, 74 mL/h, 74.5 mL/h, 75 mL/h, 75.5 mL/h, 76 mL/h, 76.5 mL/h, 77 mL/h, 77.5 mL/h, 78 mL/h, 78.5 mL/h, 79 mL/h, 79.5 mL/h, 80 mL/h, 80.5 mL/h, 81 mL/h, 81.5 mL/h, 82 mL/h, 82.5 mL/h, 83 mL/h, 83.5 mL/h, 84 mL/h, 84.5 mL/h, 85 mL/h, 85.5 mL/h, 86 mL/h, 86.5 mL/h, 87 mL/h, 87.5 mL/h, 88 mL/h, 88.5 mL/h, 89 mL/h, 89.5 mL/h, 90 mL/h, 90.5 mL/h, 91 mL/h, 91.5 mL/h, 92 mL/h, 92.5 mL/h, 93 mL/h, 93.5 mL/h, 94 mL/h, 94.5 mL/h, 95 mL/h, 95.5 mL/h, 96 mL/h, 96.5 mL/h, 97 mL/h, 97.5 mL/h, 98 mL/h, 98.5 mL/h, 99 mL/h, 99.5 mL/h, 100 mL/h, 200 mL/h, 250 mL/h, 300 mL/h, 350 mL/h, 400 mL/h, 450 mL/h, 500 mL/h, 550 mL/h, 600 mL/h, 650 mL/h, 700 mL/h, 750 mL/h, 800 mL/h, 850 mL/h, 900 mL/h, 950 mL/h, 1000 mL/h, 1500 mL/h, 2000 mL/h, 2500 mL/h, 3000 mL/h, 3500 mL/h, 4000 mL/h, 4500 mL/h, 5000 mL/h, 5500 mL/h, 6000 mL/h, 6500 mL/h, 7000 mL/h, 7500 mL/h, 8000 mL/h, 8500 mL/h, 9000 mL/h, 9500 mL/h, 또는 10000 mL/h 이다.

[1682] 일 실시형태에 따르면, 액적은 상기 액적으로부터 용매를 증발시키기에 충분한 온도에서 가열된다.

[1683] 일 실시형태에 따르면, 액적은 적어도 0℃, 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 또는 1400℃ 에서 가열된다.

[1684] 일 실시형태에 따르면, 액적은 0℃, 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 또는 1400℃ 미만에서 가열된다.

[1685] 일 실시형태에 따르면, 액적은 적어도 0℃, 25℃, 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 또는 1400℃ 에서 건조된다.

[1686] 일 실시형태에 따르면, 액적은 0℃, 25℃, 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 또는 1400℃ 미만에서 건조된다.

[1687] 일 실시형태에 따르면, 액적은 가열되지 않는다.

[1688] 일 실시형태에 따르면, 가열 단계의 시간은 적어도 0.1 초, 0.2 초, 0.3초, 0.4 초, 0.5 초, 1 초, 1.5 초, 2 초, 2.5 초, 3초, 3.5 초, 4 초, 4.5 초, 5 초, 5.5 초, 6 초, 6.5초, 7 초, 7.5 초, 8 초, 8.5 초, 9 초, 9.5 초, 10초, 10.5 초, 11 초, 11.5 초, 12 초, 12.5 초, 13초, 13.5 초, 14 초, 14.5 초, 15 초, 15.5 초, 16초, 16.5 초, 17 초, 17.5 초, 18 초, 18.5 초, 19초, 19.5 초, 20 초, 21 초, 22 초, 23 초, 24 초, 25 초, 26 초, 27 초, 28 초, 29 초, 30 초, 31 초, 32초, 33 초, 34 초, 35 초, 36 초, 37 초, 38 초, 39초, 40 초, 41 초, 42 초, 43 초, 44 초, 45 초, 46초, 47 초, 48 초, 49 초, 50 초, 51 초, 52 초, 53초, 54 초, 55 초, 56 초, 57 초, 58 초, 59 초, 또는 60 초이다.

[1689] 일 실시형태에 따르면, 액적은 화염을 사용하여 가열된다.

[1690] 일 실시형태에 따르면, 액적은 히트 건 (heat gun) 을 사용하여 가열된다.

[1691] 일 실시형태에 따르면, 가열 단계는 튜브형 노에서 행해진다.

[1692] 일 실시형태에 따르면, 액적은 열전달로서 대류에 의해 가열된다.

[1693] 일 실시형태에 따르면, 액적은 적외선 복사에 의해 가열된다.

[1694] 일 실시형태에 따르면, 액적은 마이크로파에 의해 가열된다.

[1695] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 가열 온도보다 낮은 온도에서 냉각된다.

[1696] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 적어도 -200℃, -180℃, -160℃, -140℃, -120℃, -100℃, -80℃, -60℃, -40℃, -20℃, 0℃, 20℃, 40℃, 60℃, 80℃, 또는 100℃ 의 온도에서 냉각된다.

[1697] 일 실시형태에 따르면, 냉각 단계는 사실이고, 냉각 단계의 시간은 적어도 0.1℃/s, 1℃/s, 10℃/sec, 50℃/sec, 100℃/sec, 150℃/sec, 200℃/sec, 250℃/sec, 300℃/sec, 350℃/sec, 400℃/sec, 450℃/sec, 500℃/sec, 550℃/sec, 600℃/sec, 650℃/sec, 700℃/sec, 750℃/sec, 800℃/sec, 850℃/sec, 900℃/sec, 950℃/sec, 또는 1000℃/sec 이다.

[1698] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 크기에 따라 분리되지 않고, 1 ㎚ 내지 300 ㎛ 의 포어 크기를 갖는 독특한 멤브레인 필터를 사용하여 수집된다.

[1699] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 크기에 따라 분리되지 않고, 1 ㎚ 내지 300 ㎛ 의 포어 크기를 갖는 적어도 2 개의 멤브레인 필터를 사용하여 수집된다.

[1700] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 1 ㎚ 내지 300 ㎛ 의 상이한 포어 크기를 갖는 적어도 2 개의 연속적인 멤브레인 필터를 사용하여 크기에 따라 분리 및 수집된다.

[1701] 일 실시형태에 따르면, 멤브레인 필터는 소수성 폴리테트라플루오로에틸렌, 친수성 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에테르술폰, 나일론, 셀룰로오스, 유리 섬유, 폴리카보네이트, 폴리프로필렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 은, 폴리올레핀, 폴리프로필렌 프리필터, 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1702] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 멤브레인 필터를 스크러빙함으로써 멤브레인 필터로부터 분말로서 수집된다.

[1703] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 멤브레인 필터로서 사용된 컨베이어 벨트에서 분말로서 수집된다. 이 실시형태에서, 상기 컨베이어 벨트를 스크러빙함으로써 상기 방법 중에 분말을 연속적으로 수집하도록 상기 컨베이어 벨트는 작동된다.

[1704] 일 실시형태에 따르면, 멤브레인 필터로서 사용된 컨베이어 벨트는 1 ㎚ 내지 300 ㎛ 의 포어 크기를 갖는다.

[1705] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 유기 용매에서 상기 멤브레인 필터를 초음파 처리 (sonicating) 함으로써 멤브레인 필터로부터 수집된다.

[1706] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 수성 용매에서 상기 멤브레인 필터를 초음파 처리함으로써 멤브레인 필터로부터 수집된다.

[1707] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 극성 용매에서 상기 멤브레인 필터를 초음파 처리함으로써 멤브레인 필터로부터 수집된다.

[1708] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무극성 용매에서 상기 멤브레인 필터를 초음파 처리함으로써 멤브레인 필터로부터 수집된다.

[1709] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 크기에 따라 분리 및 수집된다.

[1710] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 로딩 차지에 따라 분리 및 수집된다.

[1711] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 패킹 분율에 따라 분리 및 수집된다.

[1712] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 화학 조성에 따라 분리 및 수집된다.

[1713] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 특정 특성에 따라 분리 및 수집된다.

[1714] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 온도 유도 분리 또는 자기 유도 분리를 사용하여 크기에 따라 분리 및 수집된다.

[1715] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 정전 침전기를 사용하여 크기에 따라 분리 및 수집된다.

[1716] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 음파 또는 중력 집진 장치를 사용하여 크기에 따라 분리 및 수집된다.

[1717] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 사이클론 분리를 사용하여 크기에 따라 분리된다.

[1718] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 나선형 튜브에서 수집된다. 이 실시형태에서, 복합 입자 (1) 는 상기 튜브의 내벽에 퇴적될 것이고, 이어서 복합 입자 (1) 는 상기 튜브 내로 유기 또는 수성 용매의 도입에 의해 회수될 수 있다.

[1719] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 칼륨 이온을 함유하는 수성 용액에서 수집된다.

[1720] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 수성 용액에서 수집된다.

[1721] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 유기 용액에서 수집된다.

[1722] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 극성 용매에서 수집된다.

[1723] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 무극성 용매에서 수집된다.

[1724] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 예컨대 실리카, 석영, 규소, 금, 구리, Al_2O_3, ZnO, SnO_2, MgO, GaN, GaSb, GaAs, GaAsP, GaP, InP, SiGe, InGaN, GaAlN, GaAlPN, AlN, AlGaAs, AlGaP, AlGaInP, AlGaN, AlGaInN, ZnSe, Si, SiC, 다이아몬드, 붕소 질화물과 같은 재료를 포함하는 담지체 상에 수집된다.

[1725] 일 실시형태에서, 담지체는 반사성이다.

[1726] 일 실시형태에서, 담지체는 예컨대 알루미늄 또는 은과 같은 금속, 유리, 폴리머와 같은 광을 반사할 수 있는 재료를 포함한다.

[1727] 일 실시형태에서, 담지체는 열 전도성이다.

[1728] 일 실시형태에 따르면, 담지체는 표준 조건에서 0.5 내지 450 W/(m.K), 바람직하게는 1 내지 200 W/(m.K), 더 바람직하게는 10 내지 150 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1729] 일 실시형태에 따르면, 담지체는 표준 조건에서 적어도 0.1 W/(m.K), 0.2 W/(m.K), 0.3 W/(m.K), 0.4 W/(m.K), 0.5 W/(m.K), 0.6 W/(m.K), 0.7 W/(m.K), 0.8 W/(m.K), 0.9 W/(m.K), 1 W/(m.K), 1.1 W/(m.K), 1.2 W/(m.K), 1.3 W/(m.K), 1.4 W/(m.K), 1.5 W/(m.K), 1.6 W/(m.K), 1.7 W/(m.K), 1.8 W/(m.K), 1.9 W/(m.K), 2 W/(m.K), 2.1 W/(m.K), 2.2 W/(m.K), 2.3 W/(m.K), 2.4 W/(m.K), 2.5 W/(m.K), 2.6 W/(m.K), 2.7 W/(m.K), 2.8 W/(m.K), 2.9 W/(m.K), 3 W/(m.K), 3.1 W/(m.K), 3.2 W/(m.K), 3.3 W/(m.K), 3.4 W/(m.K), 3.5 W/(m.K), 3.6 W/(m.K), 3.7 W/(m.K), 3.8 W/(m.K), 3.9 W/(m.K), 4 W/(m.K), 4.1 W/(m.K), 4.2 W/(m.K), 4.3 W/(m.K), 4.4 W/(m.K), 4.5 W/(m.K), 4.6 W/(m.K), 4.7 W/(m.K), 4.8 W/(m.K), 4.9 W/(m.K), 5 W/(m.K), 5.1 W/(m.K), 5.2 W/(m.K), 5.3 W/(m.K), 5.4 W/(m.K), 5.5 W/(m.K), 5.6 W/(m.K), 5.7 W/(m.K), 5.8 W/(m.K), 5.9 W/(m.K), 6 W/(m.K), 6.1 W/(m.K), 6.2 W/(m.K), 6.3 W/(m.K), 6.4 W/(m.K), 6.5 W/(m.K), 6.6 W/(m.K), 6.7 W/(m.K), 6.8 W/(m.K), 6.9 W/(m.K), 7 W/(m.K), 7.1 W/(m.K), 7.2 W/(m.K), 7.3 W/(m.K), 7.4 W/(m.K), 7.5 W/(m.K), 7.6 W/(m.K), 7.7 W/(m.K), 7.8 W/(m.K), 7.9 W/(m.K), 8 W/(m.K), 8.1 W/(m.K), 8.2 W/(m.K), 8.3 W/(m.K), 8.4 W/(m.K), 8.5 W/(m.K), 8.6 W/(m.K), 8.7 W/(m.K), 8.8 W/(m.K), 8.9 W/(m.K), 9 W/(m.K), 9.1 W/(m.K), 9.2 W/(m.K), 9.3 W/(m.K), 9.4 W/(m.K), 9.5 W/(m.K), 9.6 W/(m.K), 9.7 W/(m.K), 9.8 W/(m.K), 9.9

W/(m.K), 10 W/(m.K), 10.1 W/(m.K), 10.2 W/(m.K), 10.3 W/(m.K), 10.4 W/(m.K), 10.5 W/(m.K), 10.6 W/(m.K), 10.7 W/(m.K), 10.8 W/(m.K), 10.9 W/(m.K), 11 W/(m.K), 11.1 W/(m.K), 11.2 W/(m.K), 11.3 W/(m.K), 11.4 W/(m.K), 11.5 W/(m.K), 11.6 W/(m.K), 11.7 W/(m.K), 11.8 W/(m.K), 11.9 W/(m.K), 12 W/(m.K), 12.1 W/(m.K), 12.2 W/(m.K), 12.3 W/(m.K), 12.4 W/(m.K), 12.5 W/(m.K), 12.6 W/(m.K), 12.7 W/(m.K), 12.8 W/(m.K), 12.9 W/(m.K), 13 W/(m.K), 13.1 W/(m.K), 13.2 W/(m.K), 13.3 W/(m.K), 13.4 W/(m.K), 13.5 W/(m.K), 13.6 W/(m.K), 13.7 W/(m.K), 13.8 W/(m.K), 13.9 W/(m.K), 14 W/(m.K), 14.1 W/(m.K), 14.2 W/(m.K), 14.3 W/(m.K), 14.4 W/(m.K), 14.5 W/(m.K), 14.6 W/(m.K), 14.7 W/(m.K), 14.8 W/(m.K), 14.9 W/(m.K), 15 W/(m.K), 15.1 W/(m.K), 15.2 W/(m.K), 15.3 W/(m.K), 15.4 W/(m.K), 15.5 W/(m.K), 15.6 W/(m.K), 15.7 W/(m.K), 15.8 W/(m.K), 15.9 W/(m.K), 16 W/(m.K), 16.1 W/(m.K), 16.2 W/(m.K), 16.3 W/(m.K), 16.4 W/(m.K), 16.5 W/(m.K), 16.6 W/(m.K), 16.7 W/(m.K), 16.8 W/(m.K), 16.9 W/(m.K), 17 W/(m.K), 17.1 W/(m.K), 17.2 W/(m.K), 17.3 W/(m.K), 17.4 W/(m.K), 17.5 W/(m.K), 17.6 W/(m.K), 17.7 W/(m.K), 17.8 W/(m.K), 17.9 W/(m.K), 18 W/(m.K), 18.1 W/(m.K), 18.2 W/(m.K), 18.3 W/(m.K), 18.4 W/(m.K), 18.5 W/(m.K), 18.6 W/(m.K), 18.7 W/(m.K), 18.8 W/(m.K), 18.9 W/(m.K), 19 W/(m.K), 19.1 W/(m.K), 19.2 W/(m.K), 19.3 W/(m.K), 19.4 W/(m.K), 19.5 W/(m.K), 19.6 W/(m.K), 19.7 W/(m.K), 19.8 W/(m.K), 19.9 W/(m.K), 20 W/(m.K), 20.1 W/(m.K), 20.2 W/(m.K), 20.3 W/(m.K), 20.4 W/(m.K), 20.5 W/(m.K), 20.6 W/(m.K), 20.7 W/(m.K), 20.8 W/(m.K), 20.9 W/(m.K), 21 W/(m.K), 21.1 W/(m.K), 21.2 W/(m.K), 21.3 W/(m.K), 21.4 W/(m.K), 21.5 W/(m.K), 21.6 W/(m.K), 21.7 W/(m.K), 21.8 W/(m.K), 21.9 W/(m.K), 22 W/(m.K), 22.1 W/(m.K), 22.2 W/(m.K), 22.3 W/(m.K), 22.4 W/(m.K), 22.5 W/(m.K), 22.6 W/(m.K), 22.7 W/(m.K), 22.8 W/(m.K), 22.9 W/(m.K), 23 W/(m.K), 23.1 W/(m.K), 23.2 W/(m.K), 23.3 W/(m.K), 23.4 W/(m.K), 23.5 W/(m.K), 23.6 W/(m.K), 23.7 W/(m.K), 23.8 W/(m.K), 23.9 W/(m.K), 24 W/(m.K), 24.1 W/(m.K), 24.2 W/(m.K), 24.3 W/(m.K), 24.4 W/(m.K), 24.5 W/(m.K), 24.6 W/(m.K), 24.7 W/(m.K), 24.8 W/(m.K), 24.9 W/(m.K), 25 W/(m.K), 30 W/(m.K), 40 W/(m.K), 50 W/(m.K), 60 W/(m.K), 70 W/(m.K), 80 W/(m.K), 90 W/(m.K), 100 W/(m.K), 110 W/(m.K), 120 W/(m.K), 130 W/(m.K), 140 W/(m.K), 150 W/(m.K), 160 W/(m.K), 170 W/(m.K), 180 W/(m.K), 190 W/(m.K), 200 W/(m.K), 210 W/(m.K), 220 W/(m.K), 230 W/(m.K), 240 W/(m.K), 250 W/(m.K), 260 W/(m.K), 270 W/(m.K), 280 W/(m.K), 290 W/(m.K), 300 W/(m.K), 310 W/(m.K), 320 W/(m.K), 330 W/(m.K), 340 W/(m.K), 350 W/(m.K), 360 W/(m.K), 370 W/(m.K), 380 W/(m.K), 390 W/(m.K), 400 W/(m.K), 410 W/(m.K), 420 W/(m.K), 430 W/(m.K), 440 W/(m.K), 또는 450 W/(m.K) 의 열 전도율을 갖는다.

[1730] 일 실시형태에 따르면, 기질은 Au, Ag, Pt, Ru, Ni, Co, Cr, Cu, Sn, Rh Pd, Mn, Ti 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[1731] 일 실시형태에 따르면, 기질은 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[1732] 일 실시형태에서, 담지체는 기질, LED, LED 어레이, 베슬, 튜브 또는 컨테이너일 수 있다. 바람직하게는 담지체는 200 nm 내지 50 ㎛, 200 nm 내지 10 ㎛, 200 nm 내지 2500 nm, 200 nm 내지 2000 nm, 200 nm 내지 1500 nm, 200 nm 내지 1000 nm, 200 nm 내지 800 nm, 400 nm 내지 700 nm, 400 nm 내지 600 nm, 또는 400 nm 내지 470 nm 의 파장에서 광학적으로 투명하다.

[1733] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 He, Ne, Ar, Kr, Xe 또는 N_2 와 같은 불활성 기체에 현탁된다.

[1734] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 작용화된 담지체 상에 수집된다.

[1735] 일 실시형태에 따르면, 작용화된 담지체는 특정 결합 성분으로 작용화되고, 상기 특정 결합 성분은 항원, 스테

로이드, 비타민, 약물, 합텐, 대사물, 독소, 환경 오염 물질, 아미노산, 펩티드, 단백질, 항체, 다당류, 뉴클레오티드, 뉴클레오시드, 올리고뉴클레오티드, 소랄렌, 호르몬, 핵산, 핵산 폴리머, 탄수화물, 지질, 인지질, 리포단백질, 리포다당류, 리포솜, 친유성 폴리머, 합성 폴리머, 폴리머성 미세입자, 생물학적 세포, 바이러스 및 이들의 조합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 바람직한 펩티드는 뉴로펩티드, 사이토카인, 독소, 프로테아제 기질 및 단백질 키나아제 기질을 포함하며, 이로 제한되지 않는다. 바람직한 단백질 결합체는 효소, 항체, 렉틴, 당단백질, 히스톤, 알부민, 리포단백질, 아비딘, 스트랩타비딘, 단백질 A, 단백질 G, 피코빌리단백질 및 다른 형광성 단백질, 호르몬, 독소 및 성장 인자를 포함한다. 바람직한 핵산 폴리머는 단일 또는 다중 가닥의 천연 또는 합성 DNA 또는 RNA 올리고뉴클레오티드, 또는 DNA/RNA 하이브리드, 또는 핵산이 50 개 미만의 뉴클레오타이드, 보다 전형적으로 25 개 미만의 뉴클레오티드를 함유하는 N-(2-아미노에틸)글리신 유닛과 같은 펩타이드 핵산, 또는 모르핀 유도 포스파이드와 특이한 링커를 포함한다. 작용화된 담지체의 작용화는 당업계에 공지된 기술을 사용하여 행해질 수 있다. 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 물에 분산된다.

[1736] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 유기 용매에 분산되고, 상기 유기 용매는 헥산, 헵탄, 펜탄, 옥탄, 데칸, 도데칸, 톨루엔, 테트라하이드로푸란, 클로로포름, 아세톤, 아세트산, n-메틸포름아미드, n,n-디메틸포름아미드, 디메틸술폭시드, 옥타데센, 스쿠알렌, 아민, 예컨대 트리-n-옥틸아민, 1,3-디아미노프로판, 올레일아민, 헥사데실아민, 옥타데실아민, 스쿠알렌, 알코올, 예컨대 에탄올, 메탄올, 이소프로판올, 1-부탄올, 1-헥산올, 1-데칸올, 프로판-2-올, 에탄디올, 1,2-프로판디올 또는 이들의 혼합물을 포함하며, 이로 제한되지 않는다.

[1737] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 용액에서 초음파 처리된다. 이 실시형태는 용액 중 상기 복합 입자 (1) 의 분산을 허용한다.

[1738] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전술한 적어도 하나의 계면활성제를 포함하는 용액에 분산된다. 이 실시형태는 용액 중 상기 복합 입자 (1) 의 응집을 방지한다.

[1739] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 를 획득하는 방법은 본 발명의 방법의 최종 단계 후에 복합 입자 (1) 를 가열하기 위한 추가적인 가열 단계를 포함하지 않고, 이 추가적인 가열 단계의 온도는 적어도 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 1400℃, 1450℃, 또는 1500℃ 이다. 실제로, 특히 고온의 추가적인 가열 단계는 나노입자 (3) 의 특정 특성의 저하를 야기할 수 있고, 예컨대 복합 입자 (1) 에 포함된 형광성 나노입자에 대한 형상성의 퀀칭을 야기할 수 있다.

[1740] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 의 획득 방법은 복합 입자 (1) 를 가열하기 위한 추가적인 가열 단계를 더 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 추가적인 가열 단계는 본 발명의 방법의 최종 단계 후에 일어난다.

[1741] 일 실시형태에 따르면, 추가적인 가열 단계의 온도는 적어도 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 400℃, 450℃, 500℃, 550℃, 600℃, 650℃, 700℃, 750℃, 800℃, 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃, 1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃, 1400℃, 1450℃, 또는 1500℃ 이다.

[1742] 일 실시형태에 따르면, 추가적인 가열 단계의 시간은 적어도 5 분, 10 분, 15 분, 20 분, 25 분, 30 분, 35 분, 40 분, 45 분, 50 분, 55 분, 60 분, 1.5 시간, 2 시간, 2.5 시간, 3 시간, 3.5 시간, 4 시간, 4.5 시간, 5 시간, 5.5 시간, 6 시간, 6.5 시간, 7 시간, 7.5 시간, 8 시간, 8.5 시간, 9 시간, 9.5 시간, 10 시간, 11 시간, 12 시간, 13 시간, 14 시간, 15 시간, 16 시간, 17 시간, 18 시간, 19 시간, 20 시간, 21 시간, 22 시간, 23 시간, 24 시간, 30 시간, 36 시간, 42 시간, 48 시간, 54 시간, 60 시간, 66 시간, 72 시간, 78 시간, 84 시간, 90 시간, 96 시간, 102 시간, 108 시간, 114 시간, 120 시간, 126 시간, 132 시간, 138 시간, 144 시간, 150 시간, 156 시간, 162 시간 또는 168 시간이다.

[1743] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 복합 입자 (1) 의 획득 방법은 상기 복합 입자 (1) 의 작용화 단계를 더 포함한다.

[1744] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 는 전술한 것처럼 작용화된다.

[1745] 일 실시형태에 따르면, 상기 방법은 복합 입자 (1) 상에 셸을 형성하는 단계를 추가로 포함한다.

[1746] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 상에 셸을 형성하는 단계 이전에, 상기 복합 입자 (1) 는 전술한 바와 같이 분리, 수집, 분산 및/또는 현탁된다.

[1747] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자 (1) 상에 셸을 형성하는 단계 이전에, 상기 복합 입자 (1) 는 분리, 수집, 분산 및/또는 현탁되지 않는다.

[1748] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 기체에 현탁된 복합 입자들 (1) 을 튜브로 향하게 하는 것을 포함하고, 이들은 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 염소 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 적어도 하나의 분자; 및 분자 산소의 존재 하에 놓이게 되어, 대응 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물의 셸을 형성한다.

[1749] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 기체에 현탁된 복합 입자들 (1) 을 튜브로 향하게 하는 것을 포함하고, 이들은 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 염소 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 분자; 및 분자 산소의 존재 하에 대안적으로 놓이게 되어, 대응 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물의 셸을 형성한다.

[1750] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 규소, 붕소, 인, 게르마늄, 비소, 알루미늄, 철, 티타늄, 지르코늄, 니켈, 아연, 칼슘, 나트륨, 바륨, 칼륨, 마그네슘, 납, 은, 바나듐, 텔루륨, 망간, 이리듐, 스칸듐, 니오븀, 주석, 세륨, 베릴륨, 탄탈, 황, 셀레늄, 질소, 불소, 염소 카드뮴, 황, 셀레늄, 인듐, 텔루륨, 수은, 주석, 구리, 질소, 갈륨, 안티몬, 탈륨, 몰리브덴, 팔라듐, 세륨, 텅스텐, 코발트, 망간, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 상이한 또는 동일한 분자를 사용하여 적어도 두 번 반복될 수 있다. 이 실시형태에서, 셸의 두께는 증가된다.

[1751] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 기체에 현탁된 복합 입자들 (1) 을 튜브로 향하게 하는 것을 포함하고, 이들은 복합 입자들 (1) 상에 셸을 형성하도록 Atomic Layer Deposition (ALD) 프로세스를 거치고, 상기 셸은 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 구리 산화물, 철 산화물, 은 산화물, 납 산화물, 칼슘 산화물, 마그네슘 산화물, 아연 산화물, 주석 산화물, 베릴륨 산화물, 지르코늄 산화물, 니오븀 산화물, 세륨 산화물, 이리듐 산화물, 스칸듐 산화물, 니켈 산화물, 나트륨 산화물, 바륨 산화물, 칼륨 산화물, 바나듐 산화물, 텔루륨 산화물, 망간 산화물, 붕소 산화물, 인 산화물, 게르마늄 산화물, 오스뮴 산화물, 레늄 산화물, 백금 산화물, 비소 산화물, 탄탈 산화물, 리튬 산화물, 스트론튬 산화물, 이트륨 산화물, 하프늄 산화물, 텅스텐 산화물, 몰리브덴 산화물, 크롬 산화물, 테크네튬 산화물, 로듐 산화물, 루테늄 산화물, 코발트 산화물, 팔라듐 산화물, 카드뮴 산화물, 수은 산화물, 탈륨 산화물, 갈륨 산화물, 인듐 산화물, 비스무트 산화물, 안티몬 산화물, 폴로늄 산화물, 셀레늄 산화물, 세슘 산화물, 란타늄 산화물, 프라세오디뮴 산화물, 네오디뮴 산화물, 사마륨 산화물, 유로퓸 산화물, 테르븀 산화물, 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물, 홀뮴 산화물, 툴륨 산화물, 이테르븀 산화물, 루테튬 산화물, 가돌리늄 산화물, 혼합된 산화물들, 이들의 혼합된 산화물들 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[1752] 일 실시형태에 따르면, ALD 에 의한 셸 형성 단계는 상이한 또는 동일한 셸 전구체를 사용하여 적어도 두 번 반복될 수 있다. 이 실시형태에서, 셸의 두께는 증가된다.

[1753] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계를 위한 튜브는 직선형, 나선형 또는 링형일 수 있다.

[1754] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계 동안, 복합 입자 (1) 는 전술한 바와 같이 지지체 상에 퇴적될 수 있다. 이 실시형태에서, 상기 담지체는 튜브 내에 있거나 튜브 자체이다.

[1755] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 입자들 (1) 을 용매에 분산시키는 것 그리고 전술한 바와 같이 이들이 가열 단계를 거치게 하는 것을 포함한다.

[1756] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계는 입자들 (1) 을 용매에 분산시키는 것 그리고 이들이 본 발명의 방법을 거치게 하는 것을 포함한다. 이 실시형태에서, 본 발명의 방법은 입자들 (1) 로 적어도 한 번 또는 여러 번 반복되어 각각 적어도 하나 또는 여러 셸을 수득할 수 있다.

[1757] 일 실시형태에 따르면, 셸 형성 단계 후, 복합 입자들 (1) 은 전술한 바와 같이 분리, 수집, 분산 및/또는 현탁

된다.

[1758] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 의 크기는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1759] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 의 크기 분포는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1760] 일 실시형태에 따르면, 나노입자 (3) 에 의한 복합 입자 (1) 의 충전 정도는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1761] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 의 밀도는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1762] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 의 다공도는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1763] 일 실시형태에 따르면, 복합 입자들 (1) 의 투과도는 가열 온도, 가열 시간, 냉각 온도, 용액 A 및/또는 B 의 양, 용액 A 및/또는 B 의 농도, 가수분해 시간, 가수분해 온도, 나노입자 (3) 의 콜로이드 현탁액에서의 나노입자 (3) 농도, 용액 A 또는 B 에서의 산 및/또는 염기의 성질, 유기 용매의 성질, 시스템에 주입된 기체의 성질, 또는 상기 방법을 시행하는 장치의 다양한 요소의 기하학적 구조 및 치수에 의해 제어될 수 있다.

[1764] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법은 다음의 단계를 포함하지 않는다: 나노입자 (3) 의 수성 또는 유기 용액을 제조하는 단계, 상기 용액에 나노미터 포어 유리를 적어도 10 분 동안 침지시키는 단계, 침지된 나노미터 포어 유리를 용액으로부터 꺼내어 공기 중에서 건조시키는 단계, 나노미터 포어 유리를 수지로 감싸고 포장하는 단계, 및 상기 수지를 응고시키는 단계.

[1765] 일 실시형태에 따르면, 상기 방법은 H_2 기체 유동에서의 수득된 입자의 분산을 더 포함한다. 이 실시형태에서, 상기 H_2 기체 유동은 나노입자 (3), 무기 재료 (2) 및/또는 복합 입자 (1) 에서의 결함의 부동태화를 허용할 것이다.

[1766] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 방법에 의해 획득 가능한 또는 획득되는 복합 입자 (1) 또는 복합 입자 (1) 의 모집단에 관한 것이다. 본원에서, 복합 입자 (1) 의 모집단은 최대 방출 파장에 의해 정의된다.

[1767] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법에 의해 획득 가능한 또는 획득되는 복합 입자 (1) 또는 복합 입자 (1) 의 모집단은 전술한 바와 같이 작용화된다.

[1768] 일 실시형태에 따르면, 본 발명의 방법에 의해 획득 가능한 또는 획득되는 복합 입자 (1) 의 적어도 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30 %, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 또는 95% 가 비어 있고, 즉 어떠한 나노입자도 포함하지 않는다.

[1769] 다양한 실시형태가 설명되고 도시되었지만, 상세한 설명은 이에 제한되는 것으로 해석되어서는 안된다. 청구항들에 의해 정의된 바와 같은 본 개시의 진정한 사상 및 범위를 벗어남이 없이 당업자에 의해 실시형태에 다양한 변형이 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[1770] 도 1 은 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 나노입자 (3) 를 포함하는 복합 입자 (1) 를 보여준다.

도 2 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 구형 나노입자 (31) 를 포함하는 복합 입자 (1) 를 보여준다.

도 3 은 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 2D 나노입자 (32) 를 포함하는 복합 입자 (1) 를 보여준다.

도 4 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 구형 나노입자 (31) 및 복수의 2D 나노입자 (32) 를 포함하는 복합 입자 (1) 를 보여준다.

도 5 는 다른 나노입자들 (3) 을 보여준다.

도 5A 는 셸을 갖지 않는 코어 나노입자 (33) 를 보여준다.

도 5B 는 하나의 셸 (34) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자 (3) 를 보여준다.

도 5C 는 2 개의 상이한 셸 (34, 35) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34, 35) 나노입자 (3) 를 보여준다.

도 5D 는 산화물 절연체 셸 (36) 에 의해 둘러싸인 2 개의 상이한 셸 (34, 35) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34, 35, 36) 나노입자 (3) 를 보여준다.

도 5E 는 코어 (33)/크라운 (37) 나노입자 (32) 를 보여준다.

도 5F 는 하나의 셸 (34) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34) 나노입자 (32) 의 단면도를 보여준다.

도 5G 는 2 개의 상이한 셸 (34, 35) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34, 35) 나노입자 (32) 를 보여준다.

도 5H 는 산화물 절연체 셸 (36) 에 의해 둘러싸인 2 개의 상이한 셸 (34, 35) 을 갖는 코어 (33)/셸 (34, 35, 36) 나노입자 (32) 의 단면도를 보여준다.

도 6 은 광 방출 재료 (7) 를 보여준다.

도 6A 는 호스트 재료 (71), 및 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 2D 나노입자 (32) 를 포함하는 본 발명의 적어도 하나의 복합 입자 (1) 를 포함하는 광 방출 재료 (7) 를 보여준다.

도 6B 는 호스트 재료 (71); 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 2D 나노입자 (32) 를 포함하는 본 발명의 적어도 하나의 복합 입자 (1); 무기 재료 (21) 를 포함하는 복수의 입자; 및 복수의 2D 나노입자 (32) 를 포함하는 광 방출 재료 (7) 를 보여준다.

도 7 은 광전자 장치를 보여준다.

도 7A 는 LED 담지체 (4), LED 칩 (5), 및 상기 LED 칩 (5) 상에 퇴적된 복합 입자들 (1) 을 포함하는 광전자 장치를 보여주며, 복합 입자들 (1) 은 LED 칩 (5) 을 덮는다.

도 7B 는 LED 담지체 (4), LED 칩 (5), 및 상기 LED 칩 (5) 상에 퇴적된 복합 입자들 (1) 을 포함하는 광전자 장치를 보여주며, 복합 입자들 (1) 은 LED 칩 (5) 을 덮고 둘러싼다.

도 8 은 LED 담지체 (4) 및 복수의 마이크로크기의 LED (6) 를 포함하는 마이크로크기의 LED 어레이를 보여주며, 픽셀 피치 (D) 는 한 픽셀의 중심으로부터 다음 픽셀의 중심까지의 거리이다.

도 9 은 광전자 장치를 보여준다.

도 9A 는 LED 담지체 (4), 마이크로크기의 LED (6), 및 상기 마이크로크기의 LED (6) 상에 퇴적된 복합 입자들 (1) 을 포함하는 광전자 장치를 보여주며, 복합 입자들 (1) 은 마이크로크기의 LED (6) 를 덮는다.

도 9B 는 LED 담지체 (4), 마이크로크기의 LED (6), 및 상기 마이크로크기의 LED (6) 상에 퇴적된 복합 입자들 (1) 을 포함하는 광전자 장치를 보여주며, 복합 입자들 (1) 은 마이크로크기의 LED (6) 를 덮고 둘러싼다.

도 10 는 무기 재료 (밝은 콘트라스트) 에 균일하게 분산된 나노입자 (어두운 콘트라스트) 를 보여주는 TEM 이미지이다.

도 10A 는 SiO_2 (밝은 콘트라스트 - @ SiO_2) 에 균일하게 분산된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 (어두운 콘트라스트) 을 보여주는 TEM 이미지이다.

도 10B 는 SiO_2 (밝은 콘트라스트 - @ SiO_2) 에 균일하게 분산된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 (어두운 콘트라스

트) 을 보여주는 TEM 이미지이다.

도 10C 는 Al_2O_3 (밝은 콘트라스트 - @Al_2O_3) 에 균일하게 분산된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 (어두운 콘트라스트) 을 보여주는 TEM 이미지이다.

도 11 은 복합 입자 (1) 의 N_2 흡착 등온선을 보여준다.

도 11A 는 염기성 수용액으로부터 그리고 산성 수용액으로부터 제조된 복합 입자 (1) CdSe/CdZnS@ SiO_2 의 N_2 흡착 등온선을 보여준다.

도 11B 는 150℃, 300℃ 및 550℃ 에서 액적을 가열함으로써 수득된 복합 입자 (1) CdSe/CdZnS@ Al_2O_3 의 N_2 흡착 등온선을 보여준다.

도 12 는 무기 재료 (2) 에 캡슐화된 복수의 나노입자 (32) 를 포함하는 코어 (11), 및 무기 재료 (21) 에 캡슐화된 복수의 나노입자 (31) 를 포함하는 셸 (12) 을 포함하는 복합 입자 (1) 를 보여준다.

도 13 은 4 개의 투과형 전자 현미경 (TEM) 이미지의 세트이다.

도 13A-B 는 역 마이크로유화 (reverse microemulsion) 에 의해 제조된 InP/ZnS@SiO_2 를 보여준다.

도 13C-D 는 예 35 에 상세한 기재된 바와 같이 제조된 CdSe/CdS/ZnS@SiO_2 를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[1771] **예**

[1772] 본 발명은 다음의 예에 의해 더 설명된다.

[1773] 예 1: 무기 나노입자 제조

[1774] 여기서의 예에 사용된 나노입자들은 당업계의 방법 (Lhuillier E. 등., Acc. Chem. Res., 2015, 48 (1), pp 22-30; Pedetti S. 등., J. Am. Chem. Soc., 2014, 136 (46), pp 16430-16438; Ithurria S. 등, J. Am. Chem. Soc., 2008, 130, 16504-16505; Nasilowski M. 등, Chem. Rev. 2016, 116, 10934-10982) 에 따라 제조되었다.

[1775] 여기서의 예에 사용된 나노입자들은 CdSe/CdZnS, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점을 포함하는 그룹에서 선택되었다.

[1776] 예 2: 염기성 수용액에서의 상 이동을 위한 교환 리간드

[1777] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를 3-메르캅토프로피온산과 혼합하고, 수시간 동안 60℃ 에서 가열하였다. 그 다음, 나노플레이트렛을 원심분리에 의해 침전시키고, 디메틸포름아미드에 재분산시켰다. 에탄올 첨가 및 원심분리 전에, 용액에 칼륨 tert-부톡시드를 첨가하였다. 최종 콜로이드성 나노입자를 물에 재분산시켰다.

[1778] 예 3: 산성 수용액에서의 상 이동을 위한 교환 리간드

[1779] 염기성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를 에탄올과 혼합하고 원심분리하였다. PEG-기반 폴리머를 물에 용해시키고, 침전된 나노플레이트렛에 첨가하였다. 아세트산을 콜로이드성 현탁액에 용해시켜 산성 pH 를 조절하였다.

[1780] 예 4: 염기성 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@SiO_2

[1781] 염기성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 염기성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된

튜브 퍼니스를 향해 질소 유동으로 액체 혼합물을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1782] 도 10A-B 는 결과적인 입자의 TEM 이미지를 보여준다.

[1783] 도 11A 는 결과적인 입자의 N_2 흡착 등온선을 보여준다. 상기 결과적인 입자는 다공성이다.

[1784] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1785] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1786] 예 5: 산성 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@SiO_2

[1787] 산성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 질소 유동으로 액체 혼합물을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1788] 도 11A 는 결과적인 입자의 N_2 흡착 등온선을 보여준다. 상기 결과적인 입자는 다공성이다.

[1789] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1790] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1791] 예 6: 헤테로원소를 갖는 염기성 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@$Si_xCd_yZn_zO_w$

[1792] 산성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 0.01M 의 카드뮴 아세테이트 및 0.01M 의 아연 산화물의 존재 하에서 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 질소 유동으로 액체 혼합물을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1793] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는

양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1794] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1795] 예 7: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@Al_2O_3

[1796] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 염기성 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 질소 유동으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1797] 도 10C 는 결과적인 입자의 TEM 이미지를 보여준다.

[1798] 도 11B 는 150℃, 300℃ 및 550℃ 에서 액적들의 가열 후 수득된 입자들의 N_2 흡착 등온선을 보여준다. 가열 온도를 높이면, 다공성이 손실된다. 따라서, 150 ℃ 에서 가열함으로써 수득된 입자는 다공성인 반면, 300 ℃ 및 550 ℃ 에서 가열함으로써 수득된 입자는 다공성이 아니다.

[1799] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1800] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1801] Al_2O_3 를 ZnTe, SiO_2, TiO_2, HfO_2, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1802] Al_2O_3 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1803] 예 8: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - InP/ZnS@Al_2O_3

[1804] 헵탄에 현탁된 InP/ZnS 나노입자 4 mL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 400 mL 의 헵탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 산성 수용액을 제조하여, 제 1 헥산 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 상이한 액적 형성 수단으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1805] InP/ZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS,

InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1806] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1807] Al_2O_3 를 SiO_2, TiO_2, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1808] Al_2O_3 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1809] 예 9: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CH_5N_2-$PbBr_3$@Al_2O_3

[1810] 헥산에 현탁된 CH_5N_2-$PbBr_3$ 나노입자 100 μL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 5 mL 의 헥산과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 산성 수용액을 제조하여, 제 1 헥산 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 상이한 액적 형성 수단으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1811] Al_2O_3 를 SiO_2, TiO_2, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1812] Al_2O_3 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1813] 예 10: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS-Au@SiO_2

[1814] 일 측에서, 산성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노입자 100 μL 및 금 나노입자 100 μL 를, 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 현탁액을 분무하였다. GaN 기질의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다. 그 다음, 퇴적된 복합 입자들을 갖는 GaN 기질은 1 mm x 1 mm 의 조각들로 절단되고 전기적으로 연결되어, 형광 나노입자에 의해 방출된 광 및 청색 광의 혼합물을 방출하는 LED 를 얻었다.

[1815] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1816] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1817] SiO_2 를 Al_2O_3, TiO_2, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를

수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1818] SiO_2 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1819] 예 11: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - Fe_3O_4@Al_2O_3-CdSe/CdZnS@SiO_2

[1820] 일 측에서, 산성 수용액에 현탁된 Fe_3O_4 나노입자 100 μL 를, 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합하였다. 다른 측에서, 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 제 1 수용액과 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 상이한 액적 형성 수단으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다. 복합 입자들은 Fe_3O_4 나노입자를 함유하는 실리카의 코어 및 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 함유하는 알루미나의 셸을 포함한다.

[1821] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1822] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1823] Al_2O_3 및/또는 SiO_2 를 TiO_2, SiO_2, Al_2O_3, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1824] Al_2O_3 및/또는 SiO_2 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1825] 예 12: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - CdS/ZnS 나노플레이트렛@Al_2O_3

[1826] 헵탄에 현탁된 CdS/ZnS 나노플레이트렛 4 mL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 400 mL 의 헵탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 산성 수용액을 제조하여, 제 1 헥산 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 상이한 액적 형성 수단으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1827] CdS/ZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는

양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1828] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1829] Al_2O_3 를 SiO_2, TiO_2, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1830] Al_2O_3 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1831] 예 13: 유기 용액 및 수용액으로부터의 복합 입자 제조 - InP/ZnS@SiO_2

[1832] 산성 수용액에 현탁된 InP/ZnS 나노입자 4 mL 를 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 액적을 형성하도록 현탁액을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1833] InP/ZnS 나노입자를, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, CdSe/CdZnS, InP/CdS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1834] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1835] SiO_2 를 Al_2O_3, TiO_2, HfO_2, ZnTe, ZnSe, ZnO, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1836] SiO_2 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1837] 예 14: 유기 용액 및 수용액으로부터의 입자 제조, 이어서 암모니아 증기의 처리 - CdSe/CdZnS@ZnO

[1838] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 아연 메톡시에톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 본 발명에서 설명된 바와 같은 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 염기성 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 수산화 암모늄 용액을 튜브 퍼니스와 필터 사이에서 동일한 분무 건조 시스템에 로딩하였다. 암모니아 증기를 생성하기 위해 외부 가열 시스템에 의해 35℃ 에서 제 3 액체를 가열하면서, 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 입자들을 수집하였다.

[1839] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS,

CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1840] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1841] ZnO 를 SiO_2, TiO_2, HfO_2, Al_2O_3, ZnTe, ZnSe, ZnS 또는 MgO, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1842] ZnO 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 무기 재료에 따라 조정된다.

[1843] 예 15: 유기 용액 및 수용액으로부터의 입자 제조, 이어서 여분의 셸 코팅 - CdSe/CdZnS@Al_2O_3@MgO

[1844] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 아연 메톡시에톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 본 발명에서 설명된 바와 같은 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 염기성 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 입자들은 튜브를 향하게 되었고, ALD 프로세스에 의해 입자들의 표면에 여분의 MgO 셸이 코팅되었고, 상기 입자들은 기체에 현탁된다. 입자들은 ALD 가 수행된 튜브의 내벽에서 최종적으로 수집되었다.

[1845] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1846] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1847] 예 16: 유기 용액 및 수용액으로부터의 입자 제조 - CdSe/CdZnS-Fe_3O_4@SiO_2

[1848] 일 측에서, 산성 수용액에 현탁된 Fe_3O_4 나노입자 100 μL 및 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 본 발명에서 설명된 바와 같은 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 산성 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 입자들을 수집하였다.

[1849] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS,

InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1850] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1851] 예 17: 유기 용액 및 수용액으로부터의 코어/셸 입자 제조 - 코어 내 $Au@Al_2O_3$ 및 셸 내 $CdSe/CdZnS@SiO_2$

[1852] 일 측에서, 산성 수용액에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 산성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 본 발명에서 설명된 바와 같은 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 헵탄에 현탁된 Au 나노입자 100 μL 를, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 제 1 수용액과 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 입자들을 수집하였다. 입자들은 금 나노입자를 함유하는 알루미나의 코어 및 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 함유하는 실리카의 셸을 포함한다.

[1853] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2/ZnS$, $CuInSe_2/ZnS$, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1854] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1855] 예 18: 복합 입자 제조 - 인광체 입자@SiO_2

[1856] 인광체 나노입자를 염기성 수용액에 현탁시키고, 24 시간 동안 미리 가수분해한 0.13M 의 염기성 수용액 TEOS 와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 액체 혼합물을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1857] 이 예에서 사용된 인광체 나노입자는 이트륨 알루미늄 가넷 나노입자 (YAG, $Y_3Al_5O_{12}$), (Ca,Y)-α-SiAlON:Eu 나노입자, $((Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce)$ 나노입자, $CaAlSiN_3$:Eu 나노입자, 황화물기반 인광체 나노입자, $PFS:Mn^{4+}$ 나노입자 (칼륨 플루오로실리케이트) 이었다.

[1858] 예 19: 복합 입자 제조 - 인광체 나노입자@Al_2O_3

[1859] 인광체 나노입자를 헵탄에 현탁시키고, 알루미늄 트리-sec 부톡시드 및 400 mL 의 헵탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 산성 수용액을 제조하여, 제 1 헥산 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 상이한 액적 형성 수단으로 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1860] 이 예에서 사용된 인광체 나노입자는 이트륨 알루미늄 가넷 나노입자 (YAG, $Y_3Al_5O_{12}$), (Ca,Y)-α-SiAlON:Eu 나노입자, $((Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce)$ 나노입자, $CaAlSiN_3$:Eu 나노입자, 황화물기반 인광체 나노입자, $PFS:Mn^{4+}$ 나노입자 (칼륨 플루오로실리케이트) 이었다.

[1861] 예 20: 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@HfO_2

[1862] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 (10mg/mL) 100 μL 를, 하프늄 n-부톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 염기성 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1863] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1864] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1865] 예 21: 복합 입자 제조 - 인광체 나노입자@HfO_2

[1866] 헵탄에 현탁된 인광체 나노입자 (아래의 리스트 참조) (10mg/mL) 1 μL 를, 하프늄 n-부톡시드 및 5 mL 의 펜탄과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 용매의 비등점 내지 1000 ℃ 의 온도에서 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 결과적인 입자들 인광체 입자들@HfO_2 을 수집하였다.

[1867] 이 예에서 사용된 인광체 나노입자는 이트륨 알루미늄 가넷 나노입자 (YAG, $Y_3Al_5O_{12}$), (Ca,Y)-α-SiAlON:Eu 나노입자, $((Y,Gd)_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce)$ 나노입자, $CaAlSiN_3$:Eu 나노입자, 황화물기반 인광체 나노입자, PFS:Mn^{4+} 나노입자 (칼륨 플루오로실리케이트) 이었다.

[1868] 예 22: 유기금속 전구체로부터의 복합 입자 제조

[1869] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 제어된 분위기 하 펜탄에서 아래의 그룹에서 선택된 유기금속 전구체와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 수용액을 제조하여, 제 1 헵탄 용액과는 다른 위치에서 동일한 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 실온에서부터 300℃ 로 가열된 튜브 퍼니스를 향해 2 개의 액체를 동시에 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1870] $Al[N(SiMe_3)_2]_3$, 트리메틸 알루미늄, 트리이소부틸알루미늄, 트리옥틸알루미늄, 트리페닐알루미늄, 디메틸 알루미늄, 트리메틸 아연, 디메틸 아연, 디에틸아연, $Zn[(N(TMS)_2]_2$, $Zn[(CF_3SO_2)_2N]_2$, $Zn(Ph)_2$, $Zn(C_6F_5)_2$, $Zn(TMHD)_2$ (β-디케토네이트), $Hf[C_5H_4(CH_3)]_2(CH_3)_2$, $HfCH_3(OCH_3)[C_5H_4(CH_3)]_2$, $[[(CH_3)_3Si]_2N]_2HfCl_2$, $(C_5H_5)_2Hf(CH_3)_2$, $[(CH_2CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)_2N]_4Hf$, $[(CH_3)(C_2H_5)N]_4Hf$, $[(CH_3)(C_2H_5)N]_4Hf$, 2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵탄디온 지르코늄 $(Zr(THD)_4)$, $C_{10}H_{12}Zr$, $Zr(CH_3C_5H_4)_2CH_3OCH_3$, $C_{22}H_{36}Zr$, $[(C_2H_5)_2N]_4Zr$, $[(CH_3)_2N]_4Zr$, $[(CH_3)_2N]_4Zr$, $Zr(NCH_3C_2H_5)_4$, $Zr(NCH_3C_2H_5)_4$, $C_{18}H_{32}O_6Zr$, $Zr(C_8H_{15}O_2)_4$, $Zr(OCC(CH_3)_3CHCOC(CH_3)_3)_4$, $Mg(C_5H_5)_2$, 또는 $C_{20}H_{30}Mg$, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 그룹에서 선택된 유기금속 전구체로 절차를 수행하였다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 유기금속 전구체에 따라 조정된다.

[1871] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS,

CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1872] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1873] Al_2O_3 를 ZnO, TiO_2, MgO, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1874] Al_2O_3 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1875] 수용액을 다른 액체 또는 증기 산화 소스로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1876] 예 23: 유기금속 전구체로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@ZnTe

[1877] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 불활성 분위기 하 펜탄에서 아래의 그룹에서 선택된 2 개의 유기금속 전구체들과 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 질소 유동으로 RT 에서부터 300℃ 로 가열된 튜브 퍼니스를 향해 현탁액을 분무하였다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1878] 절차는 디메틸 텔루라이드, 디에틸 텔루라이드, 디이소프로필 텔루라이드, 디-t-부틸 텔루라이드, 디알릴 텔루라이드, 메틸 알릴 텔루라이드, 디메틸 셀레나이드 또는 디메틸 황을 포함하는 그룹에서 선택된 제 1 유기금속 전구체로 수행되었다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 유기금속 전구체에 따라 조정된다.

[1879] 절차는 디메틸 아연, 트리메틸 아연, 디에틸아연, $Zn[(N(TMS)_2]_2$, $Zn[(CF_3SO_2)_2N]_2$, $Zn(Ph)_2$, $Zn(C_6F_5)_2$, 또는 $Zn(TMHD)_2$ (β-디케토네이트) 를 포함하는 그룹에서 선택된 제 2 유기금속 전구체로 수행되었다. 상기 절차의 반응 온도는 선택된 유기금속 전구체에 따라 조정된다.

[1880] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, CuInS2/ZnS, CuInSe2/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1881] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1882] ZnTe 를 ZnS 또는 ZnSe, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1883] ZnTe 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1884] 예 24: 유기금속 전구체로부터의 복합 입자 제조 - CdSe/CdZnS@ZnS

[1885] 헵탄에 현탁된 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛 100 μL 를, 불활성 분위기 하 펜탄에서 아래의 그룹에서 선택된 유기금속 전구체와 혼합한 후, 분무건조 셋업에 로딩하였다. 다른 측에서, 동일한 분부건조 셋업에 H_2S 의 증기 소스를 삽입하였다. 질소 유동으로 RT 에서부터 300℃ 로 가열된 튜브 퍼니스를 향해 현탁액을 분무하였

다. 필터의 표면에서 복합 입자들을 수집하였다.

[1886] 절차는 디메틸 아연, 트리메틸 아연, 디에틸아연, $Zn[(N(TMS)_2]_2$, $Zn[(CF_3SO_2)_2N]_2$, $Zn(Ph)_2$, $Zn(C_6F_5)_2$, $Zn(TMHD)_2$ (β-디케토네이트), 또는 이들의 혼합물을 포함하는 그룹에서 선택된 유기금속 전구체로 수행되었다.

상기 절차의 반응 온도는 선택된 유기금속 전구체에 따라 조정된다.

[1887] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, CdSe, CdS, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdZnS, CdS/ZnS, CdS/CdZnS, CdTe/ZnS, CdTe/CdZnS, CdSeS/ZnS, CdSeS/CdS, CdSeS/CdZnS, $CuInS_2$/ZnS, $CuInSe_2$/ZnS, InP/CdS, InP/ZnS, InZnP/ZnS, InP/ZnSeS, InP/ZnSe, InP/CdZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, CdSe/ZnS/CdZnS, CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS/CdZnS, CdSe/ZnSe/ZnS, CdSeS/CdS/ZnS, CdSeS/CdS/CdZnS, CdSeS/CdZnS/ZnS, CdSeS/ZnSe/ZnS, CdSeS/ZnSe/CdZnS, CdSeS/ZnS/CdZnS, CdSe/ZnS/CdS, CdSeS/ZnS/CdS, CdSe/ZnSe/CdZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS, InP/ZnS/CdS, InP/GaP/ZnS, InP/GaP/ZnSe, InP/CdZnS/ZnS, InP/ZnS/CdZnS, InP/CdS/CdZnS, InP/ZnSe/CdZnS, InP/ZnS/ZnSe, InP/GaP/ZnSe/ZnS, InP/ZnS/ZnSe/ZnS, 나노플레이트렛 또는 양자점, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1888] CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을, 유기 나노입자, 무기 나노입자, 예컨대 금속 나노입자, 할로겐화물 나노입자, 칼코겐화물 나노입자, 인화물 나노입자, 황화물 나노입자, 준금속 나노입자, 금속성 합금 나노입자, 인광체 나노입자, 페로브스카이트 나노입자, 세라믹 나노입자, 예컨대 산화물 나노입자, 탄화물 나노입자, 질화물 나노입자, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1889] ZnS 를 ZnSe 또는 ZnTe, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1890] ZnS 를, 금속 재료, 할로겐화물 재료, 칼코겐화물 재료, 인화물 재료, 황화물 재료, 준금속 재료, 금속성 합금 재료, 세라믹 재료, 예컨대 산화물, 탄화물, 질화물, 유리, 에나멜, 세라믹, 돌, 보석, 안료, 시멘트 및/또는 무기 폴리머, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1891] H_2S 를 H_2Se, H_2Te 또는 다른 기체로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1892] 예 25: 실리콘에서의 복합 입자의 분산 및 LED 에의 퇴적

[1893] 형광 나노입자를 함유하는 복합 입자를 본 발명에 따라 제조 및 수집한 후, 20% 의 질량 농도로 실리콘 폴리머에 분산시켰다. 수득된 재료를 2 시간 동안 150 ℃ 에서의 어닐링 전에 InGaN 의 LED 상에 퇴적시켰다. 그 후, LED 를 켜서, 청색 광과 형광 나노입자에 의해 방출된 광의 혼합물을 얻었다.

[1894] 실리콘을 ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1895] 예 26: ZnO 매트릭스에서의 복합 입자의 분산 및 LED 에의 퇴적

[1896] 형광 나노입자를 함유하는 복합 입자를 본 발명에 따라 제조 및 수집한 후, 졸-겔 방법에 의해 제조된 ZnO 매트릭스에 분산시켰다. 그 후, 재료를 스핀 코팅에 의해 유리 기질에 퇴적시키고 24 시간 동안 100℃ 에서 어닐링하였다. 그 후, 유리 기질에 청색 레이저를 조명하여, 청색 광과 형광 나노입자에 의해 방출된 광의 혼합물을 얻었다.

[1897] ZnO 를 수지, 실리콘, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1898] 예 27: 광 방출 재료 제조

[1899] Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdS/ZnS 나노플레이트렛을 포함하는 청색 방출 복합 입자, Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSeS/CdZnS 나노플레이트렛을 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 포함하는 적색 방출 복합 입자를 실리콘에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 UV 광으로 조명된 복합 입자에 따라 청색, 녹색 및 적색이었다.

[1900] 실리콘을 수지, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일

한 절차를 수행하였다.

[1901] 예 28: 광 방출 재료 제조

[1902] 녹색 방출 코어-셸 CdSeS/CdZnS 나노플레이트렛 및 적색 방출 코어-셸 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 실리콘에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1903] 실리콘을 수지, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1904] 예 29: 광 방출 재료 제조

[1905] Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSeS/CdZnS 나노플레이트렛을 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 포함하는 적색 방출 복합 입자를 아연 산화물 매트릭스에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1906] ZnO 를 수지, 실리콘, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1907] 예 30: 광 방출 재료 제조

[1908] Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSeS/CdZnS 나노플레이트렛으로 셸 및 SiO_2 에 캡슐화된 금 나노플레이트렛을 갖는 코어를 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSe/CdZnS 나노플레이트렛을 포함하는 적색 방출 복합 입자를, 실리콘에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1909] 실리콘을 수지, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1910] 예 31: 광 방출 재료 제조

[1911] SiO_2 에 캡슐화된 코어-셸 InP/ZnS 양자점을 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 SiO_2 에 캡슐화된 코어-셸 InP/ZnSe/ZnS 양자점을 포함하는 적색 방출 복합 입자를 실리콘에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1912] 실리콘을 수지, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1913] 예 32: 광 방출 재료 제조

[1914] SiO_2 에 캡슐화된 코어-셸 InP/ZnS 나노플레이트렛을 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 SiO_2 에 캡슐화된 코어-셸 InP/ZnSe/ZnS 나노플레이트렛을 포함하는 적색 방출 복합 입자를 수지 매트릭스에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 3 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1915] 수지를 실리콘, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1916] 예 33: 광 방출 재료 제조

[1917] Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 CdSeS/ZnS 나노플레이트렛을 포함하는 녹색 방출 복합 입자, 및 Al_2O_3 에 캡슐화된 코어-셸 InP/ZnSe/ZnS 양자점을 포함하는 적색 방출 복합 입자를 실리콘에 개별적으로 분산시키고 담지체 상에 퇴적시켰고, 그 결과 복합 입자의 각각의 필름의 두께가 약 1-10 ㎛ 이었다. 그 후, 담지체를 본 발명에서 설명된 디스플레이 기구에 도입하기 전에 2 시간 동안 150℃ 에서 어닐링하였다. 결과적인 광은 광원으로부터의 청색 광으로 조명된 복합 입자에 따라 녹색 및 적색이었다.

[1918] 실리콘을 수지, ZnO, PMMA, 폴리스티렌, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2 또는 ZrO_2, 또는 이들의 혼합물로 대체함으로써 동일한 절차를 수행하였다.

[1919] 예 34: 역 마이크로유화법에 의해 제조된 InP/ZnS@SiO_2 대 본 발명의 방법에 의해 제조된 InP/ZnS@SiO_2

[1920] 역 마이크로유화에 의해 제조된 InP/ZnS@SiO_2: InP/ZnS 코어/셸 양자점 (70 mg) 을 (3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트 (TMOPMA) 0.1 mL 와 혼합하고, 이어서 트리에틸오르토실리케이트 (TEOS) 0.5 mL 와 혼합하여, 맑은 용액 (clear solution) 을 형성하였고, 이를 배양을 위해 N_2 하에 밤새 유지하였다. 그 후, 혼합물을 600 rpm 의 교반 하에, 50 mL 플라스크에서 역 마이크로유화 (시클로헥산/CO-520, 18 ml/1.35 g) 10 mL 에 주입하였다. 혼합물을 15 분 동안 교반한 다음, 4% NH_4OH 0.1 mL 를 주입하여, 비드 형성 반응을 시작시켰다.

다음날 반응을 정지시키고, 반응 용액을 원심 분리하여, 고체 상을 수집하였다. 수득된 입자를 20 mL 시클로헥산으로 두 번 세척한 후, 진공 건조시켰다.

[1921] 도 13A-B 는 역 마이크로유화에 의해 제조된 InP/ZnS@SiO_2 의 TEM 사진을 보여준다. TEM 사진으로부터, 역 마이크로유화법을 통해 무기 재료에 캡슐화된 나노입자가 상기 무기 재료에 균일하게 분산될 수 없고 균일하게 분산되지 않는다는 것이 명백하다.

[1922] 도 13A-B 는 역 마이크로유화법이 별개의 입자들이 아니라 무기 재료의 매트릭스를 초래한다는 것을 또한 보여준다.

[1923] 예 35: 종래 기술의 방법에 의해 제조된 CdSe/CdS/ZnS@SiO_2 대 본 발명의 방법에 의해 제조된 CdSe/CdS/ZnS@SiO_2

[1924] 694 nm 에서 방출 파장을 갖는 CdSe/CdS/ZnS 나노플레이트렛을 포함하는 현탁액 0.6 mL 및 퍼하이드로폴리실라잔 용액 (디부틸에테르 18.6 중량% 의 용액) 6.2 mL 를 비이커에서 혼합하여, 혼합 용액을 제조하였다. 그 후, 혼합 용액을 테플론 코팅된 용기에 붓고, 광을 차단한 채 24 시간 동안 실온에서 자연 건조시켰다. 건조된 경화물을 수집하고, 막자사발과 막자를 사용하여 분말로 분쇄한 후, 오븐에서 7 시간 30 분 동안 60℃ 에서 건조시켰다.

[1925] 도 13C-D 는 이상의 방법에 의해 제조된 CdSe/CdS/ZnS@SiO_2 의 TEM 사진을 보여준다. TEM 사진으로부터, 상기 방법을 통해 무기 재료에 캡슐화된 나노입자가 상기 무기 재료에 균일하게 분산될 수 없고 균일하게 분산되지 않는다는 것이 명백하다.

[1926] 도 13C-D 는 상기 방법이 별개의 입자들이 아니라 무기 재료의 매트릭스를 초래한다는 것을 또한 보여준다.

부호의 설명

[1927] 1 - 복합 입자

11 - 복합 입자의 코어

12 - 복합 입자의 셸

2 - 무기 재료

21 - 무기 재료

3 - 나노입자

31 - 구형 나노입자

32 - 2D 나노입자

33 - 나노입자의 코어

34 - 나노입자의 제 1 셸

35 - 나노입자의 제 2 셸

36 - 나노입자의 절연체 셸

37 - 나노입자의 크라운

4 - LED 담지체

5 - LED 칩

6 - 마이크로크기의 LED

7 - 광 방출 재료

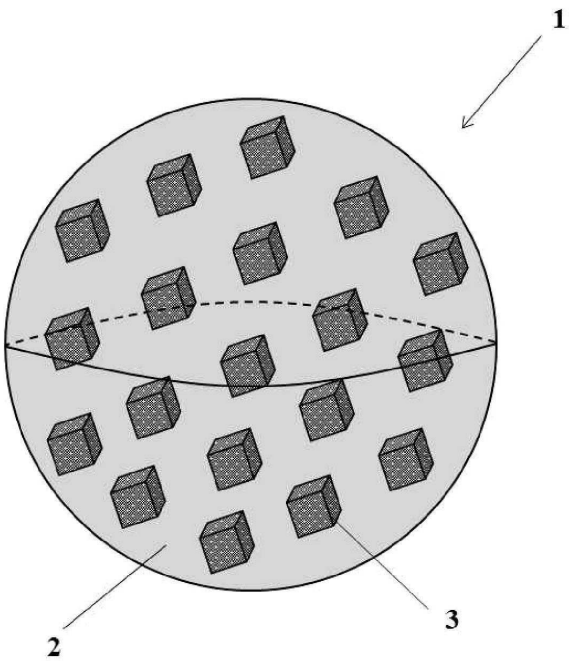
71 - 호스트 재료

9 - 조밀 입자

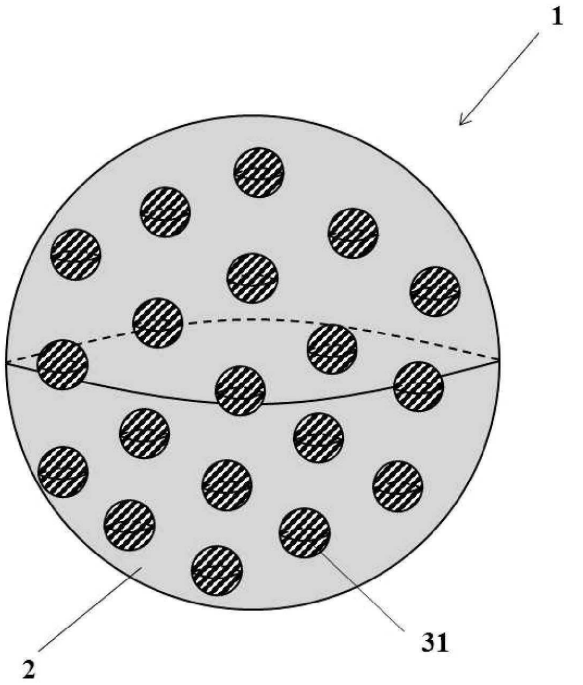
D - 픽셀 피치

도면

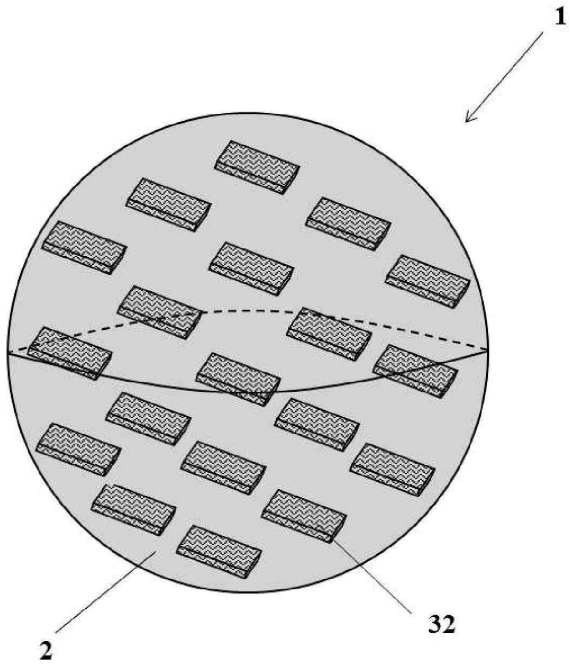
도면1



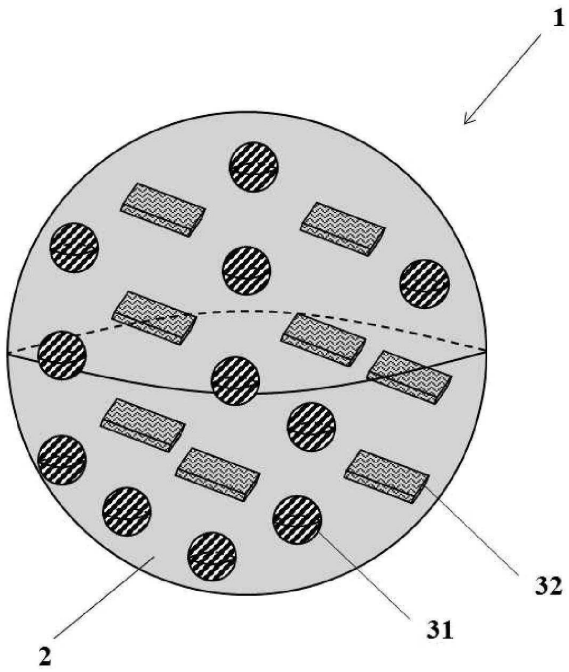
도면2



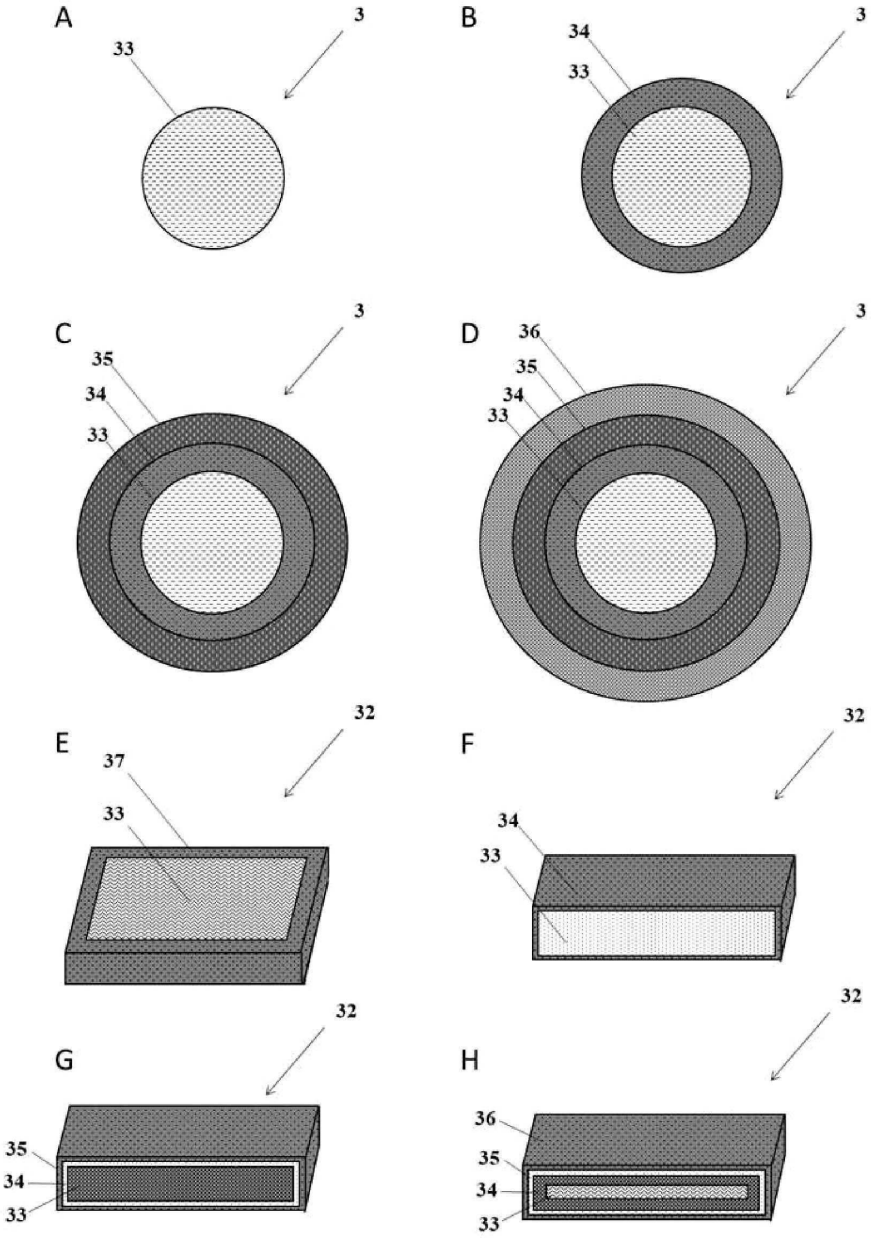
도면3



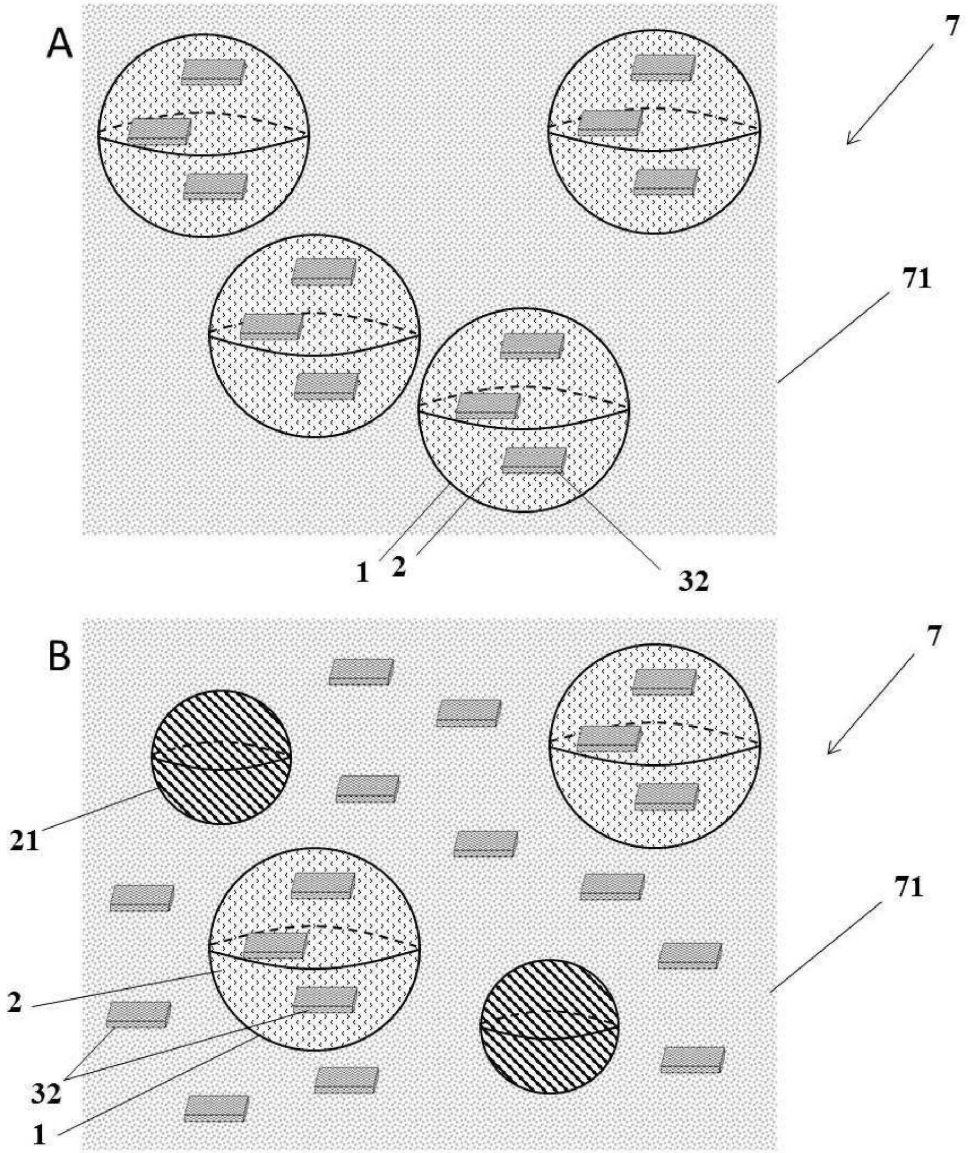
도면4



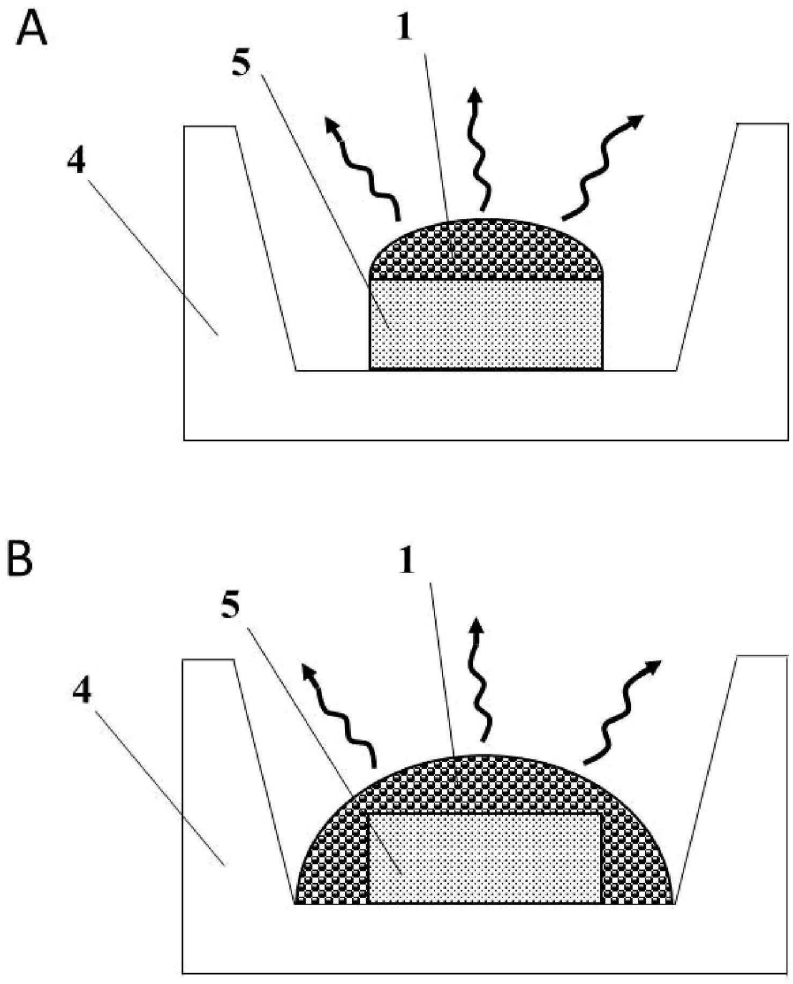
도면5


A
3
33
B
3
34
33
C
3
35
34
33
D
3
36
35
34
33
E
32
37
33
F
32
34
33
G
32
35
34
33
H
32
36
35
34
33

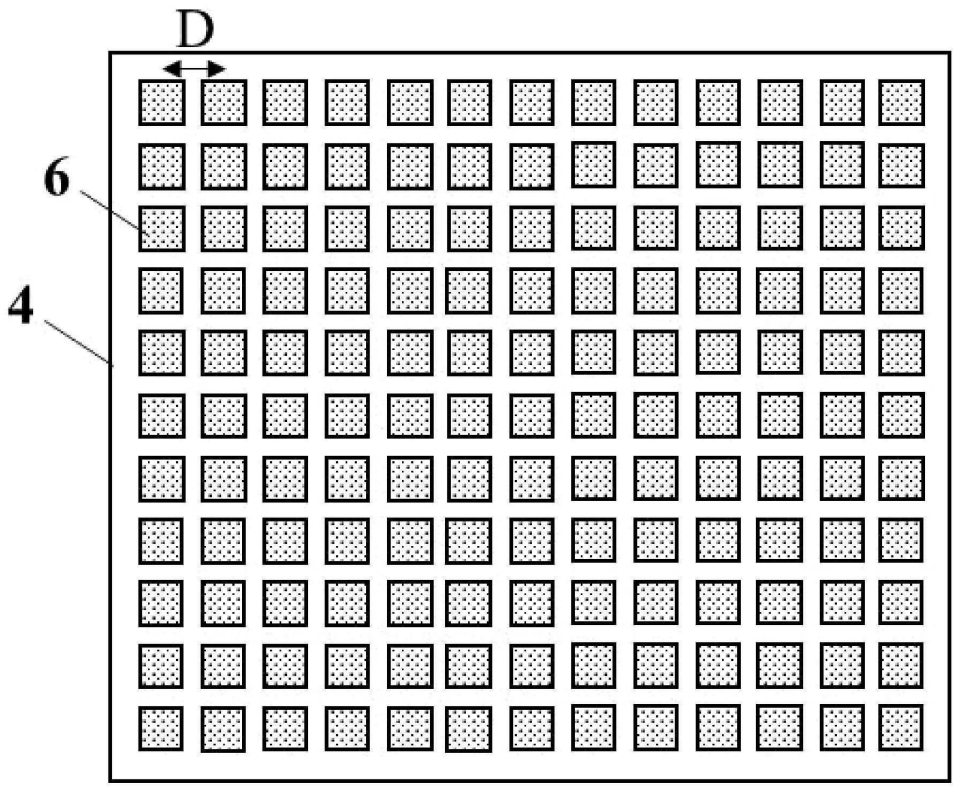
도면6



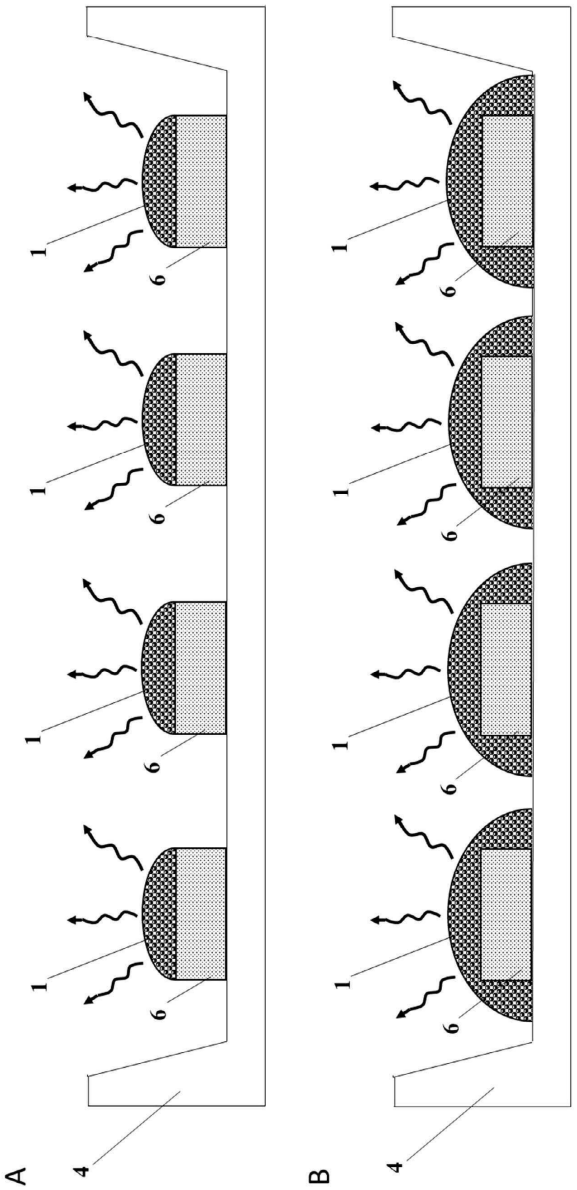
도면7



도면8

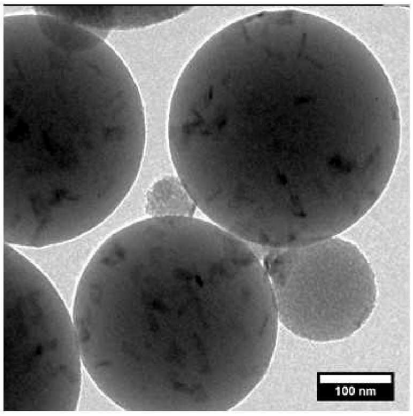


도면9

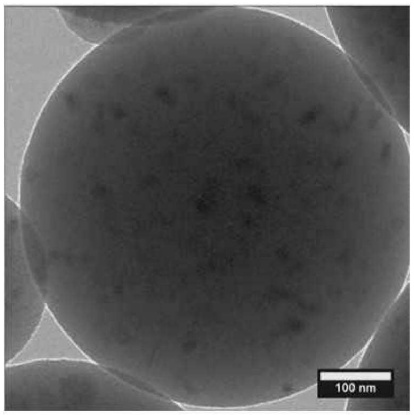


도면10

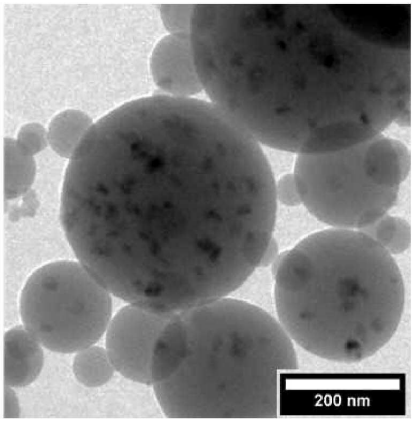
A



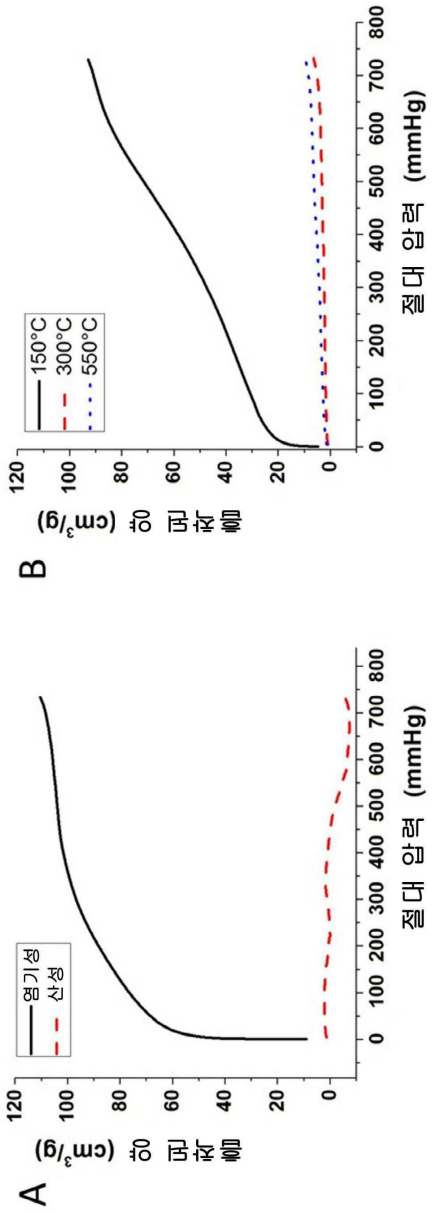
B



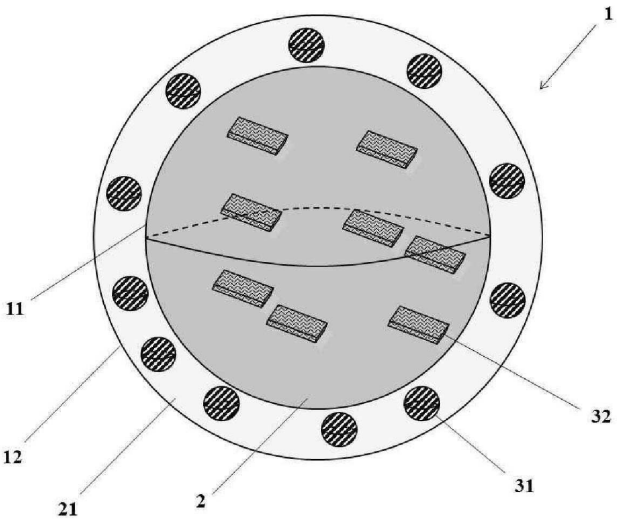
C



도면11


A
흡착된 양 (cm³/g)
절대 압력 (mmHg)
염기성
산성
B
흡착된 양 (cm³/g)
절대 압력 (mmHg)
150°C
300°C
550°C

도면12



도면13

