



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0083592
(43) 공개일자 2022년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) C07C 235/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C07C 235/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0170447
(22) 출원일자 2021년12월01일
심사청구일자 2021년12월01일
(30) 우선권주장
1020200173251 2020년12월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
(72) 발명자
강문성
서울특별시 종로구 통일로18길 9, 114동 703호 (무악동, 인왕산아이파크)
김혁준
전라남도 여수시 예울마루로 30, 112동 601호 (웅천동, 웅천지웰)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

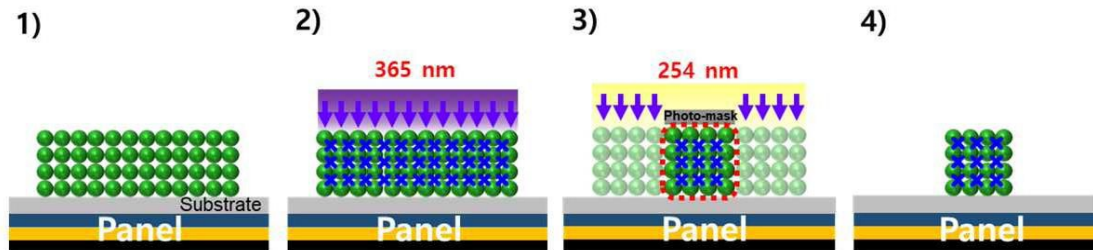
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 가교와 해리가 가역적으로 가능한 양자점 리간드 및 이를 이용하여 제조된 양자점 박막

(57) 요약

본원은 가교와 해리가 가역적으로 가능한 리버서블 양자점 리간드에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

C09K 11/025 (2021.01)

(72) 발명자

임창혁

서울특별시 마포구 독막로29길 38-7, 404호 (신수동)

배완기

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 제2종합연구동 83210호 (천천동, 성균관대학교 자연과학캠퍼스)

임재민

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 제2종합연구동 83210호 (천천동, 성균관대학교 자연과학캠퍼스)

함동효

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 제2종합연구동 83210호 (천천동, 성균관대학교 자연과학캠퍼스)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711127839
과제번호	2020M3D1A2101321
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	소재융합혁신기술개발
연구과제명	리간드 가교 가능한 패터닝 공정용 양자점 잉크소재 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2021.01.23 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132092
과제번호	2020M3D1A2101319
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	소재융합혁신기술개발
연구과제명	미세 패터닝 공정용 고품질 양자점 소재 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	성균관대학교
연구기간	2021.01.23 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는, 리버서블 양자점 리간드로서,

가교 및 해리 반응을 가역적으로 수행하는 것인,

리버서블 양자점 리간드:

[화학식 1]

A-L-B;

상기 화학식 1에서,

L은 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20} 의 알킬렌기, 및 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20} 의 헤테로알킬렌기 중에서 선택되는 것이고,

상기 알킬렌기 및 헤테로알킬렌기가 치환되는 경우 할로겐 원소 또는 C_{1-3} 의 알킬기로 치환되는 것이고,

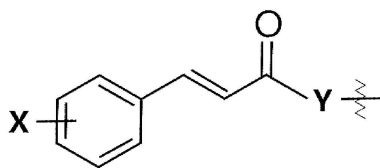
상기 헤테로알킬렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P 중에서 선택되는 것이고,

B는 $-NH_2$, $-SH$, $-OH$, $-C(=O)OR^1$, $-C(=O)-CH_2-C(=O)R^1$, $-C(=O)-O-C(=O)R^1$, $=NH$, $-PH_2$, $=PH$, $-P(=O)H_2$, $=P(=O)H$, $-P(=O)(OH)_2$, $=P(=O)(OH)$, $-P(=O)(OH)OR^1$, $-SSR^1$, $-S(=O)_2(OH)$, $=S(=O)_2$, $-S(=O)_2OR^1$, 리포산, 또는 리포산 유도체이고,

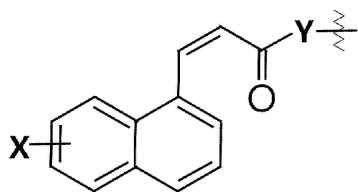
R^1 은 수소 또는 선형 또는 분지형의 C_{1-5} 의 알킬기이고,

A는 하기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 또는 화학식 5로서 표시되는 것이고,

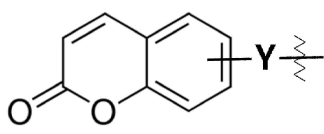
[화학식 2]



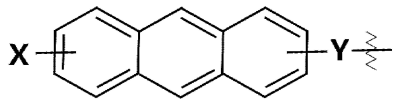
[화학식 3]



[화학식 4]



[화학식 5]



상기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 및 화학식 5에서,

X는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-4} 의 알킬기, 할로젠기, 아릴기, -CN, $-N(R^2)_2$, $-OR^2$, 또는 $-SR^2$ 이고,

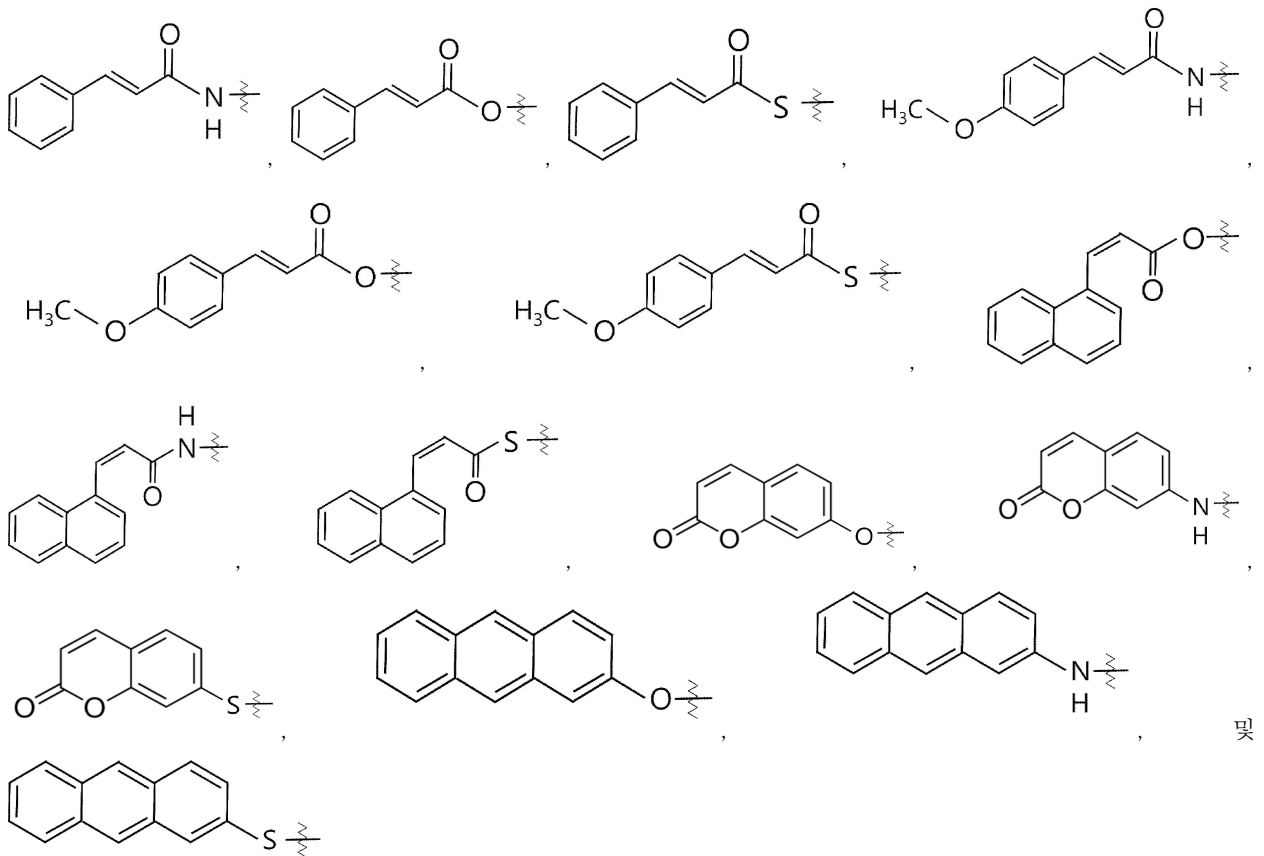
R^2 는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6} 의 알킬기, 또는 페닐기이고,

Y는 -O-, -S- 또는 -NH-임.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 A는 하기에서 선택되는 것인, 리버서블 양자점 리간드:



청구항 3

제 1 항에 있어서,

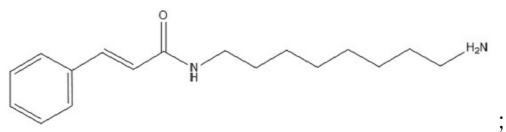
상기 L은 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기, 부틸렌기, 펜틸렌기, 헥실렌기, 헵틸렌기, 옥틸렌기, 노닐렌기, 및 데카닐렌기 중에서 선택되는 것인, 리버서블 양자점 리간드.

청구항 4

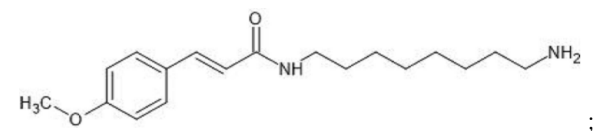
제 1 항에 있어서,

상기 리버서블 양자점 리간드는 하기에서 선택되는 화합물을 하나 이상 포함하는 것인, 리버서블 양자점 리간드:

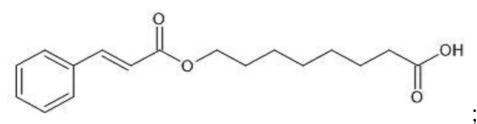
[화합물 1]



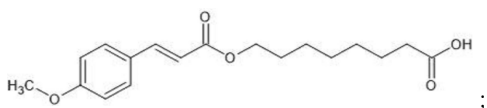
[화합물 2]



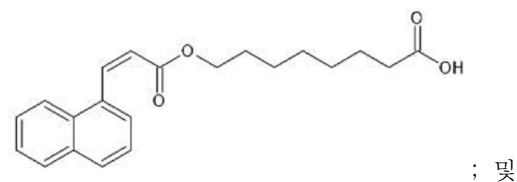
[화합물 3]



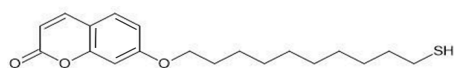
[화합물 4]



[화합물 5]



[화합물 6]



청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 리버서블 양자점 리간드는 300 nm 내지 400 nm의 파장대의 광원 또는 100℃ 내지 300℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것인, 리버서블 양자점 리간드.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 리버서블 양자점 리간드는 230 nm 내지 280 nm의 파장대의 광원에 의하여 해리 반응이 수행되는 것인, 리버서블 양자점 리간드.

청구항 7

제 1 항에 따른 리버서블 양자점 리간드를 포함하는, 리버서블 양자점 잉크 조성물.

청구항 8

제 7 항에 따른 리버서블 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 리버서블 양자점 박막.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 가교와 해리가 가역적으로 가능한 양자점 리간드 및 이를 이용하여 제조된 양자점 박막에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자기기와 사용자 간의 상호작용의 수단으로 사용되는 디스플레이는 60년대 브라운관부터 시작하여 LCD 등 평판 디스플레이를 거쳐 OLED, 유연 디스플레이, 투명 디스플레이 등 차세대 디스플레이로 발전되고 있다. 디스플레이 시장이 확장되면서 시장적 측면에서 고휘도, 저전력, 고집적, 및 높은 색재현력을 갖는 디스플레이에 대한 수요가 증가하고 있다.

[0003] 양자점 디스플레이는 높은 색재현력을 갖는 디스플레이로 기대되고 있으며, 이에 따라 최근 양자점의 우수한 발광 특성(높은 색순도, 크기 조절에 따른 색조절)을 이용한 발광 소자들의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 하지만, 현재 상용화된 양자점 디스플레이의 경우, 블루 백 라이트 유닛을 이용한 비자발적 발광 방식의 디스플레이로서, 백라이트 유닛에 양자점 기술이 적용된 것일 뿐이다. 그러므로, 양자점의 우수한 발광 특성을 최대한 활용하기 위해서는, 자발적 발광 방식의 양자점 디스플레이 기술의 개발이 필요하며, 양자점 박막 자체를 기판 상에 RGB 색상별로 패터닝 하는 기술 또한 개발이 필요한 실정이다. 아울러, 자발적 발광 방식의 디스플레이 구현을 위한 양자점의 패터닝 기술뿐만 아니라, 비자발적 발광 방식으로 활용되는 blue OLED 상의 red 및 green 패턴의 형성을 위해서도 패터닝 기술의 개발이 필요한 실정이다.

[0004] 최근 양자점 RGB 패턴을 형성하기 위한 방법으로 잉크젯, 전사 인쇄술, 포토리소그래피 등의 패터닝 기술들이 시도되고 있다. 그러나, 이러한 패터닝 기술들의 경우 별도로 제작된 몰드가 필요할 뿐만 아니라 미세 구조의 인쇄 장비가 요구되거나 포토레지스트의 형성 및 제거와 같은 여러 단계의 공정이 추가되어 공정의 단가나 복잡성을 증가시키는 문제가 있다. 한편, 논문 [Science, 2017, 357, 385-388]에는 빛에 노출시 산을 발생하는 첨가물을 활용하여 양자점 표면을 둘러싸고 있는 무기 리간드의 가교 반응을 유도하고 이를 바탕으로 양자점 패턴을 형성하는 기술을 개시하고 있으며, 본원 발명자의 대한민국 등록특허공보 제10-2087299호는 아지드기(Azide group)를 포함한 가교제를 활용하여 리간드가 가교된 양자점 박막을 형성하고 이를 바탕으로 양자점 패턴을 형성할 수 있는 기술을 개시하고 있다. 두 기술 모두 노광을 통해 빛이 조사된 부분이 가교됨으로써 양자점 패턴을 형성하는 네거티브 패터닝 (negative patterning) 기술로서, 고해상도의 양자점 패터닝이 가능하나 형성된 패턴은 화학적 내구성이 매우 높으므로 이를 제거하는 과정은 용이하지 않다. 따라서 양자점 간 가교를 유도하여 양자점 패턴을 형성하되, 필요에 따라서 형성된 가교를 해리시키고 이를 기반으로 패턴을 제거하는 리버서블(reversible) 공정을 적용하기 위해서는, 양자점 패턴에 활용되는 리간드 가교를 임의로 해리시킬 수 있는 가역적 가교반응 기술의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본원은 가교와 해리가 가역적으로 가능한 리버서블 양자점 리간드 및 이를 이용하여 제조된 양자점 박막을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 제 1 측면은, 하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는, 리버서블 양자점 리간드로서, 가교 및 해리 반응을 가역적으로 수행하는 것인, 리버서블 양자점 리간드를 제공한다:

[0008] [화학식 1]

[0009] A-L-B;

[0010] 상기 화학식 1에서,

[0011] L은 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20} 의 알킬렌기, 및 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20} 의 헤테로알킬렌기 중에서 선택되는 것이고,

[0012] 상기 알킬렌기 및 헤테로알킬렌기가 치환되는 경우 할로젠 원소 또는 C_{1-3} 의 알킬기로 치환되는 것이고,

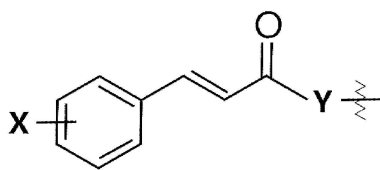
[0013] 상기 헤테로알킬렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P 중에서 선택되는 것이고,

[0014] B는 $-NH_2$, $-SH$, $-OH$, $-C(=O)OR^1$, $-C(=O)-CH_2-C(=O)R^1$, $-C(=O)-O-C(=O)R^1$, $=NH$, $-PH_2$, $=PH$, $-P(=O)H_2$, $=P(=O)H$, $-P(=O)(OH)_2$, $=P(=O)(OH)$, $-P(=O)(OH)OR^1$, $-SSR^1$, $-S(=O)_2(OH)$, $=S(=O)_2$, $-S(=O)_2OR^1$, 리포산, 또는 리포산 유도체이고,

[0015] R^1 은 수소 또는 선형 또는 분지형의 C_{1-5} 의 알킬기이고,

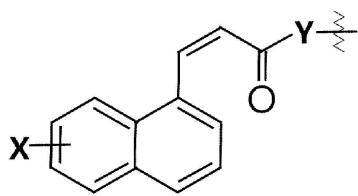
[0016] A는 하기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 또는 화학식 5로서 표시되는 것이고,

[0017] [화학식 2]



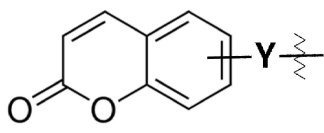
[0018]

[0019] [화학식 3]



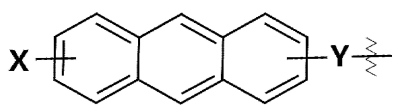
[0020]

[0021] [화학식 4]



[0022]

[0023] [화학식 5]



[0024]

[0025] 상기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 및 화학식 5에서,

[0026] X는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-4} 의 알킬기, 할로젠기, 아릴기, $-CN$, $-N(R^2)_2$, $-OR^2$, 또는 $-SR^2$ 이고,

[0027] R^2 는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6} 의 알킬기, 또는 페닐기이고,

[0028] Y는 -O-, -S- 또는 -NH-임.

[0029] 본원의 제 2 측면은, 제 1 측면에 따른 리버서블 양자점 리간드를 포함하는, 리버서블 양자점 잉크 조성물을 제공한다.

[0030] 본원의 제 3 측면은, 제 2 측면에 따른 리버서블 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 리버서블 양자점 박막을 제공한다.

발명의 효과

[0031] 본원의 구현예들에 따른 리버서블 양자점 리간드는 가교 및 해리 반응을 가역적으로 수행할 수 있는 특징이 있다.

[0032] 본원의 구현예들에 따른 리버서블 양자점 리간드를 포함하는 리버서블 양자점 박막은 가교 및 해리가 가역적으로 가능하고, 이에 가교된 양자점 박막을 특정 파장의 광원을 조사하여 해리함으로써 제거 할 수 있는 특징이 있다. 이에, 박막 전체를 가교한 후 포토마스크를 통해 특정 파장의 광원을 조사하면, 광원이 조사된 부분이 제거되어 포지티브 패터닝 (positive patterning)이 가능한 특징이 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은, 본원의 일 실시예에 있어서, 신나메이트(cinnamate)기를 포함하는 리버서블 양자점 리간드의 핵자기공명(nuclear magnetic resonance; NMR) 측정 그래프이다.

도 2는, 본원의 일 실시예에 있어서, 신나메이트기를 포함하는 리버서블 양자점 리간드로 치환된 양자점의 NMR 측정 그래프이다.

도 3a 내지 도 3f는, 본원의 일 실시예에 있어서, 리버서블 양자점 박막의 사진으로서, 각각, 사용된 리버서블 양자점 리간드 화합물은 화합물 1 (a), 화합물 2 (b), 화합물 3 (c), 화합물 4 (d), 화합물 5 (e), 및 화합물 6 (f)이다.

도 4는, 본원의 일 실시예에 있어서, 해리 반응을 통한 리버서블 양자점 박막의 패터닝 과정을 나타낸 모식도이다.

도 5a 내지 도 5f는, 본원의 일 실시예에 있어서, 패터닝된 리버서블 양자점 박막의 사진으로서, 각각, 사용된 리버서블 양자점 리간드 화합물은 화합물 1 (a), 화합물 2 (b), 화합물 3 (c), 화합물 4 (d), 화합물 5 (e), 및 화합물 6 (f)이다.

도 6a 내지 도 6f는, 본원의 일 실시예에 있어서, 도 5의 패터닝된 리버서블 양자점 박막의 사진을 확대한 사진으로서, 각각, 사용된 리버서블 양자점 리간드 화합물은 화합물 1 (a), 화합물 2 (b), 화합물 3 (c), 화합물 4 (d), 화합물 5 (e), 및 화합물 6 (f)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0035] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0036] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0037] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0038] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인

수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.

[0039] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~ 하는 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.

[0040] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.

[0041] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.

[0042] 본원 명세서 전체에서, 용어 "알킬" 또는 "알킬기"는, 1 내지 12 개의 탄소 원자, 1 내지 10 개의 탄소 원자, 1 내지 8 개의 탄소 원자, 또는 1 내지 5 개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기 및 이들의 모든 가능한 이성질체를 포함한다. 예를 들어, 상기 알킬 또는 알킬기는 메틸기(Me), 에틸기(Et), n-프로필기(ⁿPr), iso-프로필기(ⁱPr), n-부틸기(ⁿBu), iso-부틸기(ⁱBu), tert-부틸기(tert-Bu, ^tBu), sec-부틸기(sec-Bu, ^{sec}Bu), n-펜틸기(ⁿPe), iso-펜틸기(^{iso}Pe), sec-펜틸기(^{sec}Pe), tert-펜틸기(^tPe), neo-펜틸기(^{neo}Pe), 3-펜틸기, n-헥실기, iso-헥실기, 헵틸기, 4,4-디메틸펜틸기, 옥틸기, 2,2,4-트리메틸펜틸기, 노닐기, 데실기, 운데실기, 도데실기, 및 이들의 이성질체들 등을 들 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0044] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0045] 본원의 제 1 측면은, 하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는, 리버서블 양자점 리간드로서, 가교 및 해리 반응을 가역적으로 수행하는 것인, 리버서블 양자점 리간드를 제공한다:

[0046] [화학식 1]

[0047] A-L-B;

[0048] 상기 화학식 1에서,

[0049] L은 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C₁₋₂₀의 알킬렌기, 및 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C₁₋₂₀의 헤테로알킬렌기 중에서 선택되는 것이고,

[0050] 상기 알킬렌기 및 헤테로알킬렌기가 치환되는 경우 할로젠 원소 또는 C₁₋₃의 알킬기로 치환되는 것이고,

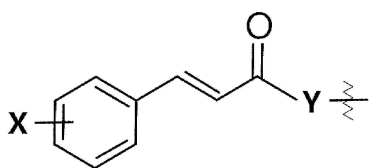
[0051] 상기 헤테로알킬렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P 중에서 선택되는 것이고,

[0052] B는 -NH₂, -SH, -OH, -C(=O)OR¹, -C(=O)-CH₂-C(=O)R¹, -C(=O)-O-C(=O)R¹, =NH, -PH₂, =PH, -P(=O)H₂, =P(=O)H, -P(=O)(OH)₂, =P(=O)(OH), -P(=O)(OH)OR¹, -SSR¹, -S(=O)₂(OH), =S(=O)₂, -S(=O)₂OR¹, 리포산, 또는 리포산 유도체이고,

[0053] R¹은 수소 또는 선형 또는 분지형의 C₁₋₅의 알킬기이고,

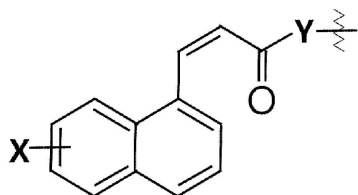
[0054] A는 하기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 또는 화학식 5로서 표시되는 것이고,

[0055] [화학식 2]

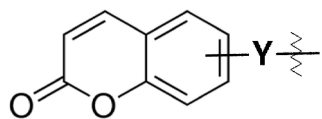


[0056] ,

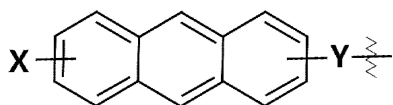
[0057] [화학식 3]



[화학식 4]



[화학식 5]



상기 화학식 2, 화학식 3, 화학식 4, 및 화학식 5에서,

X는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-4} 의 알킬기, 할로젠기, 아릴기, $-CN$, $-N(R^2)_2$, $-OR^2$, 또는 $-SR^2$ 이고,

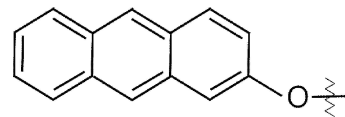
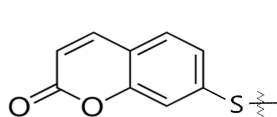
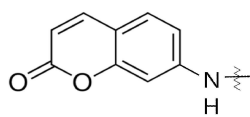
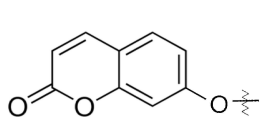
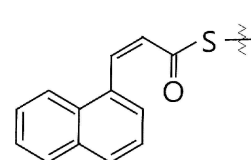
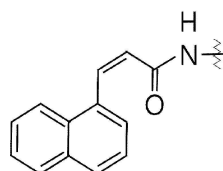
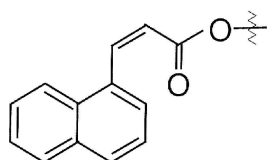
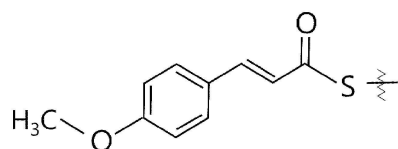
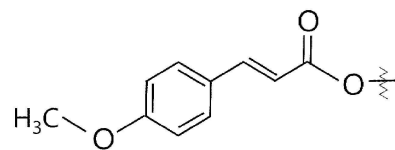
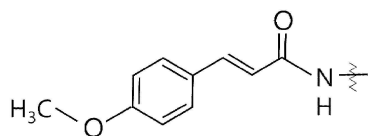
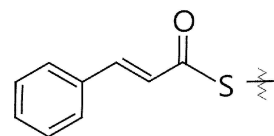
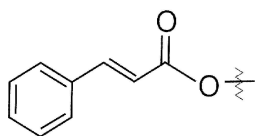
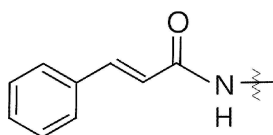
R^2 는 -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6} 의 알킬기, 또는 페닐기이고,

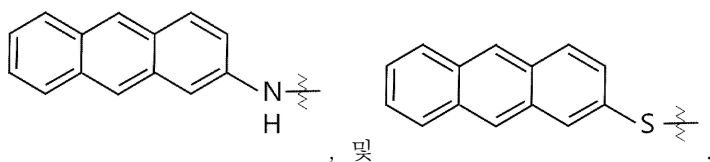
Y는 -O-, -S- 또는 -NH-임.

본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는, 양자점 표면과의 친화성이 좋은 상기 B에 의하여 양자점 표면과 결합할 수 있다.

본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 이웃한 상기 A 간의 가교 및 해리 반응을 가역적으로 수행하는 것일 수 있다.

본원의 일 구현예에 있어서, 상기 A는 하기에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

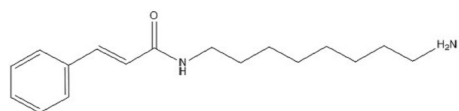




[0071] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 L은 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기, 부틸렌기, 펜틸렌기, 헥실렌기, 헵틸렌기, 옥틸렌기, 노닐렌기, 및 데카닐렌기 중에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

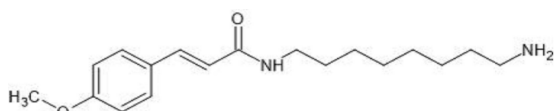
[0072] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 하기에서 선택되는 화합물을 하나 이상 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[0073] [화합물 1]



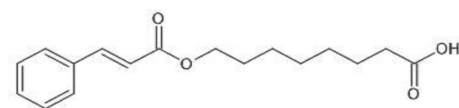
[0074] ;

[0075] [화합물 2]



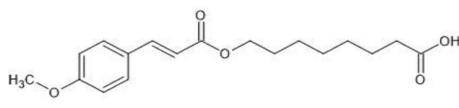
[0076] ;

[0077] [화합물 3]



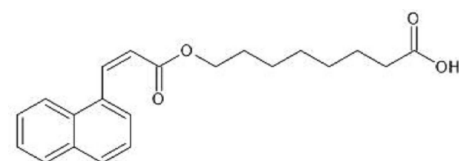
[0078] ;

[0079] [화합물 4]



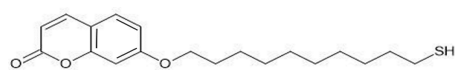
[0080] ;

[0081] [화합물 5]



[0082] ; 및

[0083] [화합물 6]



[0084] .

[0085] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 300 nm 내지 약 400 nm의 파장대의 광원 또는 약 100℃ 내지 약 300℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 300 nm 내지 약 400 nm, 약 300 nm 내지 약 380 nm, 약 300 nm 내지 약 370 nm, 약 330 nm 내지 약 400 nm, 약 330 nm 내지 약 380 nm, 약 330 nm 내지 약 370 nm, 350 nm 내지 약 400 nm, 약 350 nm 내지 약 380 nm, 또는 약 350 nm 내지 약 370 nm의 파장대의 광원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다. 또는, 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 100℃ 내지 약 300℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 100℃ 내지 약 300℃, 또는 약 100℃ 내지 약 200℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다.

[0086] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 230 nm 내지 약 280 nm의 파장대의 광원에 의

하여 해리 반응이 수행되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 리간드는 약 230 nm 내지 약 280 nm, 약 230 nm 내지 약 270 nm, 약 230 nm 내지 약 260 nm, 약 240 nm 내지 약 280 nm, 약 240 nm 내지 약 270 nm, 또는 약 240 nm 내지 약 260 nm 의 파장대의 광원에 의하여 해리 반응이 수행되는 것일 수 있다.

- [0087] 본원의 제 2 측면은, 제 1 측면에 따른 리버서블 양자점 리간드를 포함하는, 리버서블 양자점 잉크 조성물을 제공한다.
- [0088] 본원의 제 1 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면에 대해 설명한 내용은 본원의 제 2 측면에서 그 설명이 생략되었더라도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0089] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 잉크 조성물은 상기 리버서블 양자점 리간드로 패시베이션(passivation)된 리버서블 양자점을 포함하는 것일 수 있다.
- [0090] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점은 일반적으로 알려진 리간드로 패시베이션된 양자점을 리간드 치환시킴으로써 제조할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0091] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 일반적으로 알려진 리간드는, 비제한적 예로서, 1-도데칸티올(1-dodecanethiol), 3-메르카프토프로피온산(3-mercaptopropionic acid), 트리옥틸포스핀(trioctylphosphine), 트리옥틸포스핀옥사이드(trioctylphosphine oxide), 올레산(oleic acid), 및 올레일아민(oleylamine)과 같은 일차 아민 중에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0092] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 유기 용매를 추가 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 유기 용매는 클로로포름, 톨루엔, 옥탄, 헵탄, 헥산, 펜탄, 테트라하이드로퓨란, 클로로벤젠, 폴리(에틸렌글리콜)메틸 에테르 아크릴레이트, 및 물 중에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0093] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점은 CdS, ZnSe, CdSe/Te, CdTe, CdSe, CdZnSe, InP, InP/ZnSeS, CuInS₂, AgInS₂, PbSe/Te, PbS, InAs, CuInSe₂, Cd₃P₂, Cd₃As₂, CH₃NH₃PbI₃, CH₃NH₃PbBr₃, HC(NH₂)₂PbBr₃, HC(NH₂)₂PbI₃, CH₃NH₃PbCl₃, HC(NH₂)₂PbCl₃, CsPbI₃, CsPbCl₃, CsPbBr₃, HC(NH₂)₂SnBr₃, HC(NH₂)₂SnBr₃, HC(NH₂)₂SnBr₃, CH₃NH₃SnBr₃, CH₃NH₃SnBr₃ 및 CH₃NH₃SnBr₃ 중에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0094] 본원의 제 3 측면은, 제 2 측면에 따른 리버서블 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 리버서블 양자점 박막을 제공한다.
- [0095] 본원의 제 1 측면 및 제 2 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면 및 제 2 측면에 대해 설명한 내용은 본원의 제 3 측면에서 그 설명이 생략되었더라도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0096] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 박막은 상기 리버서블 양자점 잉크 조성물을 도포하고, 약 300 nm 내지 약 400 nm의 파장대의 광원 또는 약 100℃ 내지 약 300℃의 열원을 이용하여 가교하여 형성되는 것일 수 있다.
- [0097] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 리버서블 양자점 박막은 약 230 nm 내지 약 280 nm 의 파장대의 광원을 이용하여 해리할 수 있고, 이에 상기 리버서블 양자점 박막을 선택적으로 해리함으로써 포지티브 패터닝 할 수 있다.
- [0098] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

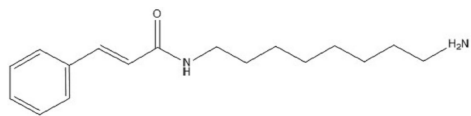
[실시예]

<실시예 1: 리버서블 리간드로 치환된 양자점(리버서블 양자점)의 제조>

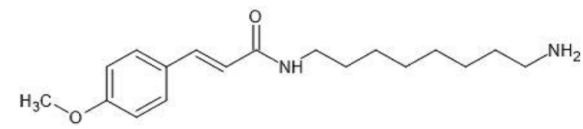
- [0102] 1) InP/ZnSeS 양자점 용액 및 리버서블 리간드를 10:1의 질량비로 혼합하고, 혼합 용액을 30분 동안 볼텍싱(vortexing)하였다. 이때, InP/ZnSeS 양자점 용액은 참고문헌 "InP@ZnSeS, Core@Composition Gradient Shell Quantum Dots with Enhanced Stability" (Jaehoon Lim, Wan Ki Bae, Donggu Lee, Min Ki Nam, Joohyun Jung, Changhee Lee, Kookheon Char, and Seonghoon Lee) 을 참조하여 제조하였으며, 리버서블 리간드로서 하기 화합

물 1 내지 화합물 6을 포함하는 리버서블 리간드를 사용하였다:

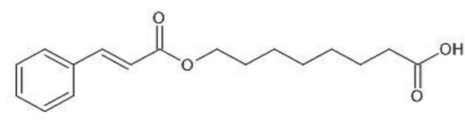
[화합물 1]



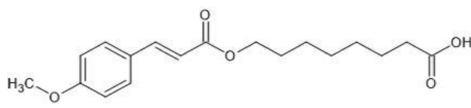
[화합물 2]



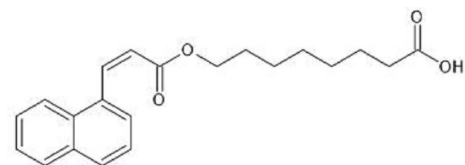
[화합물 3]



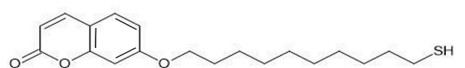
[화합물 4]



[화합물 5]



[화합물 6]



도 1은, 화합물 1을 포함하는 리버서블 양자점 리간드의 NMR 측정 그래프이다.

2) 1)에서 제조한 6 종류의 혼합 용액에 각각, 아세톤을 각각 첨가한 후, 원심분리(8000 rpm, 8 분)하여 양자점을 침전시켰다.

3) 침전된 양자점을 분리하여 톨루엔에 녹였다.

4) 2) 및 3)의 공정을 한번 더 반복하여, 리버서블 리간드로 치환된 양자점(리버서블 양자점) 용액을 제조하였다. 이때, 톨루엔의 양을 조절하여 양자점 용액의 농도가 20 mg/ml가 되도록 하였다. 도 2는, 화합물 1을 포함하는 리버서블 양자점 리간드로 치환된 양자점의 NMR 측정 결과 그래프이다.

<실시예 2: 가교 반응을 통한 리버서블 양자점 박막의 제조>

1) 실시예 1에서 제조한 6 종류의 리버서블 양자점 용액을 각각 실리콘 웨어퍼에 도포하고, 스핀코팅(4000 rpm, 30 초)하여 리버서블 양자점 박막을 제조하였다.

2) 리버서블 양자점 박막을 365 nm 파장의 광원(4 mW/cm^2)에서 30 분간 노광하여 가교 반응이 수행되도록 하였다.

3) 가교된 양자점 박막을 톨루엔 용액에 담근 후에도 형태가 유지되는 것으로부터 가교 반응이 잘 수행되었음을

확인하였다 (도 3a 내지 도 3f).

[0125] <실시예 3: 해리 반응을 통한 리버서블 양자점 박막의 패터닝 (도 4)>

[0126] 1) 실시예 1에서 제조한 6 종류의 리버서블 양자점 용액을 각각 SiO₂ 웨이퍼에 도포하고, 스핀코팅(4000 rpm, 30 초)하여 리버서블 양자점 박막을 제조하였다.

[0127] 2) 리버서블 양자점 박막을 365 nm 파장의 광원(4 mW/cm²)에서 30 분간 노광하여, 박막 전면에서 가교 반응이 수행되도록 하였다.

[0128] 3) 2)의 가교된 양자점 박막 위에 패터닝된 포토마스크를 위치시키고, 254 nm 파장의 광원(1 mW/cm²)에서 20 분간 노광하여, 선택적으로 해리 반응이 수행되도록 하였다.

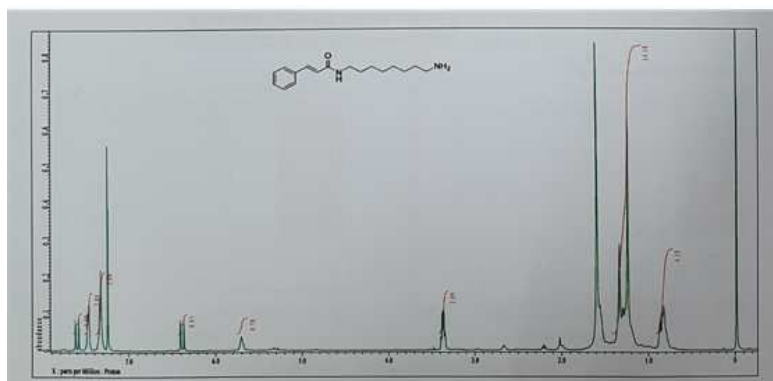
[0129] 4) 3)의 양자점 박막에 톨루엔을 도포하고 스핀코팅(4000 rpm, 10 초)하여 가교가 해리된 양자점을 제거함으로써, 양자점 패턴을 형성하였다 (도 5a 내지 도 5f 및 도 6a 내지 도 6f). 도 5a 내지 도 5f 및 도 6a 내지 도 6f를 참조하여 설명하면, 양자점 패턴의 경계가 선명한 것으로부터, 리버서블 양자점 박막의 해리가 잘 수행된 것을 확인할 수 있다.

[0131] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수도 있다.

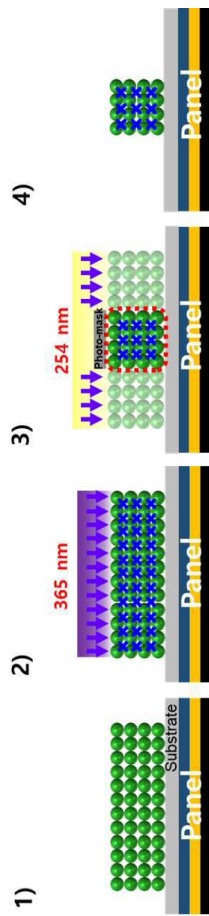
[0132] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

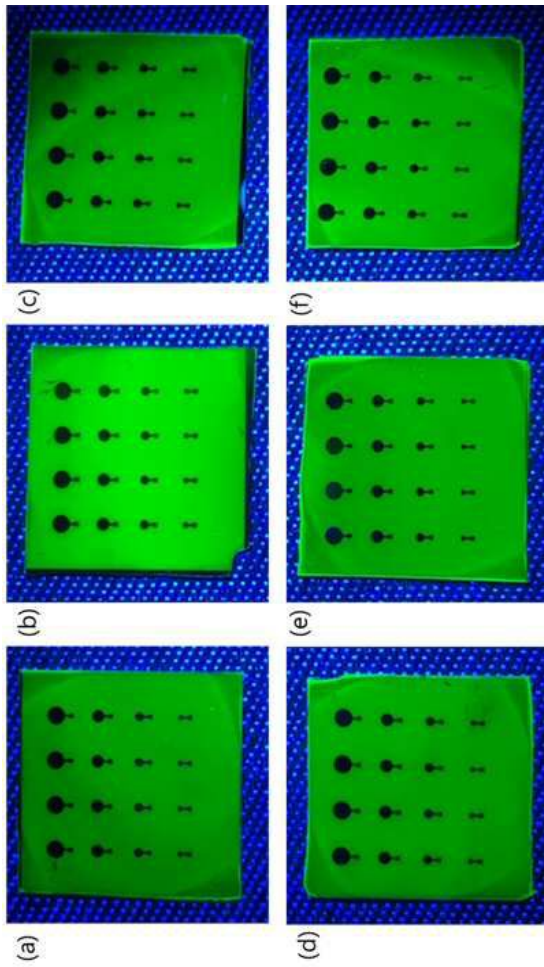
도면1



도면4



도면5



도면6

