(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0083591
(43) 공개일자 2022년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) *C08K 5/00* (2006.01)
C08K 5/132 (2006.01) *C09D 11/03* (2014.01)
C09D 11/50 (2014.01) *C09K 11/70* (2006.01)
C09K 11/88 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C08K 5/0025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0170219
(22) 출원일자 2021년12월01일
심사청구일자 2021년12월01일
(30) 우선권주장
1020200173204 2020년12월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
강문성
서울특별시 종로구 통일로18길 9, 114동 703호 (무악동, 인왕산아이파크)
이도창
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

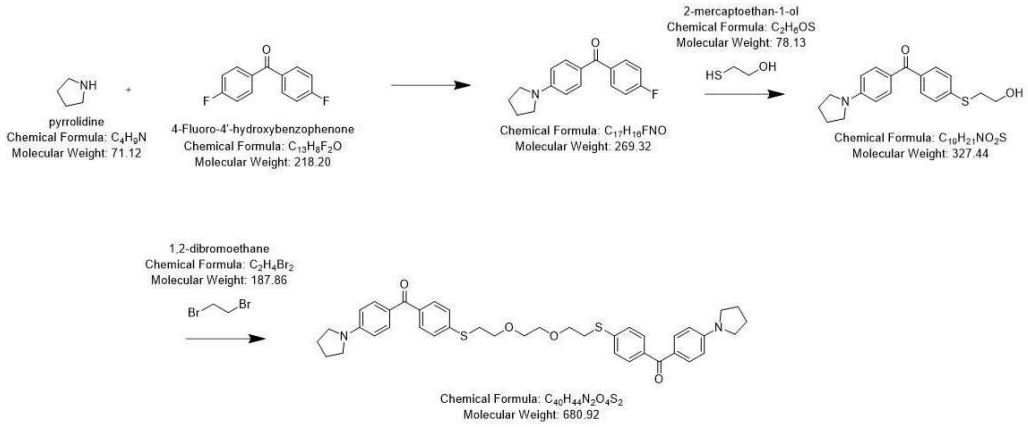
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **양자점 리간드 가교제, 이를 포함하는 양자점 잉크 조성물, 및 이를 이용하여 제조된 양자점 패턴**

(57) 요 약

본원은 양자점 리간드 가교제, 이를 포함하는 양자점 잉크 조성물, 및 이를 이용하여 제조된 양자점 패턴에 관한 것이다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
C08K 5/132 (2013.01)
C09D 11/03 (2013.01)
C09D 11/50 (2013.01)
C09K 11/70 (2013.01)
C09K 11/883 (2013.01)

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 6/10
과제수행기관명 서강대학교 산학협력단
연구기간 2021.01.23 ~ 2021.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711128129
과제번호 2020M3D1A2101322
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 소재융합혁신기술개발
연구과제명 양자점 기반 광발광 및 전계발광 디스플레이 응용을 위한 패터닝 공정 개발
기 여 율 4/10
과제수행기관명 한국과학기술원
연구기간 2021.01.23 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

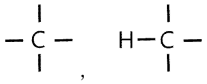
하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는, 양자점 리간드 가교제:

[화학식 1]

$(A)_a$-L-$(B)_b$,

상기 화학식 1에서,

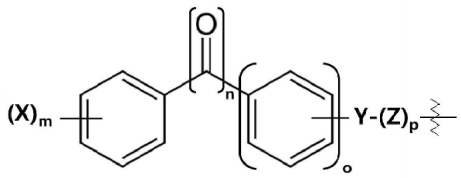
a 및 b는, $2 \leq a+b \leq 6$, $a \geq 1$, 및 $0 \leq b \leq 5$를 동시에 만족하는 것이고,

L은 , 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 헤테로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 헤테로아릴렌기 중에서 선택되는 것이고,

상기 헤테로알킬렌기, 헤테로시클로알킬렌기, 및 헤테로아릴렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P에서 선택되는 것이고,

A는 하기 화학식 2로서 표시되는 것이고,

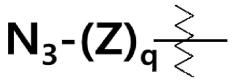
[화학식 2]



,

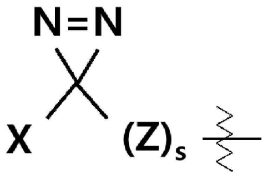
B는 하기 화학식 3 또는 화학식 4로서 표시되는 것이고,

[화학식 3]



,

[화학식 4]



,

상기 화학식 2, 화학식 3 및 화학식 4에서,

파선은 결합 부위를 표시한 것이고,

m은 0 내지 5의 정수이고,

n은 1 내지 3의 정수이고,

o는 0 내지 2의 정수이고,

p는 0 또는 1이고,

q는 0 또는 1이고,

s는 0 또는 1이고,

X는 수소, 선형 또는 분지형의 C_{1-4}의 알킬기, 할로겐기, -CN, $-NO_2$, $-OR^1$, $-SR^1$, 또는 $-NR^1R^2$이며,

R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6}의 알킬기, 또는 페닐기이거나; 또는 서로 연결된 치환 또는 비치환된 C_{2-8}의 고리형 알킬기로서 $-NR^1R^2$는 질소를 하나 이상 포함하는 고리형 아미노기이고,

Y는 -O-, -S-, 또는 -NH-이며,

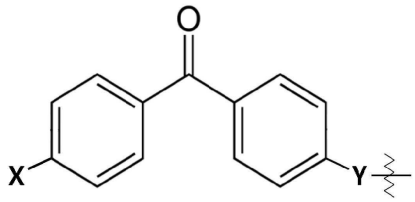
Z는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 또는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌옥사이드기임.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

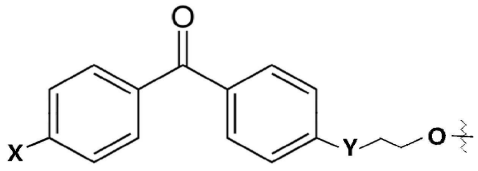
상기 A는 하기 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로서 표시되는 것인, 양자점 리간드 가교제:

[화학식 2-1]



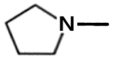
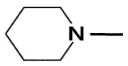
,

[화학식 2-2]



,

상기 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서,

X는 -F, -Cl, -Br, -I,  , 또는  이고,

Y는 -O-, -S-, 또는 -NH-인 것인, 양자점 리간드 가교제.

청구항 3

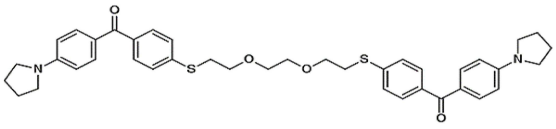
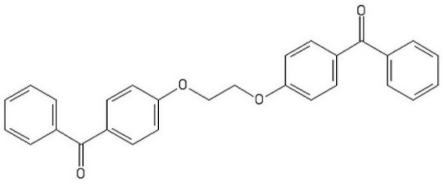
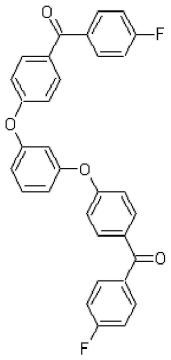
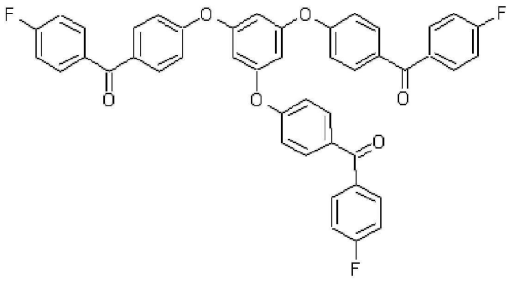
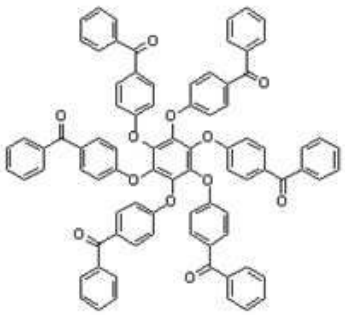
제 1 항에 있어서,

상기 L은 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기, 부틸렌기, 펜틸렌기 또는 페닐렌기인 것인, 양자점 리간드 가교제.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 양자점 리간드 가교제는


,

,

,

, 및

중에서 선택되는 화합물을 하나 이상 포함하는 것인, 양자점 리간드 가교제.

청구항 5

양자점 화합물 및 제 1 항에 따른 양자점 리간드 가교제를 포함하는, 양자점 잉크 조성물.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 100℃ 내지 300℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것인, 양자점 잉크 조성물.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 양자점 잉크 조성물은 자외선 또는 가시광선인 광원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것인, 양자점 잉크 조성물.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 자외선은 300 nm 내지 380 nm의 파장대역인 것인, 양자점 잉크 조성물.

청구항 9

제 5 항에 따른 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 양자점 패턴.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본원은 양자점 리간드 가교제, 이를 포함하는 양자점 잉크 조성물, 및 이를 이용하여 제조된 양자점 패턴에 관한 것이다.

배 경 기 술

[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. 그러나, 현재 상용화된 양자점 디스플레이는 블루 백라이트 유닛을 이용한 비자발적 발광 방식의 디스플레이로서, 블루 백라이트 유닛에 녹색 및 적색 양자점이 집적된 필름을 붙여 블루 백라이트의 빛을 백색으로 전환하는 기술이 사용될 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 등록특허 제10-2087299호는 아지드기(azide group)를 포함한 가교제를 활용하여 리간드가 가교된 양자점 박막을 형성하고 이를 바탕으로 양자점 패턴을 형성할 수 있는 기술을 개시하고 있다. 그러나, 아지드기는 254 nm 파장의 광원에 의해서 가교 반응이 진행되며 상업적으로 활용성이 높은 365 nm 파장의 자외선 광원에서는 가교 반응이 매우 느리다. 또한, 아지드기가 에너지원에 의하여 활성화되어 중간체인 나이트린(nitrene) 라디칼이 형성될 때, 동시에 질소(N_2) 기체가 방출되므로 아지드기의 활성은 비가역적이며, 생성된 나이트린 라디칼은 반응성이 높으므로 목적하지 않았던 다양한 부반응이 발생하여 양자점 발광효율 저하를 유발할 수 있는 문제점이 있다. 부반응에 의한 발광효율 저하를 방지하기 위하여 가교제의 함량을 최소화하는 방법이 있으나, 이는 충분한 가교율을 확보하기 어려운 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본원은 높은 색재현력을 갖는 양자점 발광소자를 제공하기 위한, 양자점 리간드 가교제, 이를 포함하는 양자점 잉크 조성물, 및 이를 이용하여 제조된 양자점 패턴을 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

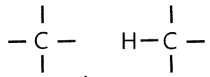
[0007] 본원의 제 1 측면은, 하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는, 양자점 리간드 가교제를 제공한다:

[0008] [화학식 1]

[0009] $(A)_a$-L-$(B)_b$,

[0010] 상기 화학식 1에서,

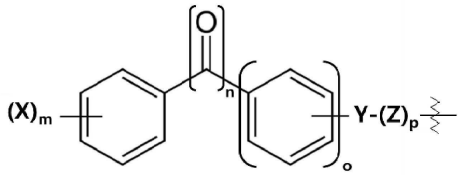
[0011] a 및 b는, $2 \leq a+b \leq 6$, $a \geq 1$, 및 $0 \leq b \leq 5$를 동시에 만족하는 것이고,

[0012] L은 , 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 헤테로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 헤테로아릴렌기 중에서 선택되는 것이고,

[0013] 상기 헤테로알킬렌기, 헤테로시클로알킬렌기, 및 헤테로아릴렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P에서 선택되는 것이고,

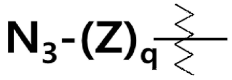
[0014] A는 하기 화학식 2로서 표시되는 것이고,

[0015] [화학식 2]

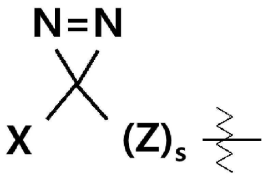
[0016] ,

[0017] B는 하기 화학식 3 또는 화학식 4로서 표시되는 것이고,

[0018] [화학식 3]

[0019] ,

[0020] [화학식 4]

[0021] ,

[0022] 상기 화학식 2, 화학식 3 및 화학식 4에서,

[0023] 파선은 결합 부위를 표시한 것이고,

[0024] m은 0 내지 5의 정수이고,

[0025] n은 1 내지 3의 정수이고,

[0026] o는 0 내지 2의 정수이고,

[0027] p는 0 또는 1이고,

[0028] q는 0 또는 1이고,

[0029] s는 0 또는 1이고,

[0030] X는 수소, 선형 또는 분지형의 C_{1-4}의 알킬기, 할로겐기, -CN, $-NO_2$, $-OR^1$, $-SR^1$, 또는 $-NR^1R^2$이며,

[0031] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6}의 알킬기, 또는 페닐기이거나; 또는 서로 연결된 치

환 또는 비치환된 C_{2-8}의 고리형 알킬기로서 $-NR^1R^2$는 질소를 하나 이상 포함하는 고리형 아미노기이고,

[0032] Y는 -O-, -S-, 또는 -NH-이며,

[0033] Z는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 또는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌옥사이드기임.

[0034] 본원의 제 2 측면은, 양자점 화합물 및 제 1 측면에 따른 양자점 리간드 가교제를 포함하는, 양자점 잉크 조성물을 제공한다.

[0035] 본원의 제 3 측면은, 제 2 측면에 따른 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 양자점 패턴을 제공한다.

발명의 효과

[0036] 본원의 구현예들에 따른 양자점 리간드 가교제는 활성기를 포함하는 것으로서, 상기 활성기는 에너지원에 의하여 활성화되어 키틸 라디칼이 되고, 상기 키틸 라디칼은 탄소-수소 결합이 존재하는 모든 리간드와 가교 반응할 수 있는 특징이 있다.

[0037] 종래의 아지드(azide)기만을 포함하는 양자점 리간드 가교제의 경우, 아지드기가 활성화되어 나이트린(nitrene) 라디칼이 형성되는 것은 질소 가스가 방출되는 비가역적인 반응이며 상기 나이트린 라디칼은 높은 반응성을 가지므로, 양자점 가교에 기여하지 않는 다양한 부반응이 진행될 수 있는 문제점이 있다. 본원의 구현예들에 따른 양자점 리간드 가교제는 활성기가 활성화되어 생성된 키틸 라디칼이 이웃한 물질과 반응하지 않을 경우 원래의 활성기로 복귀하므로 부반응이 진행될 가능성이 낮으며, 이에 고함량의 가교제를 포함하여도 양자점 박막의 발광 효율 저하가 최소화되는 특징이 있다.

[0038] 본원의 구현예들에 따른 양자점 리간드 가교제는 약 100℃ 이상, 또는 약 100℃ 내지 약 300℃의 열원 또는 산업적으로 활용성이 높은 약 300 nm 내지 약 380 nm, 또는 약 365 nm 파장을 포함하는 광원에 의해 가교 반응이 수행될 수 있는 특징이 있다.

[0039] 본원의 구현예들에 따른 양자점 잉크 조성물은 스핀코팅 또는 잉크젯 공정의 단순한 용액 공정을 통하여 박막으로 형성될 수 있는 특징이 있다.

[0040] 본원의 구현예들에 따른 양자점 박막은 고함량의 가교제를 포함해도 발광효율의 감소가 발생하지 않으므로, 정밀한 구조의 패턴 형성이 가능하고, 반복적인 패터닝 공정을 통해 다양한 색상의 양자점을 순차적으로 패터닝할 수 있는 특징이 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은, 본원의 일 실시예에 있어서, 화합물 1을 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조과정을 나타낸 것이다.

도 2는, 본원의 일 실시예에 있어서, 화합물 2를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조과정을 나타낸 것이다.

도 3은, 본원의 일 실시예에 있어서, 화합물 3을 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조과정을 나타낸 것이다.

도 4는, 본원의 일 실시예에 있어서, 화합물 4를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조과정을 나타낸 것이다.

도 5는, 본원의 일 실시예에 있어서, 화합물 5를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조과정을 나타낸 것이다.

도 6은, 본원의 일 실시예에 있어서, 광가교된 양자점 패턴의 사진으로서, 녹색 양자점 패턴 (a) 및 적색 양자점 패턴 (b)의 사진이다.

도 7은, 본원의 일 실시예에 있어서, 가교 전후 양자점 박막의 발광 스펙트럼이다.

도 8은, 본원의 일 실시예에 있어서, 양자점 패턴의 단면도를 나타낸 모식도이다.

도 9는, 본원의 일 실시예에 있어서, 양자점 박막의 패터닝의 세부 과정을 나타낸 모식도이다.

도 10a 및 도 10b는, 본원의 일 실시예에 있어서, 각각, 양자점 패턴을 적용한 양자점 발광 소자의 구조를 나타낸 모식도 및 발광 작동 원리를 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~ 하는 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.

[0048] 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.

[0049] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.

[0050] 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(^{n}Pr), iso-프로필기(^{i}Pr), n-부틸기(^{n}Bu), iso-부틸기(^{i}Bu), tert-부틸기(tert-Bu, ^{t}Bu), sec-부틸기(sec-Bu, ^{sec}Bu), n-펜틸기(^{n}Pe), iso-펜틸기(^{iso}Pe), sec-펜틸기(^{sec}Pe), tert-펜틸기(^{t}Pe), 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.

[0051] 본원 명세서 전체에서, 용어 "활성기"는 "광원 또는 열원의 에너지원에 의하여 활성화되어 키틸 라디칼이 생성되는 화합물"을 의미한다.

[0053] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

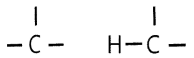
[0054] 본원의 제 1 측면은, 하기 화학식 1로서 표시되는 화합물을 포함하는 양자점 리간드 가교제를 제공한다:

[0055] [화학식 1]

[0056] $(A)_a$-L-$(B)_b$,

[0057] 상기 화학식 1에서,

[0058] a 및 b는, $2 \leq a+b \leq 6$, $a \geq 1$, 및 $0 \leq b \leq 5$를 동시에 만족하는 것이고,

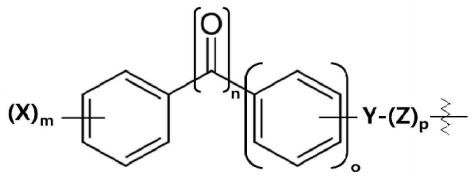
[0059] L은 , 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 헤테로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{3-20}의 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-20}의 헤테로아릴렌기 중에서 선택되는 것이고,

[0060] 상기 헤테로알킬렌기, 헤테로시클로알킬렌기, 및 헤테로아릴렌기에 포함되는 헤테로 원자는 N, O, S, 및 P에서

선택되는 것이고,

[0061] A는 하기 화학식 2로서 표시되는 것이고,

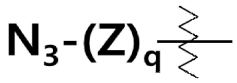
[0062] [화학식 2]

[0063] 

,

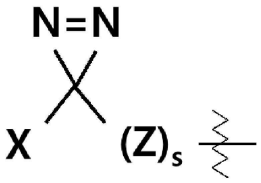
[0064] B는 하기 화학식 3 또는 화학식 4로서 표시되는 것이고,

[0065] [화학식 3]

[0066] 

,

[0067] [화학식 4]

[0068] 

,

[0069] 상기 화학식 2, 화학식 3 및 화학식 4에서,

[0070] 파선은 결합 부위를 표시한 것이고,

[0071] m은 0 내지 5의 정수이고,

[0072] n은 1 내지 3의 정수이고,

[0073] o는 0 내지 2의 정수이고,

[0074] p는 0 또는 1이고,

[0075] q는 0 또는 1이고,

[0076] s는 0 또는 1이고,

[0077] X는 수소, 선형 또는 분지형의 C_{1-4}의 알킬기, 할로겐기, -CN, $-NO_2$, $-OR^1$, $-SR^1$, 또는 $-NR^1R^2$이며,

[0078] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, -H, 선형 또는 분지형의 C_{1-6}의 알킬기, 또는 페닐기이거나; 또는 서로 연결된 치환 또는 비치환된 C_{2-8}의 고리형 알킬기로서 $-NR^1R^2$는 질소를 하나 이상 포함하는 고리형 아미노기이고,

[0079] Y는 -O-, -S-, 또는 -NH-이며,

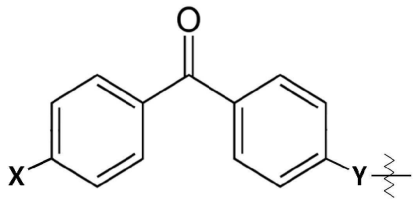
[0080] Z는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌기, 또는 선형 또는 분지형의 C_{1-20}의 알킬렌옥사이드기임.

[0081] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 알킬렌기, 시클로알킬렌기, 헤테로알킬렌기, 헤테로시클로알킬렌기, 아릴렌기 또는 헤테로아릴렌기가 치환되는 경우, 할로겐기, 시아노기, 니트로기, 히드록시기, 에스터기, 이미드기, 실릴기, 아미노기, 알킬아미노기, 디알킬아미노기, 또는 알콕시기로 치환되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0082] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 A는 하기 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로서 표시되는 것일 수 있으나, 이에 제

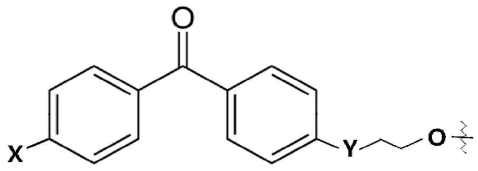
한되지 않을 수 있다:

[0083] [화학식 2-1]



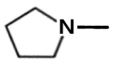
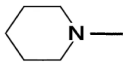
[0084] ,

[0085] [화학식 2-2]



[0086] ,

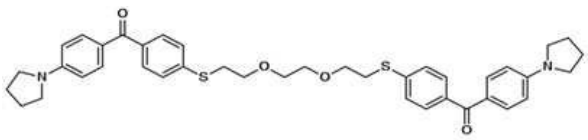
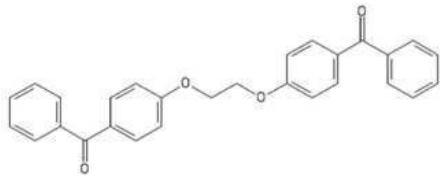
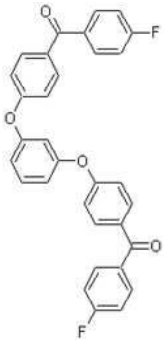
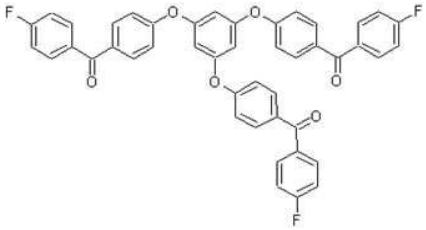
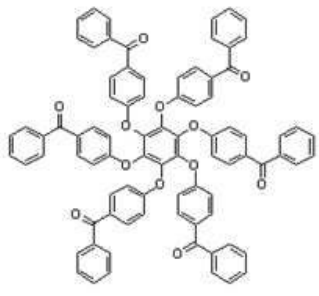
[0087] 상기 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서,

[0088] X는 -F, -Cl, -Br, -I,  , 또는  이고,

[0089] Y는 -O-, -S-, 또는 -NH-인 것임.

[0090] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 A는 활성기로서 광원 또는 열원의 에너지원에 의하여 활성화되어 키틸 라디칼이 생성되는 것일 수 있다.

[0091] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 L은 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기, 부틸렌기, 펜틸렌기, 또는 페닐렌기인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0092] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 리간드 가교제는  ,  ,  ,  , 및  중에서 선택되는 화합물을 하나 이상 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0093] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 리간드 가교제를 하나의 단위체로 보았을 때, 상기 단위체는 하나 또는 둘 이상의 단위체가 연결된 형태인 것일 수 있다.

[0094] 본원의 제 2 측면은, 양자점 화합물 및 제 1 측면에 따른 양자점 리간드 가교제를 포함하는, 양자점 잉크 조성물을 제공한다.

[0095] 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.

[0096] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 화합물은 양자점 리간드로 패시베이션(passivation)된 양자점을 의미하는 것일 수 있다.

[0097] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 약 100℃ 내지 약 300℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 약 100℃ 내지 약 300℃, 또는 약 100℃ 내지 약 200℃의 열원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0098] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 자외선 또는 가시광선인 광원에 의하여 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다.

[0099] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 자외선은 약 300 nm 내지 약 380 nm의 파장 대역인 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물은 상기 양자점 리간드 가교제의 상기 활성기가 산업적으로 활용성이 높은 약 365 nm 파장의 광원을 효율적으로 흡수하고 활성화됨으로써, 가교 반응이 수행되는 것일 수 있다.

[0100] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물에 광원 또는 열원의 에너지원이 가해지는 경우, 상기 활성기가 활성화되어 키틸(ketyl) 라디칼이 생성될 수 있고, 상기 양자점 리간드로부터 양자점 리간드 라디칼이 생성될 수 있다. 구체적으로, 상기 활성기가 활성화되면 이웃한 양자점 리간드의 알킬 사슬로부터 수소 원자를 얻음으로써 키틸 라디칼이 생성될 수 있고, 상기 양자점 리간드가 수소 원자를 잃음으로써 양자점 리간드 라디칼이 생성될 수 있다.

[0101] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 키틸 라디칼 및 상기 양자점 리간드 라디칼에 의하여, 상기 키틸 라디칼과 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응, 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응, 및 상기 키틸 라디칼 사이의 가교 반응이 수행될 수 있다. 상기 가교 반응 중 양자점 가교에 기여하는 반응은 상기 키틸 라디칼과 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응, 및 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응일 수 있다.

[0102] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 잉크 조성물에 광원 또는 열원의 에너지원이 가해지면 상기 키틸 라디칼과 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응 및 상기 양자점 리간드 라디칼 사이의 가교 반응이 수행됨으로써, 양자점 박막이 형성될 수 있다.

[0103] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 키틸 라디칼의 생성은 가역적일 수 있다. 구체적으로, 상기 키틸 라디칼은 생성된 후 이웃하는 물질과 반응하지 않은 경우, 원래의 활성기로 복귀할 수 있다. 이에, 상기 양자점 가교에 기여하지 않는 부반응의 진행이 감소할 수 있고, 상기 부반응에 의해 발생할 수 있는 상기 양자점 박막의 발광 효율 저하가 최소화될 수 있다.

[0104] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 리간드 가교제는 탄소-수소 결합을 포함하는 리간드를 제한없이 가교할 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 리간드는 양자점 패시베이션에 일반적으로 사용되는 리간드인 것일 수 있다. 구체적으로, 비제한적 예로서, 상기 양자점 리간드는 1-도데칸티올(1-dodecanethiol), 3-메르캅토프로피온산(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.

[0105] 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.

[0106] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점은 CdS, ZnSe, CdSe/Te, CdTe, CdSe, CdZnSe, InP, InP/ZnSeS, $CuInS_2$, $AgInS_2$, PbSe/Te, PbS, InAs, $CuInSe_2$, Cd_3P_2, Cd_3As_2, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbBr_3$, $HC(NH_2)_2PbBr_3$, $HC(NH_2)_2PbI_3$, $CH_3NH_3PbCl_3$, $HC(NH_2)_2PbCl_3$, $CsPbI_3$, $CsPbCl_3$, $CsPbBr_3$, $HC(NH_2)_2SnBr_3$, $HC(NH_2)_2SnBr_3$, $HC(NH_2)_2SnBr_3$, $CH_3NH_3SnBr_3$, $CH_3NH_3SnBr_3$ 및 $CH_3NH_3SnBr_3$ 중에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0107] 본원의 제 3 측면은, 제 2 측면에 따른 양자점 잉크 조성물을 가교하여 형성되는, 양자점 패턴을 제공한다.

[0108] 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.

[0109] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 패턴은 (a) 기판 상에 상기 양자점 잉크 조성물을 도포하여 양자점 잉크 조성물층을 형성하는 단계; (b) 상기 양자점 잉크 조성물층에 열원 또는 광원의 에너지원을 가하여 가교된 양자점 박막을 형성하는 단계 및 (c) 양자점층의 비가교된 영역을 제거하여 양자점 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 패터닝 공정을 통해 제조될 수 있다.

[0110] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 패턴을 노광을 통해 형성할 경우 패턴된 마스크 외에 표면 처리된 추가의 기판 혹은 몰드가 필요하지 않으며 이에 따라 추가의 제거 과정 또한 불필요하다. 또한, 고온 혹은 고압을 가하는 별도의 공정이 필요 없는 노광 공정으로 패턴의 경화를 진행할 수 있으므로, 공정이 간소화될 수 있고 비용이 절감될 수 있다. 더불어, 경화된 양자점 패턴은 내화학성을 가지므로 이웃한 영역에 같은 가교 공정을 통한 양자점 패턴의 형성이 가능하다는 장점이 있다.

[0111] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 패턴은 (a) 기판 상에 상기 양자점 잉크 조성물을 잉크젯 방식을 통해 분사함으로써 패턴을 형성하는 단계; 및 (b) 형성된 양자점 패턴에 광 또는 열 등의 에너지를 가하여 가교하는 단계를 포함하는 패터닝 공정을 통해 형성될 수 있다. 구체적으로, 상기 양자점 패턴을 잉크젯 공정으로 프린팅하여 형성할 수 있으며, 이는 패턴을 형성하기 위한 별도의 공정이 생략되므로, 공정이 간소화될 수 있고 비용이 절감될 수 있다. 또한, 노광 공정 또는 약 100℃ 이상, 또는 약 100℃ 내지 약 300℃의 가열 공정을 통하여 패턴의 경화를 진행할 수 있다는 점에서 공정이 용이할 수 있다. 더불어, 마찬가지로 경화된 양자점 패턴은 내화학성을 가지므로 이웃한 영역에 상기의 공정들을 통한 양자점 패턴의 형성이 가능하다는 장점이 있다.

[0112] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 패턴의 형성 방법은 S110단계 내지 S130 단계를 3회 반복하여 제 1 내지 제 3 양자점 패턴(111, 121, 131)을 형성할 수 있다 (도 8). 일 예로, 제 1 내지 제 3 양자점 패턴(111, 121, 131)은 기판(10) 상의 동일한 층에 나란하게 형성되거나 다른 예로, 기판(10)에 수직으로 적층되도록 형성될 수 있다. 또한, 도 8의 (c)에 도시된 것처럼, S110단계 내지 S130 단계를 2회 반복하여 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121)을 형성한 뒤, 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121) 상에 제 3양자점 패턴(131)을 형성할 수 있다. 즉, 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121)은 동일한 층에 나란하게 배치되고, 제 3 양자점 패턴(131)은 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121)과 수직으로 적층되도록 배치될 수 있다.

[0113] 본원의 일 구현예에 있어서, 도 9는, 양자점 박막의 패터닝 방법을 상세하게 설명하기 위한 세부 과정을 도시한 도면이다. 예시적으로, 도 9의 (a)에 도시된 양자점 박막의 패턴 형성 방법은 기판(10) 상에 제 1 양자점 용액(110)을 도포하는 단계(S110), 제 1 양자점 용액 상에 제 1 마스크(21)를 배치한 후 노광하여 제 1 양자점 용액(110)의 노출된 영역을 경화시키는 단계(S120) 및 제 1 양자점 용액(110)의 비노광된 영역 제거하여 제 1 양자점 패턴(111)을 형성하는 단계(S130)를 포함한다. 이어서, S110단계 내지 S130단계를 반복 수행하여 제 2 양자점 패턴(121) 및 제 3 양자점 패턴(131)을 형성하는 단계를 더 포함한다. 여기서, 제 1 내지 제 3 양자점 용액(110, 120, 130)은 각각의 제 1 내지 제 3 양자점에 하나 이상의 활성기를 포함하는 양자점 리간드 가교제가 혼합된 것이다. 또한 제 1 내지 제 3 양자점 패턴(111, 121, 131)은 각각의 제 1 내지 제 3 양자점 용액(110, 120, 130) 내에 존재하는 둘 이상의 양자점 리간드(200) 사이에 양자점 리간드 가교제(300)가 결합함으로써, 경화된 것이다.

[0114] 예시적으로, S110단계는 도 9의 (a)에 도시된 것처럼, 기판(10) 상에 제 1 양자점 용액(110)을 도포할 수 있다. 이어서, S120단계는 도 9의 (b)에 도시된 것처럼, 하나 이상의 활성기를 포함하는 양자점 리간드 가교제가 혼합된 제 1 양자점 용액(110) 상에 소정의 패턴을 갖는 제 1 마스크(21)를 배치한 후 자외선을 노광하여 노출된 영역만 경화시킬 수 있다. 다음으로, S130단계는 도 9의 (c)에 도시된 것처럼, 제 1 양자점 용액(110)의 비노광 영역을 소수성의 용매를 이용하여 제거하여, 제 1 양자점 패턴(111)을 형성할 수 있다.

[0115] S110 단계 내지 S130단계를 반복 수행하여, 도 9의 (d)에 도시된 것처럼, 제 1 양자점 패턴(111)이 형성된 기판(10) 상에 제 2 양자점 용액(120)을 도포할 수 있다. 이어서 도 9의 (e)에 도시된 것처럼, 하나 이상의 활성기를 포함하는 양자점 리간드 가교제가 혼합된 제 2 양자점 용액(120) 상에 제 1 마스크(21)의 패턴과 상호 상이한 패턴을 갖는 제 2 마스크(22)를 배치한 후 자외선을 노광하여 노출된 영역을 경화시킬 수 있다. 다음으로, 도 9의 (f)에 도시된 것처럼, 제 2 양자점 용액(120)의 비노광 영역을 제거하여 제 2 양자점 패턴(121)을 형성할 수 있다.

[0116] 다시 S110 단계 내지 S130단계를 반복 수행하여, 도 9의 (g)에 도시된 것처럼, 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121)이 형성된 기판(10) 상에 제 3 양자점 용액(130)을 도포할 수 있다. 이어서, 도 9의 (h)에 도시된 것처럼,

하나 이상의 활성기를 포함하는 양자점 리간드 가교제가 혼합된 제 3 양자점 용액(130) 상에 제 1 및 제 2 마스크(21, 22)의 패턴과 상호 상이한 소정의 패턴을 갖는 제 3 마스크(23)를 배치한 후 자외선을 노광하여 노출된 영역을 경화시켜, 제 3 양자점 패턴(131)을 형성할 수 있다. 이때 제 1 및 제 2 양자점 패턴(111, 121)의 패턴과 제 3 마스크(23)의 비노광 영역이 일치할 경우, 제거 공정은 생략될 수 있다.

[0117] 이때, 제 1 내지 제 3 마스크(21-23)는 상호 겹치지 않도록 패턴화된 것일 수 있으며, 이에 따라 제 1 내지 제 3 양자점 패턴(111, 121, 131)은 기판(10) 상의 동일한 층에서 순차적으로 인접하여 나란하게 패턴화될 수 있다. 즉, 상호 상이한 입자 크기를 갖는 제 1 내지 제 3 양자점 용액(110, 120, 130)에 대하여 상호 상이한 패턴을 갖는 제 1 내지 제 3 마스크(21, 22, 23)를 이용하여 동일한 노광 및 제거 공정을 반복 수행하여 기판(10) 상에 제 1 내지 제 3 양자점 패턴(111, 121, 131)으로 패턴화된 양자점 박막(100)을 형성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 양자점 박막(100)은 내화학성을 갖기 때문에 연속적인 광가교 패터닝 방법을 통해 병렬적인 RGB 픽셀의 구현이 용이하다는 장점이 있다.

[0118] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 패턴을 포함하는 양자점 발광소자를 제공할 수 있다. 도 10a 및 도 10b를 참조하여 설명하면, 상기 양자점 발광소자는 제 1전극(20), 제 1 전극(20)과 이격된 제 2 전극(60), 제 1 및 제 2 전극(20, 60) 사이에 배치되는 양자점 패턴(100), 양자점 패턴(100)과 제 1 전극(20) 사이에 배치된 정공수송층(30), 제 1 전극(20)과 정공수송층(30) 사이에 배치된 정공주입층(40) 및 제 2 전극(60)과 양자점 패턴(100) 사이에 배치된 전자주입층(50)을 포함한다. 예시적으로, 기판(10)은 투명 기판, 예컨대, 유리 기판일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 기판(10)의 물질은 다양하게 변화될 수 있다. 제 1 전극(20)은 예컨대, ITO(indium tin oxide)와 같은 투명 전극 물질로 형성될 수 있고, 제 2 전극(60)은 예컨대, 알루미늄(Al)과 같은 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(20)에 양(+)의 전압(+V)이 인가될 수 있고, 제 2 전극(60)에 음(-)의 전압(-V)이 인가될 수 있고, 이러한 전압 인가에 의해, 전자(e-) 및 정공(h+)이 양자점 박막(100)으로 주입되고, 이들이 결합하면서 특정 파장 대역의 광이 방출될 수 있다.

[0120] 이하, 본원의 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것 일뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0122] **[실시예]**

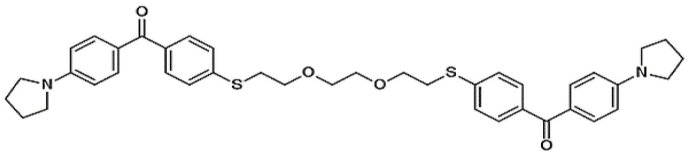
[0123] **<실시예 1: 인듐포스파이트 양자점의 제조>**

[0124] 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, 그린 발광 코어-쉘 구조의 인듐포스파이트(InP/ZnSeS) 양자점을 제조 및 정제하였다.

[0126] **<실시예 2: 양자점 리간드 가교제의 제조>**

[0127] **2-1. 하기 화합물 1을 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조 (도 1):**

[0128] [화합물 1]



[0129] ,

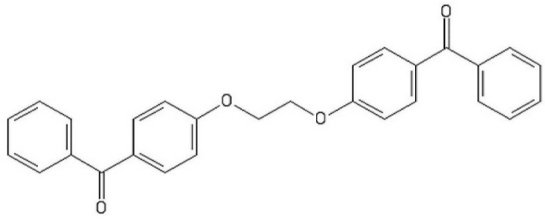
[0130] 1) 4,4'-디플루오로벤조페논 (4,4'-difluorobenzophenone) 20g, 피롤리딘 (pyrrolidine) 6.52g, 및 다이메틸 설폭사이드 (dimethyl sulfoxide; DMSO) 200 ml를 500 ml 둥근바닥플라스크(round bottom flask; RBF)에 넣고 60℃에서 밤새 두었다. 박막크로마토그래피(thin layer chromatography; TLC)를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 에탄올과 아세톤의 혼합 용매로 재결정하여 생성물을 수득하였다.

[0131] 2) 1)의 생성물 17.6g, 2-메르캅토에탄올(2-Mercaptoethanol) 10.2g, K_2CO_3 15.4g, 및 DMSO 100 ml를 500 ml RBF에 넣고, 100℃에서 밤새 두었다. TLC를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 상온으로 냉각하고 HCl 용액(3 M 농도)을 첨가하여 pH 2가 되도록 하였다. 이후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 에탄올 용매로 재결정하여 생성물을 수득하였다.

[0132] 3) 2)의 생성물 17.2g, 1,2-다이브로모에탄 (1,2-dibromoethane) 3.94g, K_2CO_3 6.94g, 및 DMSO 100 ml를 500 ml 둥근플라스크에 넣고, 100℃ 가열하여 밤새 두었다. 이후, 1)과 동일한 방법으로 생성물을 수득함으로써, 화합물 1을 포함하는 양자점 리간드 가교제를 수득하였다.

[0133] **2-2. 하기 화합물 2를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조 (도 2):**

[0134] [화합물 2]

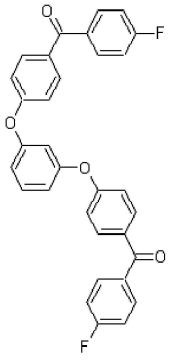
[0135] 

,

[0136] 1) 4-플루오로벤조페논 (4-fluorobenzophenone) 20g, 1,2-다이브로모에탄 (1,2-dibromoethane) 7.6g, K_2CO_3 13.9g, 및 DMSO 100 ml를 500 ml RBF에 넣고, 120℃에서 밤새 두었다. TLC를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 에탄올과 아세톤의 혼합 용매로 재결정하여 생성물을 수득하였다.

[0137] **2-3. 하기 화합물 3을 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조 (도 3):**

[0138] [화합물 3]

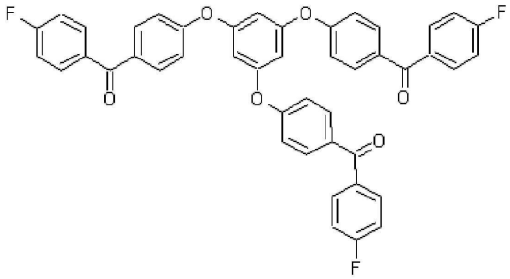
[0139] 

,

[0140] 1) 4,4'-다이플루오로벤조페논 (4,4'-difluorobenzophenone) 79.2g, 1,3-다이하이드록시벤젠 (1,3-dihydroxybenzene) 10g, K_2CO_3 25.3g, 및 DMSO 500 ml를 RBF에 넣고, 90℃에서 밤새 두었다. TLC를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 에틸아세테이트 및 헥산의 혼합 용매로 컬럼크로마토그래피 정제하여 생성물을 수득하였다.

[0141] **2-4. 하기 화합물 4를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조 (도 4):**

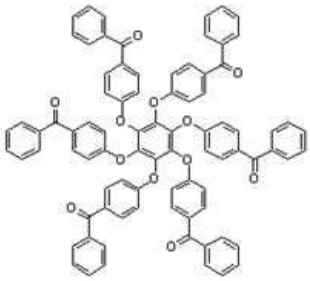
[0142] [화합물 4]

[0143] 
,

[0144] 1) 4,4'-다이플루오로벤조페논 60g, 3,5-다이히드록시페놀 (3,5-dihydroxyphenol) 10g, K_2CO_3 32.8g 및 DMSO 500 ml를 RBF에 넣고, 90℃에서 밤새 두었다. TLC를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 에틸아세테이트 및 헥산의 혼합 용매로 컬럼크로마토그래피 정제하여 생성물을 수득하였다.

[0145] **2-5. 하기 화합물 5를 포함하는 양자점 리간드 가교제의 제조 (도 5):**

[0146] [화합물 5]

[0147] 
.

[0148] 1) 4-다이플루오로벤조페논 80.5g, 벤젠헥솔 (benzenehexol) 10g, K_2CO_3 47.5g, 및 DMSO 200 ml를 140℃에서 밤새 두었다. TLC를 이용하여 반응이 종료된 것을 확인한 후, 과량의 물에 침전하고 여과하여 침전물을 수득하였다. 침전물을 아세톤 및 메틸렌클로라이드 혼합 용매로 재결정하여 생성물을 수득하였다.

[0150] **<실시예 3: 양자점 잉크 조성물의 제조>**

[0151] 실시예 1의 인듐포스파이트(InP/ZnSeS) 양자점과 실시예 2의 화합물 1을 포함하는 양자점 리간드 가교제(분자량: 680.92 g/mol)를 양자점 리간드 가교제가 5 wt%가 되도록 혼합하고, 이를 클로로포름에 분산하여 전체 농도 20 mg/ml의 양자점 잉크 조성물을 제조하였다.

[0153] **<실시예 4: 양자점 박막의 패터닝>**

[0154] Si-SiO_2 웨이퍼 또는 유리 기판 상에 실시예 3의 양자점 잉크 조성물을 2000 rpm에서 1 분 간 스핀코팅법으로 도포하여 양자점 박막을 제조하였다. 이후, 패턴이 형성되어 있는 쉐도우 마스크를 상기 양자점 박막 상에 위치시키고 365 nm의 자외선 광원 (25 mW/cm^2)을 60 초간 조사하여, 양자점 박막을 경화시켰다. 이후, 톨루엔 용액으로 4000 rpm, 10 초의 조건에서 현상하여 패턴이 형성된 양자점 박막(양자점 패턴)을 수득하였다. 도 6은 광가교된 패턴의 사진으로서, 도 6의 a는 선폭 2 μm 및 간격 2 μm의 녹색 양자점 패턴의 사진이고, 도 6의 b는 선폭 4 μm 및 간격 4 μm의 적색 양자점 패턴의 사진이다. 도 7은 가교 전후 양자점 박막의 발광 스펙트럼으로서, 가교 전후 반치폭 및 스펙트럼의 개형이 유지되는 것으로부터 자외선 광원 노출에 따른 발광 효율 손실이 발생하지 않는 것을 확인하였다.

[0156] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만

한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0157] 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.

부호의 설명

[0158] 10: 기판

20: 제 1 전극

30: 정공수송층

40: 정공주입층

50: 전자주입층

60: 제 2 전극

21: 제 1 마스크

22: 제 2 마스크

23: 제 3 마스크

100: 양자점 박막

110: 제 1 양자점 용액

111: 제 1 양자점 패턴

120: 제 2 양자점 용액

121: 제 2 양자점 패턴

130: 제 3 양자점 용액

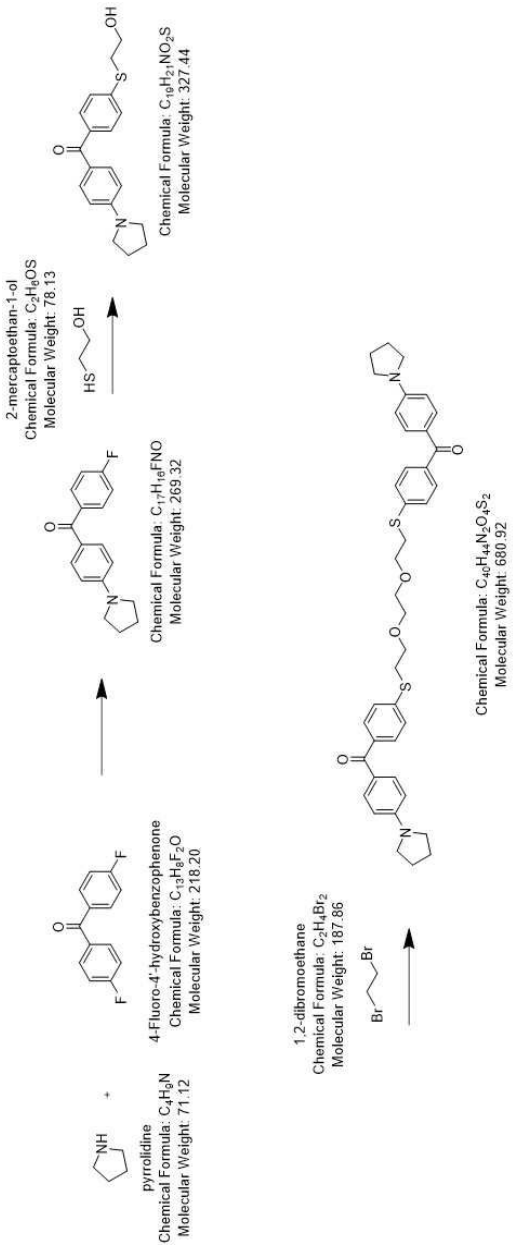
131: 제 3 양자점 패턴

200: 리간드

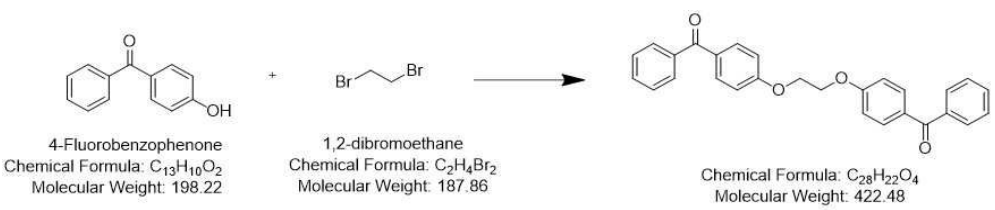
300: 가교제

도면

도면1


2-mercaptoethan-1-ol
Chemical Formula: C_2H_6OS
Molecular Weight: 78.13
Chemical Formula: $C_{19}H_{21}NO_2S$
Molecular Weight: 327.44
Chemical Formula: $C_{17}H_{16}FNO$
Molecular Weight: 269.32
4-Fluoro-4'-hydroxybenzophenone
Chemical Formula: $C_{13}H_8F_2O$
Molecular Weight: 218.20
pyrrolidine
Chemical Formula: C_4H_9N
Molecular Weight: 71.12
1,2-dibromoethane
Chemical Formula: $C_2H_4Br_2$
Molecular Weight: 187.86
Chemical Formula: $C_{40}H_{44}N_2O_4S_2$
Molecular Weight: 680.92

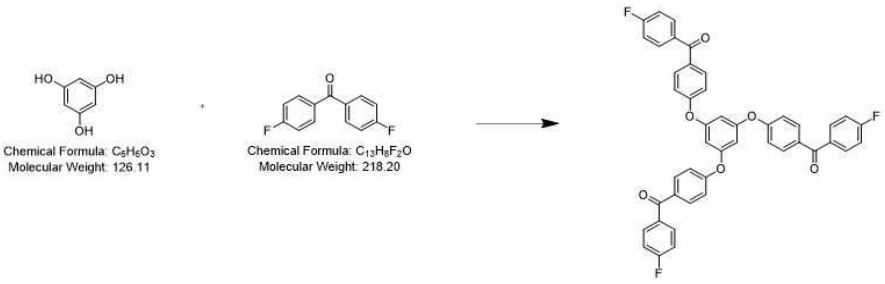
도면2


4-Fluorobenzophenone
Chemical Formula: $C_{13}H_{10}O_2$
Molecular Weight: 198.22
1,2-dibromoethane
Chemical Formula: $C_2H_4Br_2$
Molecular Weight: 187.86
Chemical Formula: $C_{28}H_{22}O_4$
Molecular Weight: 422.48

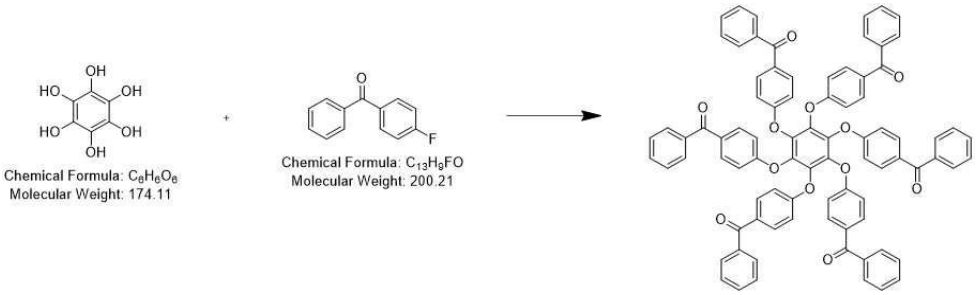
도면3



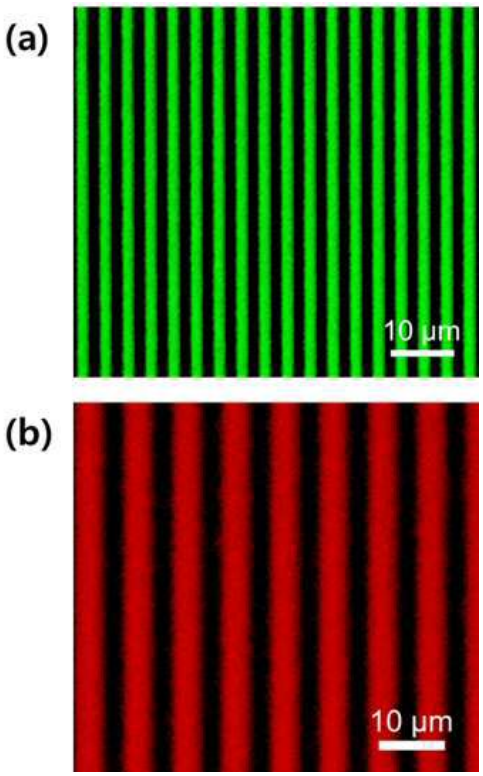
도면4



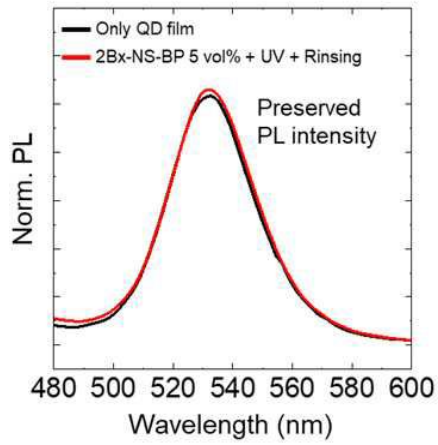
도면5



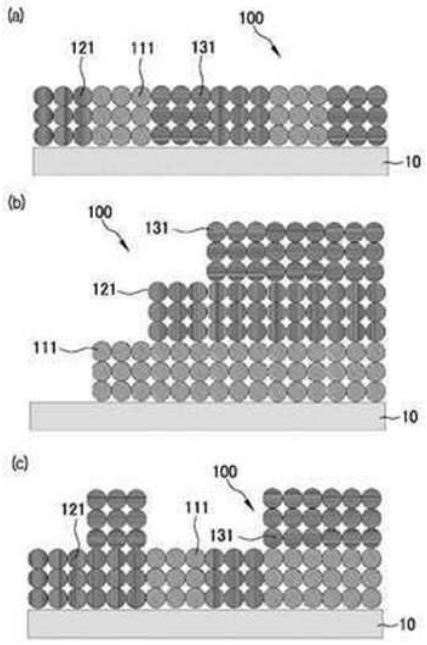
도면6



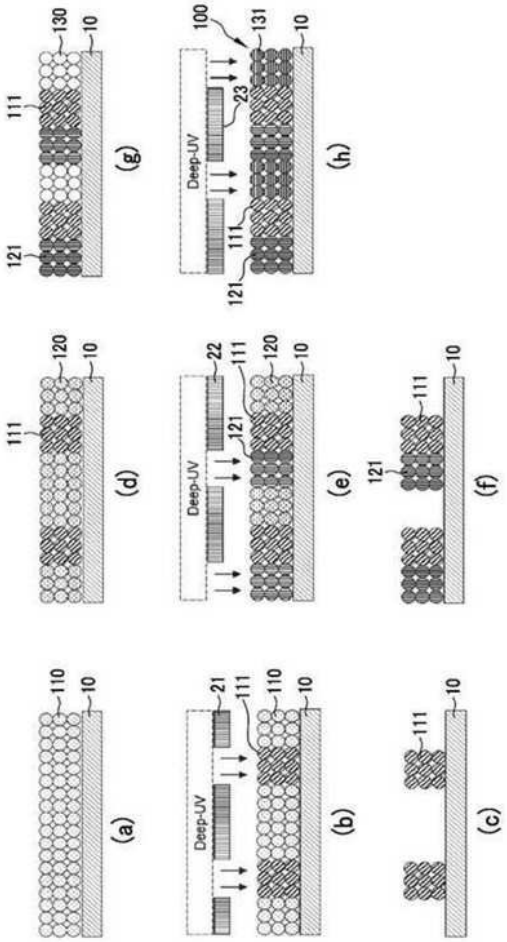
도면7


Only QD film
2Bx-NS-BP 5 vol% + UV + Rinsing
Preserved
PL intensity
Norm. PL
480 500 520 540 560 580 600
Wavelength (nm)

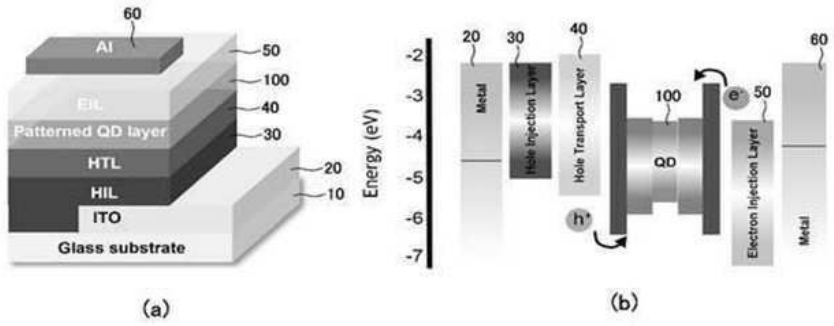
도면8


(a)
100
121
111
131
10
(b)
100
131
121
111
10
(c)
100
121
111
131
10

도면9


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)
Deep-UV

도면10


Al
EIL
Patterned QD layer
HTL
HIL
ITO
Glass substrate
Energy (eV)
Metal
Hole Injection Layer
Hole Transport Layer
QD
Electron Injection Layer
Metal
(a)
(b)