(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0144741
(43) 공개일자 2024년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) *C09K 11/56* (2006.01)
C09K 11/64 (2006.01) *C09K 11/74* (2006.01)
C09K 11/88 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H10K 50/115 (2023.01) *H10K 50/81* (2023.01)
H10K 50/82 (2023.01) *H10K 59/38* (2023.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C09K 11/56 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0106417
(22) 출원일자 2023년08월14일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020230038982 2023년03월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기 용인시 기흥구 삼성로1(농서동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박원준
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
김봉수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

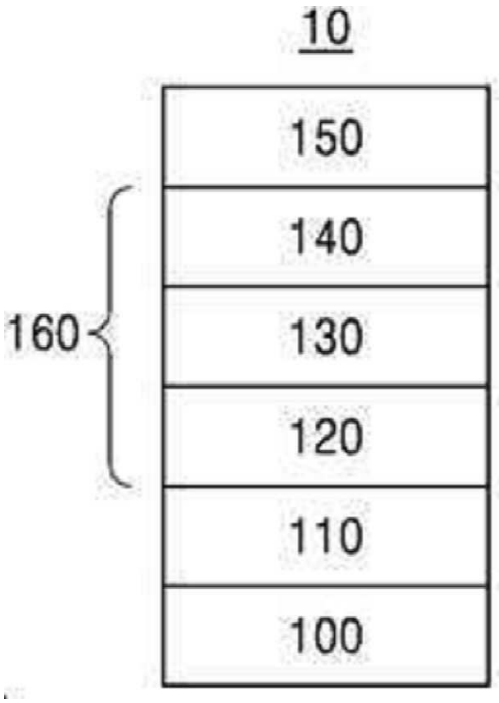
(54) 발명의 명칭 **양자점 조성물 및 이를 사용하여 제조된 발광 소자**

(57) 요 약

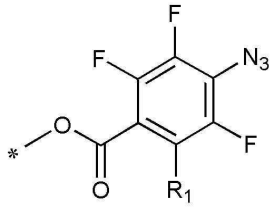
양자점; 하기 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함하는 가교제; 및 제1 용매, 제2 용매 및 제3 용매를 포함하는 혼합 용매를 포함하고, 상기 제2 용매는 상기 제1 용매보다 비점이 높고, 상기 제1 용매보다 표면 장력이 낮고, 상기 제3 용매는 하기 화학식 2로 표시되는 화합물인 양자점 조성물을 제공한다:

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



<화학식 A>



<화학식 3>

Ar_2-R_2

상기 화학식 A 및 3 중, R_1은 수소, 중수소, 할로겐 원소 또는 C_1-C_{10} 알킬기를 포함하고, *는 결합 부분이고, Ar_2는 C_6-C_{30} 아릴기이고, R_2는 직선형 또는 분지형의 C_1-C_{30} 알킬기이다.

(52) CPC특허분류
C09K 11/64 (2013.01)
C09K 11/74 (2013.01)
C09K 11/883 (2013.01)
H05B 33/145 (2013.01)
H10K 50/115 (2023.02)
H10K 50/81 (2023.02)
H10K 50/82 (2023.02)
H10K 59/38 (2023.02)

(72) 발명자
이명재
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
고윤혁
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
김세훈
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
백선희
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
정연구
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
함효빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명 세 서

청구범위

청구항 1

양자점;

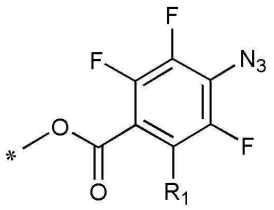
하기 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함하는 가교제; 및

제1 용매, 제2 용매 및 제3 용매를 포함하는 혼합 용매를 포함하고,

상기 제2 용매는 상기 제1 용매보다 비점이 높고, 상기 제1 용매보다 표면 장력이 낮고,

상기 제3 용매는 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물인 양자점 조성물:

<화학식 A>



<화학식 3>

Ar_2-R_2

상기 화학식 A 및 화학식 3 중,

R_1은 수소, 중수소, 할로겐 원소 또는 C_1-C_{10} 알킬기를 포함하고,

*는 결합 부분이고,

Ar_2는 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴기이고,

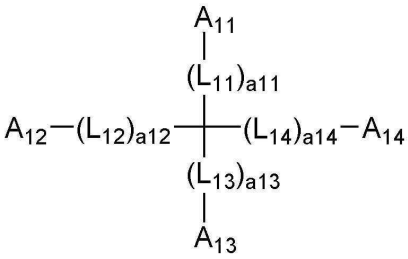
R_2는 직선형 또는 분지형의 C_1-C_{30} 알킬기이다.

청구항 2

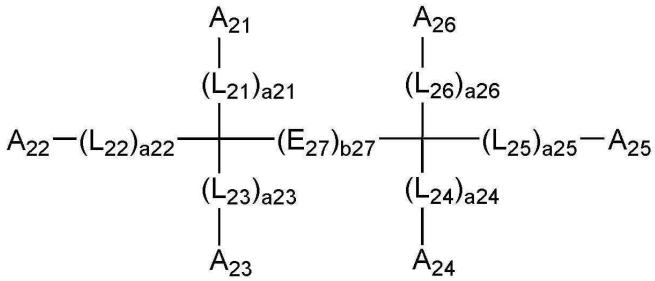
제1항에 있어서,

상기 가교제는 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물인 양자점 조성물:

<화학식 1>



<화학식 2>



상기 화학식 1 및 화학식 2 중,

A_{11} 내지 A_{14}은 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

A_{21} 내지 A_{26}은 서로 독립적으로 수소, 또는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

A_{21} 내지 A_{23} 중 적어도 하나 및 A_{24} 내지 A_{26} 중 적어도 하나는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

L_{11} 내지 L_{14} 및 L_{21} 내지 L_{26} 은 서로 독립적으로 직접 결합 또는 C_1-C_3 알킬렌기이고,

E_{27} 은 $-CH_2-O-CH_2-$ 기, $-CH(R_{27})-$ 기 또는 $-C(R_{27})_2-$ 기이고,

R_{27}은 $-(L_{27})_{a27}-A_{27}$ 기이고,

L_{27}은 L_{21}을 참조하고, A_{27}은 A_{21}을 참조하고,

a11 내지 a14 및 a21 내지 a27은 서로 독립적으로 0 또는 1이고,

b27은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

A21이 수소일 때 a21은 0이고, A22가 수소일 때 a22은 0이고, A23이 수소일 때 a23은 0이고, A24가 수소일 때 a24는 0이고, A25가 수소일 때 a25는 0이고, A26이 수소일 때 a26은 0이고, A27이 수소일 때 a27은 0이다.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 가교제는 화학식 1로 표시되고, L_{11} 내지 L_{14}는 CH_2 기인, 양자점 조성물.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 1이고 E_{27}은 $-CH_2-O-CH_2-$ 기인, 양자점 조성물.

청구항 5

제2 항에 있어서,

상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 2이고 E_{27}은 $-CH(R_{27})-$ 기인, 양자점 조성물.

청구항 6

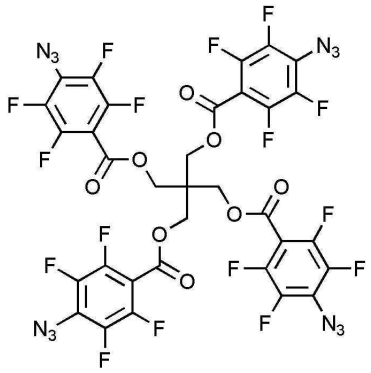
제2 항에 있어서,

상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 3이고 E_{27}은 서로 독립적으로 $-CH_2-O-CH_2-$ 기 및 $-C(R_{27})_2-$ 기로부터 선택되는, 양자점 조성물.

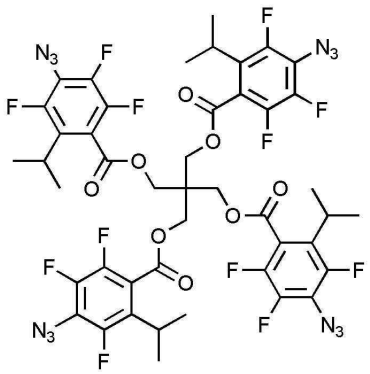
청구항 7

제1 항에 있어서,

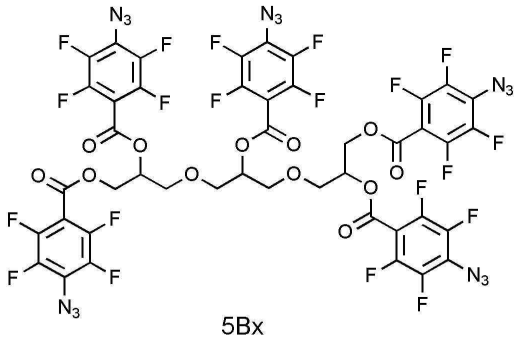
상기 가교제는 하기 화합물 또는 이들의 조합을 포함하는 양자점 조성물:



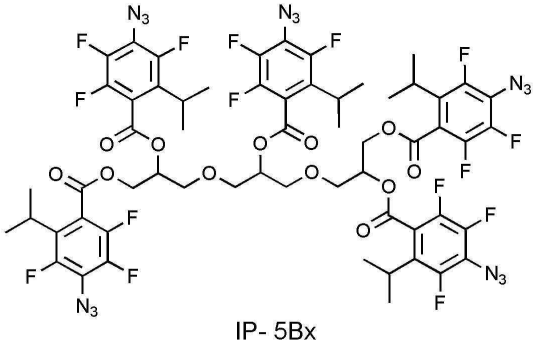
4Bx



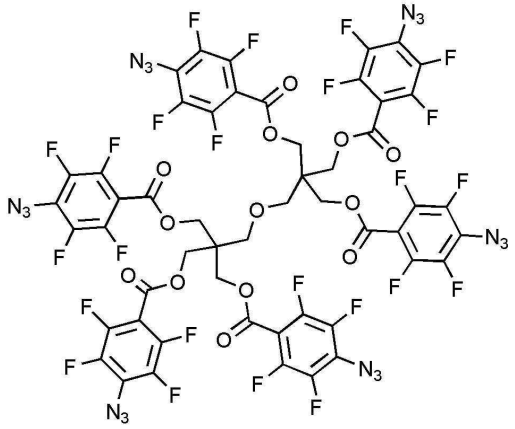
IP-4Bx



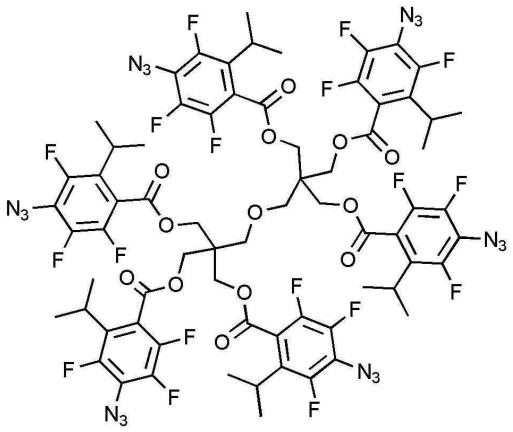
5Bx



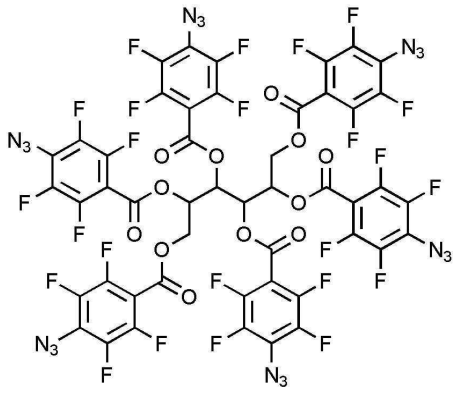
IP- 5Bx



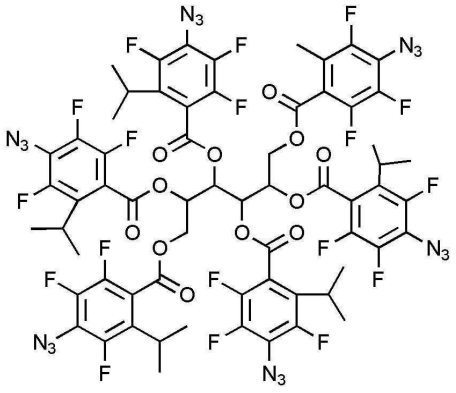
6Bx



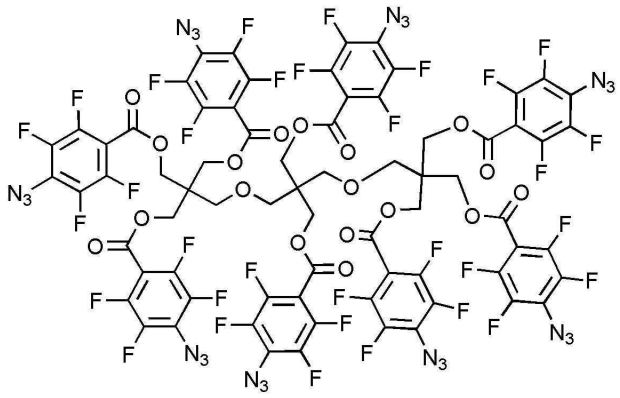
IP- 6Bx



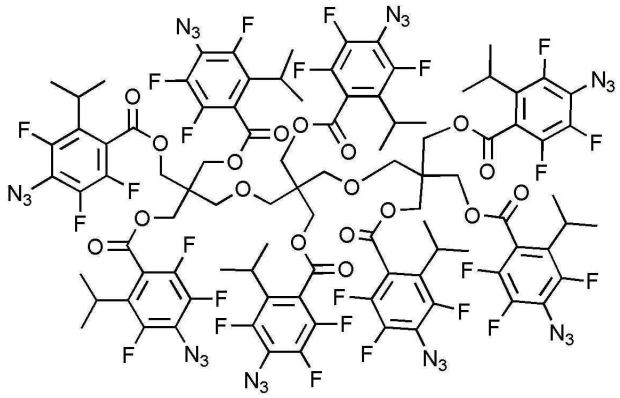
M_6Bx



M_IP-6Bx



8Bx



IP-8Bx

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 화학식 3 중, Ar_2는 페닐기이고, R_2는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 노닐기, 데실기, 운데실기 또는 도데실기를 포함하는 양자점 조성물.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제1 용매는 시클로헥실벤젠이고, 상기 제2 용매는 헥사데칸이고, 상기 제3 용매는 옥틸벤젠인 양자점 조성물.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 가교제와 상기 혼합 용매의 한센 용해도 파라미터(HSP) 중 분산력(δD)의 차이가 1.1 이하인 양자점 조성물.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 혼합 용매의 비점은 200℃ 이상인 양자점 조성물.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 양자점은 녹색을 발광하는 양자점 조성물.

청구항 13

제1 항에 있어서,

상기 양자점은 II-VI족 반도체 화합물; III-V족 반도체 화합물; III-VI족 반도체 화합물; I-III-VI족 반도체 화합물; IV-VI족 반도체 화합물; IV족 원소 또는 화합물; 또는 이의 임의의 조합; 을 포함하는 양자점 조성물.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 양자점은 상기 양자점 표면의 리간드를 더 포함하고,

상기 가교제에 의하여 상기 리간드 사이에 가교결합이 형성되는 양자점 조성물.

청구항 15

제12 항에 있어서,

상기 리간드는 적어도 하나의 도데칸티올(DDT), 아연 올리에이트(zinc oleate, ZnOA), 아연 2-에틸헥사노에이트(Zinc(II) 2-ethylhexanoate, Zn(EHA)) 또는 아연 라우레이트(Zinc laurate, Zn(LRA)) 를 포함하는 양자점 조성물.

청구항 16

기판;

상기 기판 상의 제1 전극;

상기 제1 전극에 대향하는 제2 전극; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 발광층을 포함한 유기층을 포함하고,

상기 발광층은 제1 항 내지 제15 항 중 어느 한 항의 양자점 조성물로부터 형성된 발광 소자.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 제1 전극은 캐소드이고,

상기 제2 전극은 애노드이고,

상기 제1 전극과 상기 발광층 사이에 전자 수송 영역을 포함하고,

상기 제2 전극과 상기 발광층 사이에 정공 수송 영역을 포함하는 발광 소자.

청구항 18

제16 항 또는 제17 항 중 어느 한 항의 발광 소자를 포함하는, 전자 장치.

청구항 19

제18 항에 있어서,

박막 트랜지스터를 더 포함하고,

상기 박막 트랜지스터는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고,

상기 발광 소자의 제1전극이 상기 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 적어도 하나와 전기적으로 연결된, 전자 장치.

청구항 20

제19 항에 있어서,

컬러 필터, 색변환층, 터치스크린층, 편광층 또는 이의 임의의 조합을 더 포함한, 전자 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 양자점 조성물 및 이를 사용하여 제조된 발광 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 발광 소자는 전기 에너지가 빛 에너지로 변환되는 특성의 소자이다. 상기 발광 소자는 애노드로부터 주입된 정공이 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자가 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들이 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 상기 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다. 발광 소자의 발광층을 양자점(quantum dot)으로 구성할 수 있다. 양자점은 반도체 물질의 나노 결정으로서, 양자 구속 효과(quantum confinement effect)를 나타내는 물질이다. 양자점은 그 크기를 조절하여 원하는 파장 영역의 빛을 얻을 수 있고, 우수한 색 순도 및 높은 발광 효율 등의 특성을 나타낸다. 양자점 발광층을 양자점 조성물로부터 형성할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 경화도가 개선된 양자점 조성물 및 이를 사용하여 제조된 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 일 측면에 따르면,

[0005] 양자점;

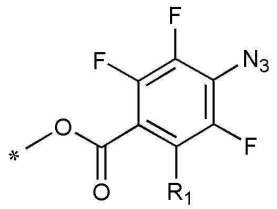
[0006] 하기 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함하는 가교제; 및

[0007] 제1 용매, 제2 용매 및 제3 용매를 포함하는 혼합 용매를 포함하고,

[0008] 상기 제2 용매는 상기 제1 용매보다 비점이 높고, 상기 제1 용매보다 표면 장력이 낮고,

[0009] 상기 제3 용매는 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물인 양자점 조성물을 제공한다:

[0010] <화학식 A>

[0011] 

[0012] <화학식 3>

[0013] Ar_2-R_2

[0015] 상기 화학식 A 및 화학식 3 중,

[0016] R_1은 수소, 중수소, 할로겐 원소 또는 C_1-C_{10} 알킬기를 포함하고,

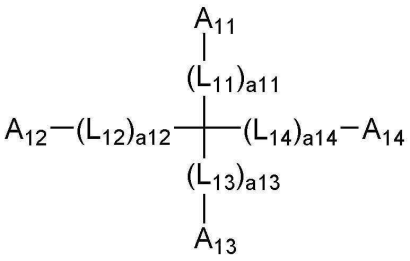
[0017] *는 결합 부분이고,

[0018] Ar_2는 C_6-C_{30} 아릴기이고,

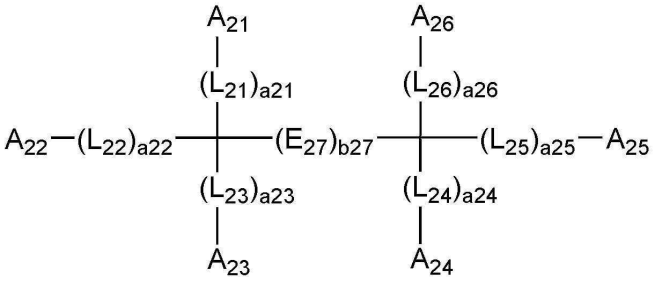
[0019] R_2는 직선형 또는 분지형의 C_1-C_{30} 알킬기이다.

[0020] 일 구현예에서, 상기 가교제는 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0021] <화학식 1>

[0022] 

[0023] <화학식 2>

[0024] 

[0025] 상기 화학식 1 및 화학식 2 중,

[0026] A_{11} 내지 A_{14}은 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0027] A_{21} 내지 A_{26}은 서로 독립적으로 수소, 또는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0028] A_{21} 내지 A_{23} 중 적어도 하나 및 A_{24} 내지 A_{26} 중 적어도 하나는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0029] L_{11} 내지 L_{14} 및 L_{21} 내지 L_{26} 은 서로 독립적으로 직접 결합 또는 C_1-C_3 알킬렌기이고,

[0030] E_{27} 은 $-CH_2-O-CH_2-$ 기, $-CH(R_{27})-$ 기 또는 $-C(R_{27})_2-$ 기이고,

[0031] R_{27}은 $-(L_{27})_{a27}-A_{27}$ 기이고,

[0032] L_{27}은 L_{21}을 참조하고, A_{27}은 A_{21}을 참조하고,

[0033] a11 내지 a14 및 a21 내지 a27은 서로 독립적으로 0 또는 1이고,

[0034] b27은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

[0035] A21이 수소일 때 a21은 0이고, A22가 수소일 때 a22은 0이고, A23이 수소일 때 a23은 0이고, A24가 수소일 때 a24는 0이고, A25가 수소일 때 a25는 0이고, A26이 수소일 때 a26은 0이고, A27이 수소일 때 a27은 0이다.

[0036] 일 구현예에서, 상기 화학식 3 중, Ar_2는 페닐기이고, R_2는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 노닐기, 데실기, 운데실기 또는 도데실기를 포함할 수 있다.

[0037] 일 구현예에서, 상기 제1 용매는 시클로헥실벤젠이고, 상기 제2 용매는 헥사데칸이고, 상기 제3 용매는 옥틸벤젠일 수 있다.

[0038] 일 구현예에서, 상기 가교제와 상기 혼합 용매의 한센 용해도 파라미터(HSP) 중 분산력(δD)의 차이가 1.1 이하일 수 있다.

[0039] 일 구현예에서, 상기 혼합 용매의 비점은 200℃ 이상일 수 있다.

[0040] 일 구현예에서, 상기 양자점은 녹색을 발광할 수 있다.

[0041] 일 구현예에서, 상기 양자점은 II-VI족 반도체 화합물; III-V족 반도체 화합물; III-VI족 반도체 화합물; I-III-VI족 반도체 화합물; IV-VI족 반도체 화합물; IV족 원소 또는 화합물; 또는 이의 임의의 조합; 을 포함하는 양자점 조성물.

[0042] 일 구현예에서, 상기 양자점은 상기 양자점 표면의 리간드를 더 포함하고, 상기 가교제에 의하여 상기 리간드 사이에 가교결합이 형성될 수 있다.

[0043] 일 구현예에서, 상기 리간드는 적어도 하나의 도데칸티올(DDT), 아연 올리에이트(zinc oleate, ZnOA), 아연 2-에틸헥사노에이트(Zinc(II) 2-ethylhexanoate, Zn(EHA)) 또는 아연 라우레이트(Zinc laurate, Zn(LRA))를 포함할 수 있다.

[0044] 다른 일 측면에 따르면,

[0045] 기판;

[0046] 상기 기판 상의 제1 전극;

[0047] 상기 제1 전극에 대향하는 제2 전극; 및

[0048] 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 발광층을 포함한 유기층을 포함하고,

[0049] 상기 발광층은 전술한 양자점 조성물로부터 형성된 발광 소자가 제공된다.

[0050] 상기 제1 전극은 캐소드이고, 상기 제2 전극은 애노드일 수 있다.

[0051] 상기 제1 전극과 상기 발광층 사이에 전자 수송 영역을 포함하고,

[0052] 상기 제2 전극과 상기 발광층 사이에 정공 수송 영역을 포함할 수 있다.

[0053] 또 다른 일 측면에 따르면,

[0054] 전술한 발광 소자를 포함하는, 전자 장치가 제공된다.

[0055] 상기 전자 장치는 박막 트랜지스터를 더 포함하고,

[0056] 상기 박막 트랜지스터는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고,

[0057] 상기 발광 소자의 제1전극이 상기 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 적어도 하나와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0058] 상기 전자 장치는 컬러 필터, 색변환층, 터치스크린층, 편광층 또는 이의 임의의 조합을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0059] 본 발명의 일 구현예에 따른 양자점 조성물은 경화도가 개선되어 이를 사용하여 형성된 발광층을 포함하는 발광 소자의 효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0060] 도 1은 일 구현예에 따른 발광 소자의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2 및 도 3은 각각 일 구현예에 따른 전자 장치의 단면도이다.

도 4는 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 및 2의 양자점층 상면의 광학 현미경 사진이다.

도 5는 실시예 4 내지 5 및 비교예 3 내지 6의 발광소자의 구동전압을 나타낸 그래프이다.

도 6은 실시예 4 내지 5 및 비교예 3 내지 6의 발광소자의 전류 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고

상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0062] 본 명세서 중 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.

[0063] 본 명세서 중 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 의미를 포함한다.

[0064] 본 명세서 중 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다. 예를 들어, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 달리 한정되지 않는 한 명세서상에 기재된 특징 또는 구성요소만으로 이루어지는(consist of) 경우 및 다른 구성요소를 더 포함하는 경우를 모두 의미할 수 있다.

[0065] 본 명세서에서, "II족"은 IUPAC 주기율표상 IIA족 원소 및 IIB족 원소를 포함할 수 있으며, II족 원소의 예시는 Zn, Cd, Hg 및 Cn을 포함하고, 다만 이에 제한되지 않는다.

[0066] 본 명세서에서, "III족"은 IUPAC 주기율표상 IIIA족 원소 및 IIIB족 원소를 포함할 수 있으며, III족 원소의 예시는 Al, In, Ga, Tl 및 Nh을 포함하고, 다만 이에 제한되지 않는다.

[0067] 본 명세서에서, "V족"은 IUPAC 주기율표상 VA족 원소 및 VB족 원소를 포함할 수 있으며, V족 원소의 예시는 N, P, As를 포함하고, 다만 이에 제한되지 않는다.

[0068] 본 명세서에서, "VI족"은 IUPAC 주기율표상 VIA족 원소 및 VIB족 원소를 포함할 수 있으며, VI족 원소의 예시는 O, S, Se 및 Te을 포함하고, 다만 이에 제한되지 않는다.

[0069] 이하, 일 구현예에 따른 양자점 조성물을 설명한다.

[0070] **[양자점 조성물]**

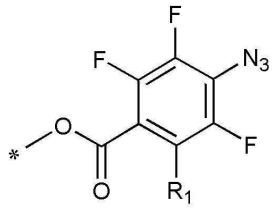
[0071] 일 구현예에 따른 양자점 조성물은

[0072] 양자점;

[0073] 하기 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함하는 가교제; 및

[0074] 제1 용매, 제2 용매 및 제3 용매를 포함하는 혼합 용매를 포함한다.

[0075] <화학식 A>

[0076] 

[0077] 상기 화학식 A 중,

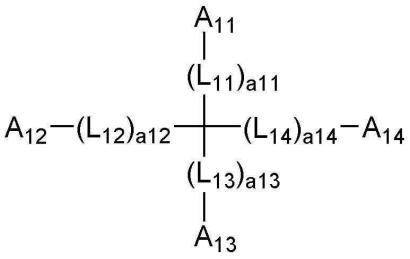
[0078] R_1은 수소, 중수소, 할로겐 원소 또는 C_1-C_{10} 알킬기를 포함할 수 있다.

[0079] *는 상기 가교제 내에서 상기 모이어티의 결합 부분이다.

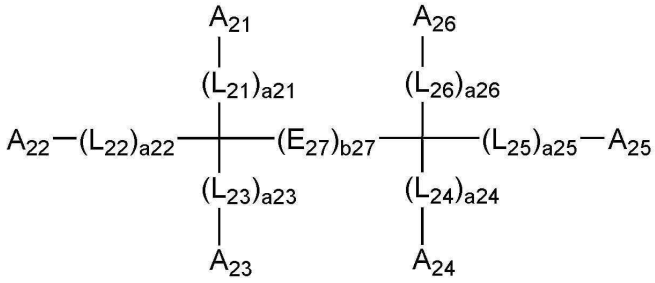
[0080] 상기 가교제는 양자점의 리간드들을 가교시킴으로써 소정의 경화도를 갖는 양자점 층을 형성할 수 있도록 한다. 상기 화학식 A로 표시되는 모이어티는 광반응에 의하여 양자점의 리간드들을 가교시킬 수 있는, 아자이드기를 포함하는 모이어티이다. 상기 가교제가 상기 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함함으로써 가교 효과가 우수하며, 종래의 가교제에 비하여 양자점층 형성시 경화도를 향상시킬 수 있다.

[0081] 상기 가교제는 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0082] <화학식 1>

[0083] 

[0084] <화학식 2>

[0085] 

[0086] 상기 화학식 1 및 화학식 2 중,

[0087] A_{11} 내지 A_{14}은 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0088] A_{21} 내지 A_{26}은 서로 독립적으로 수소, 또는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0089] A_{21} 내지 A_{23} 중 적어도 하나 및 A_{24} 내지 A_{26} 중 적어도 하나는 상기 화학식 A로 표시되는 기이고,

[0090] L_{11} 내지 L_{14} 및 L_{21} 내지 L_{26} 은 서로 독립적으로 직접 결합 또는 C_1-C_3 알킬렌기이고,

[0091] E_{27} 은 $-CH_2-O-CH_2-$ 기, $-CH(R_{27})-$ 기 또는 $-C(R_{27})_2-$ 기이고,

[0092] R_{27}은 $-(L_{27})_{a27}-A_{27}$ 기이고,

[0093] L_{27}은 L_{21}을 참조하고, A_{27}은 A_{21}을 참조하고,

[0094] a11 내지 a14 및 a21 내지 a27은 서로 독립적으로 0 또는 1이고,

[0095] b27은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

[0096] A21이 수소일 때 a21은 0이고, A22가 수소일 때 a22은 0이고, A23이 수소일 때 a23은 0이고, A24가 수소일 때 a24는 0이고, A25가 수소일 때 a25는 0이고, A26이 수소일 때 a26은 0이고, A27이 수소일 때 a27은 0이다.

[0097] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 이상 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 화합물은 화학식 A로 표시되는 모이어티를 4개 내지 8개 포함할 수 있다.

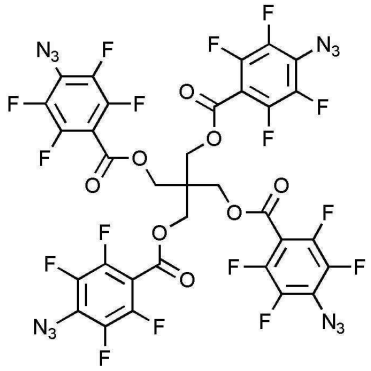
[0098] 일 구현예에서, 상기 가교제는 화학식 1로 표시되고, L_{11} 내지 L_{14}는 CH_2 기일 수 있다.

[0099] 일 구현예에서, 상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 1이고 E_{27}은 $-CH_2-O-CH_2-$ 기일 수 있다.

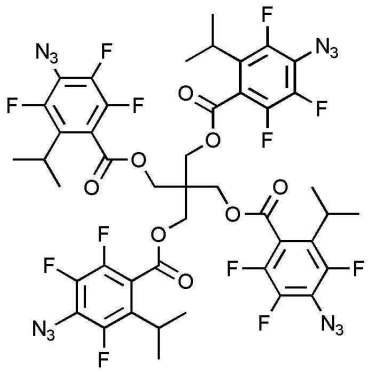
[0100] 일 구현예에서, 상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 2이고 E_{27}은 $-CH(R_{27})-$ 기일 수 있다.

[0101] 일 구현예에서, 상기 가교제는 화학식 2로 표시되고, b27은 3이고 E_{27}은 서로 독립적으로 $-CH_2-O-CH_2-$ 기 및 $-C(R_{27})_2-$ 기로부터 선택될 수 있다.

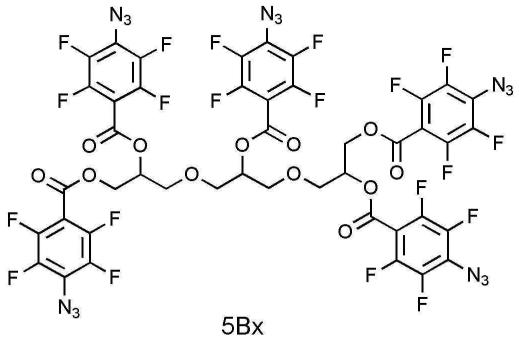
[0102] 일 구현예에서, 상기 가교제는 하기 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다:

[0103] 

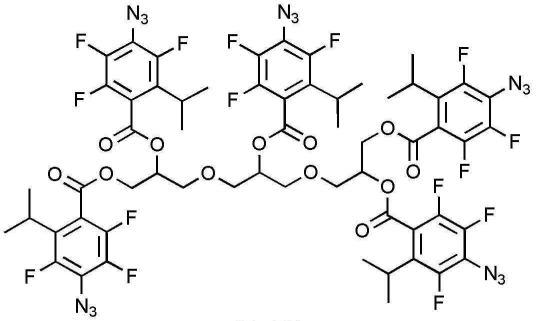
4Bx



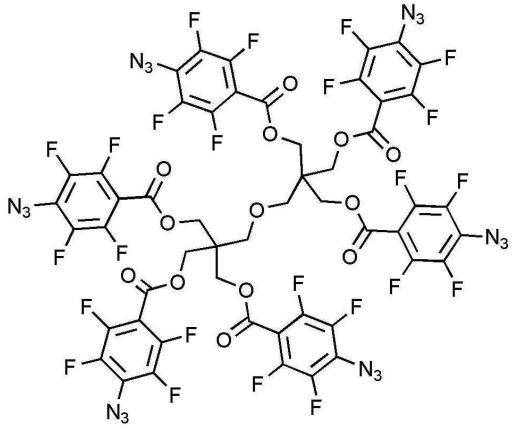
IP-4Bx

[0104] 

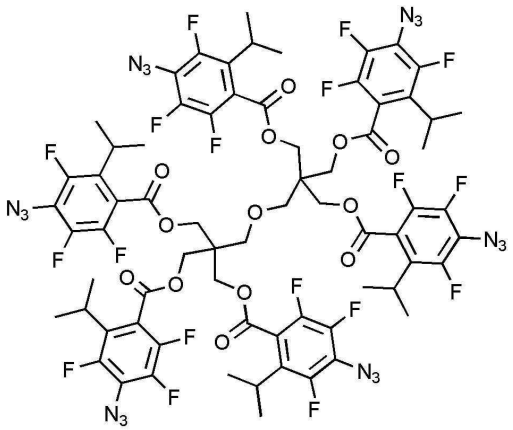
5Bx



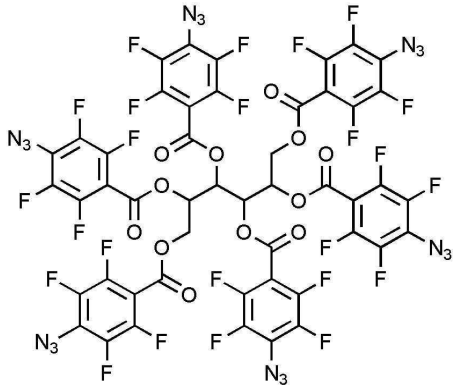
IP- 5Bx

[0106] 

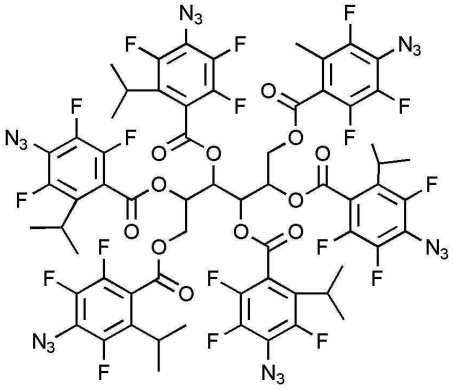
6Bx



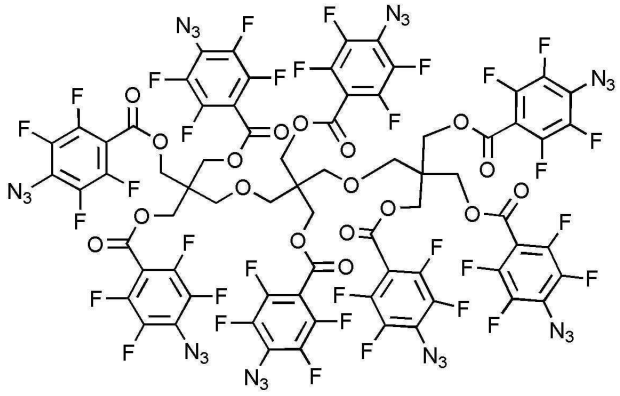
IP- 6Bx

[0107] 

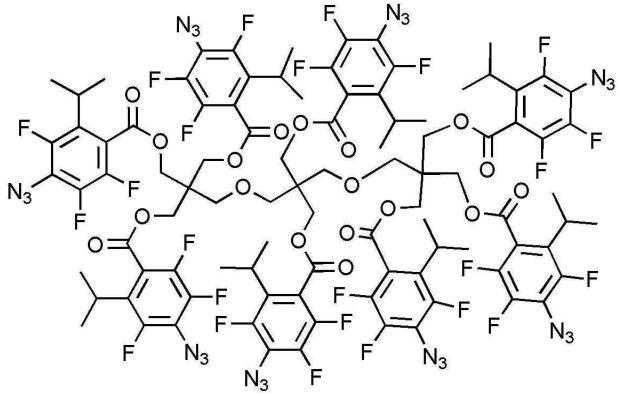
M_6Bx



M_IP-6Bx



[0108] 8Bx



[0109] IP-8Bx

[0110] 상기 제1 용매의 상기 가교제에 대한 용해도가 상기 제2 용매의 상기 가교제에 대한 용해도보다 높을 수 있다. 상기 제2 용매는 상기 제1 용매보다 낮은 증기압, 높은 비점, 낮은 표면 장력을 가질 수 있다.

[0111] 상기 혼합 용매의 구성으로 인하여 조성물의 중심부로의 마랑고니 유동(Marangoni flow)이 촉진되어 조성물로부터 생성되는 박막의 균일도(uniformity) 및 픽셀 내 균일도(In-Pixel Uniformity)가 개선되어 소자의 특성이 향상될 수 있다.

[0112] 상기 제3 용매는 하기 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0113] <화학식 3>

[0114] Ar_2-R_2

[0115] 상기 화학식 3 중,

[0116] Ar_2는 C_6-C_{30} 아릴기이고,

[0117] R_2는 직선형 또는 분지형의 C_1-C_{30} 알킬기일 수 있다.

[0118] 일 구현예에서, Ar_2는 페닐기이고, R_2는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 노닐기, 데실기, 운데실기 또는 도데실기를 포함할 수 있다.

[0119] 일 구현예에서, 상기 제1 용매는 시클로헥실벤젠이고, 상기 제2 용매는 헥사데칸이고, 상기 제3 용매는 옥틸벤젠일 수 있다.

[0120] 일 구현예에서, 상기 가교제와 상기 혼합 용매의 한센 용해도 파라미터(HSP) 중 분산력(δD)의 차이가 1.1 $MPa^{½}$ 이하일 수 있다. 한센 용해도 파라미터(HSP)는 물질의 분산력(δD), 극성력(δP) 및 수소결합력(δH)을 기반으로 하여 물질 사이의 용해성을 수치로 나타낸다. 본 구현예에서 가교제와 혼합 용매 사이의 분산력(δD)의 차이가 1.1 $MPa^{½}$ 이하의 값을 가짐으로써 가교제가 혼합 용매 내에서 적절한 용해도를 확보하여 균일한 양자점 조성

물을 형성할 수 있다.

[0121] 상기 혼합 용매의 비점은 200℃ 이상일 수 있다. 예를 들어 상기 혼합 용매의 비점은 200℃ 내지 330℃일 수 있다. 상기 혼합 용매의 비점이 상기 범위 내에 있을 때 상기 양자점 조성물을 잉크젯 공정에 적용하여 양호한 품질의 양자점 층을 얻을 수 있다.

[0122] 상기 혼합 용매에서 제1 용매의 함량은 전체 용매의 중량을 기준으로 60 내지 70 중량 %일 수 있다. 상기 혼합 용매에서 제2 용매의 함량은 전체 용매의 중량을 기준으로 25 내지 30 중량 %일 수 있다. 상기 혼합 용매에서 제3 용매의 함량은 전체 용매의 중량을 기준으로 5 내지 10 중량 %일 수 있다. 상기 혼합 용매 내의 제1 용매, 제2 용매 및 제3 용매는 상기 양자점과 상기 가교제를 용해시키도록 적절한 비율로 구성될 수 있다.

[0123] 예를 들어 상기 양자점은 녹색을 발광하는 녹색 발광용 양자점일 수 있다. 상기 양자점의 크기(직경)은 예를 들어 3 nm 내지 10nm 일 수 있다.

[0124] 상기 양자점은 II-VI족 반도체 화합물; III-V족 반도체 화합물; III-VI족 반도체 화합물; I-III-VI족 반도체 화합물; IV-VI족 반도체 화합물; IV족 원소 또는 화합물; 또는 이의 임의의 조합; 을 포함할 수 있다.

[0125] 상기 양자점은 상기 양자점 표면의 리간드를 더 포함할 수 있다. 상기 가교제에 의하여 상기 리간드 사이에 가교결합이 형성될 수 있다.

[0126] 상기 리간드는 예를 들어 도데칸티올(DDT), (아연 올리에이트(zinc oleate, ZnOA), 아연 2-에틸헥사노에이트(Zinc(II) 2-ethylhexanoate, Zn(EHA)) 또는 아연 라우레이트(Zinc laurate, Zn(LRA))를 포함할 수 있다.

[0127] 일 구현예에서, 상기 양자점 조성물은 양자점의 분산도를 향상시키기 위하여 적절한 분산제를 더 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 분산제는 카르복시산기를 포함하는 고분자일 수 있다. 상기 분산제의 함량은, 상기 양자점 100중량부 당 약 5 내지 30중량부, 예를 들어 약 10중량부 내지 20중량부일 수 있다 상기 분산제의 함량이 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 상기 양자점 조성물 중 양자점의 응집이 실질적으로 방지되고, 상기 양자점의 보호층 역할을 수행할 수 있다.

[0128] [도 1에 대한 설명]

[0129] 이하 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예에 따른 발광 소자(10)를 설명한다.

[0130] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 발광 소자(10)는,

[0131] 기판(100);

[0132] 상기 기판 상에 배치된 캐소드(110);

[0133] 상기 캐소드에 대향하는 애노드(150); 및

[0134] 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치된 발광층(130)을 포함하는 유기층(160)을 포함한다.

[0135] 상기 유기층(160)은,

[0136] 상기 발광층(130)과 상기 캐소드(110) 사이에 배치된 전자 수송 영역(120); 및

[0137] 상기 발광층(130)과 상기 애노드(150) 사이에 배치된 정공 수송 영역(140)을 포함할 수 있다.

[0138] [기판(100)]

[0139] 기판(100)은 통상적으로 해당 기술분야에서 사용되는 기판을 사용할 수 있고, 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성 및 방수성이 우수한 무기물 기판 또는 유기물 기판을 사용할 수 있다.

[0140] 상기 기판으로는 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 또는, 상기 기판은 가요성 기판일 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET; polyethylene terephthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphtalate), 폴리아릴레이트(PAR; polyarylate), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 또는 이의 임의의 조합과 같이, 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱을 포함할 수 있다.

[0141] [캐소드(110)]

[0142] 상기 기판(100) 상에 배치된 캐소드(110)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 투과형 전극인 캐소드(110)을 형성하기 위하여, 캐소드용 물질로서, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석

(SnO_2), 산화아연(ZnO), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다. 또는, 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 캐소드(110)을 형성하기 위하여, 캐소드용 물질로서, 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다.

[0143] 상기 캐소드(110)은 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 캐소드(110)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있다.

[0144] [전자 수송 영역(120)]

[0145] 상기 캐소드(110)의 상부에는 전자 수송 영역(120)이 배치되어 있다.

[0146] 상기 전자 수송 영역(120)은 i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함하는 단일층으로 이루어진(consist of) 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함하는 다층(multiple layer)을 포함하는 구조를 가질 수 있다.

[0147] 상기 전자 수송 영역(120)은, 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층, 전자 주입층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0148] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역(120)은, 캐소드로부터 차례로 적층된 전자 주입층/전자 수송층, 정공 주입층/전자 수송층/전자 저지층, 전자 주입층/전자 수송층/전자 조절층, 또는 전자 주입층/전자 수송층/버퍼층 등의 구조를 가질 수 있다.

[0149] 상기 전자 수송 영역(120)은 금속 산화물을 포함할 수 있으며, 상기 금속 산화물의 상기 금속은, Zn, Ti, Zr, Sn, W, Ta, Ni, Mo, Cu, Mg, Co, Mn, Y, Al 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 상기 전자 수송 영역은 금속 황화물을 포함할 수 있으며, 예를 들어, CuSCN 등을 포함할 수 있다.

[0150] 상기 전자 수송 영역(120)(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 전자 주입층 또는 전자 수송층)은 하기 화학식 3으로 표시된 제3화합물을 포함할 수 있다:

[0151] <화학식 3>

[0152] M_pO_q

[0153] 상기 화학식 3 중

[0154] M은 Zn, Ti, Zr, Sn, W, Ta, Ni, Mo, Cu 또는 V이고,

[0155] p 및 q는 서로 독립적으로 1 또는 5의 정수 중 하나이다.

[0156] 상기 제3화합물은 하기 화학식 3-1로 표시될 수 있다.

[0157] <화학식 3-1>

[0158] $Zn_{(1-r)}M'_rO$

[0159] 상기 화학식 3-1 중

[0160] M'은 Mg, Co, Ni, Zr, Mn, Sn, Y, Al 또는 이의 임의의 조합이고,

[0161] r는 0보다 크고 0.5와 같거나 그보다 작은 수이다.

[0162] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송 영역(120)은 ZnO 또는 ZnMgO 등을 포함할 수 있다.

[0163] [발광층(130)]

[0164] 상기 발광층(130)은 전술한 양자점 조성물로부터 형성된다.

[0165] 본 명세서 중, 양자점은 반도체 화합물의 결정을 의미하며, 결정의 크기에 따라 다양한 발광 파장의 광을 방출할 수 있는 임의의 물질을 포함할 수 있다.

[0166] 상기 발광층(130) 중 양자점은 II-VI족 반도체 화합물, III-V족 반도체 화합물, III-VI족 반도체 화합물, I-III-VI족 반도체 화합물, IV-VI족 반도체 화합물, IV족 원소 또는 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0167] 상기 II-VI족 반도체 화합물의 예는 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 등과 같은 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe, HgSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, CdHgS, CdHgSe, CdHgTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, MgZnSe, MgZnS 등과 같은 삼원소 화합물; CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.

[0168] 상기 III-V족 반도체 화합물의 예는 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb 등과 같은 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InGaP, InNP, InAlP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb 등과 같은 삼원소 화합물; GaAlNP, GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다. 한편, 상기 III-V족 반도체 화합물은 II족 원소를 더 포함할 수 있다. II족 원소를 더 포함한 III-V족 반도체 화합물의 예는, InZnP, InGaZnP, InAlZnP 등을 포함할 수 있다.

[0169] 상기 III-VI족 반도체 화합물의 예는, GaS, GaSe, Ga_2Se_3, GaTe, InS, InSe, In_2S_3, In_2Se_3, InTe 등과 같은 이원소 화합물; $InGaS_3$, $InGaSe_3$ 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.

[0170] 상기 I-III-VI족 반도체 화합물의 예는, AgInS, $AgInS_2$, CuInS, $CuInS_2$, $CuGaO_2$, $AgGaO_2$, $AgAlO_2$ 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.

[0171] 상기 IV-VI족 반도체 화합물의 예는 SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe 등과 같은 이원소 화합물; SnSeS, SnSeTe, SnSTe, PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe 등과 같은 삼원소 화합물; SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.

[0172] 상기 IV족 원소 또는 화합물은 Si, Ge 등과 같은 단일원소 물질(material); SiC, SiGe 등과 같은 이원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0173] 상기 이원소 화합물, 삼원소 화합물 및 사원소 화합물과 같은 다원소 화합물에 포함된 각각의 원소는 균일한 농도 또는 불균일한 농도로 입자 내에 존재할 수 있다.

[0174] 한편, 상기 양자점은 해당 양자점에 포함된 각각의 원소의 농도가 균일한 단일 구조 또는 코어-쉘의 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 코어에 포함된 물질과 상기 쉘에 포함된 물질은 서로 상이할 수 있다.

[0175] 일 실시예에 따르면, 8상기 코어는 Zn, Te, Se, Cd, In, 및 P 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 코어는 InP, InZnP, ZnSe, ZnTeS, ZnSeTe, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0176] 상기 양자점의 쉘은 상기 코어의 화학적 변성을 방지하여 반도체 특성을 유지하기 위한 보호층 역할 및/또는 양자점에 전기 영동 특성을 부여하기 위한 차징층(charging layer)의 역할을 수행할 수 있다. 상기 쉘은 단층 또는 다중층일 수 있다. 코어와 쉘의 계면은 쉘에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다.

[0177] 상기 양자점의 쉘의 예로는 금속, 준금속 또는 비금속의 산화물, 반도체 화합물 또는 이들의 조합 등을 들 수 있다. 상기 금속, 준금속 또는 비금속의 산화물의 예는 SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, ZnO, MnO, Mn_2O_3, Mn_3O_4, CuO, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4, CoO, Co_3O_4, NiO 등과 같은 이원소 화합물; $MgAl_2O_4$, $CoFe_2O_4$, $NiFe_2O_4$, $CoMn_2O_4$ 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다. 상기 반도체 화합물의 예는, 본 명세서에 기재된 바와 같은, II-VI족 반도체 화합물, III-V족 반도체 화합물, III-VI족 반도체 화합물, I-III-VI족 반도체 화합물, IV-VI족 반도체 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 반도체 화합물은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnSeS, ZnTeS, ZnSeTe, GaAs, GaP, GaSb, HgS, HgSe, HgTe, InAs, InP, InGaP, InSb, AlAs, AlP, AlSb, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0178] 일 실시예에 따르면, 상기 쉘은 상기 코어와 상이한 조성을 갖고, ZnS, ZnSe, ZnSeS, ZnTeS, ZnSeTe, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0179] 양자점은 약 45nm 이하, 약 40nm 이하, 또는 약 30nm 이하의 발광 파장 스펙트럼의 반치폭(full width of half maximum, FWHM)을 가질 수 있으며, 이 범위에서 색순도나 색재현성을 향상시킬 수 있다. 또한 이러한 양자점을 통해 발광되는 광은 전 방향으로 방출되는바, 광 시야각이 향상될 수 있다.

[0180] 일 구현예에 따르면, 상기 양자점의 직경은 약 1nm 내지 약 20nm일 수 있다. 양자점이 상술한 바와 같은 평균 입경 범위를 만족할 경우, 양자점으로서의 특징적인 거동을 할 수 있을 뿐 아니라, 조성물 중 우수한 분산성을 가질 수 있다. 또한, 상기 양자점의 형태는 구체적으로 구형, 피라미드형, 다중 가지형(multi-arm), 또는 입방체(cubic)의 나노 입자, 나노 튜브, 나노와이어, 나노 섬유, 나노 판상 입자 등의 형태일 수 있다.

[0181] 상기 양자점의 크기를 조절함으로써, 에너지 밴드 갭의 조절이 가능하므로, 양자점 발광층에서 다양한 파장대의 빛을 얻을 수 있다. 따라서 서로 다른 크기의 양자점을 사용함으로써, 여러 파장의 빛을 방출하는 발광 소자를 구현할 수 있다. 구체적으로, 상기 양자점의 크기는 적색, 녹색 및/또는 청색광이 방출되도록 선택될 수 있다. 또한, 상기 양자점의 크기는 다양한 색의 빛이 결합되어, 백색광을 방출하도록 구성될 수 있다.

[0182] 상기 양자점은 습식 화학 공정, 유기 금속 화학 증착 공정, 분자선 에피택시 공정 또는 이와 유사한 공정 등에 의해 합성될 수 있다.

[0183] 상기 습식 화학 공정은 유기 용매와 전구체 물질을 혼합한 후 양자점 입자 결정을 성장시키는 방법이다. 상기 결정이 성장할 때, 유기 용매가 자연스럽게 양자점 결정 표면에 배위된 분산제 역할을 하고, 상기 결정의 성장을 조절하기 때문에, 유기 금속 화학 증착(MOCVD, Metal Organic Chemical Vapor Deposition)이나 분자선 에피택시(MBE, Molecular Beam Epitaxy) 등의 기상 증착법보다 더 용이하고, 저비용의 공정을 통해, 양자점 입자의 성장을 제어할 수 있다.

[0184] 상기 발광층(130)은 양자점들의 모노레이어를 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(130)은 양자점들의 모노레이어를 2 내지 20층 포함할 수 있다.

[0185] 상기 발광층(130)의 두께는 약 5 nm 내지 200 nm, 10 nm 내지 150 nm, 예를 들어 10 nm 내지 100 nm일 수 있다.

[0186] 상기 발광층(130)은 전술한 구현예에 따른 양자점 조성물을 사용하여 형성된다. 상기 발광층(130)은 예를 들어 상기 양자점 조성물을 잉크젯 공정을 사용하여 형성할 수 있다. 상기 양자점 조성물로부터 형성된 상기 발광층(130)은 경화도가 개선되어 상기 발광층(130) 상에 용액 공정에 의하여 정공 수송 영역이 형성되는 경우 발생할 수 있는 용매에 의한 상기 발광층(130)의 용해 현상이 방지 또는 최소화되어 발광 소자의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0187] [정공수송영역(140)]

[0188] 상기 정공 수송 영역(140)은, i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함하는 단일층으로 이루어진(consist of) 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함하는 다층(multiple layer)을 포함하는 구조를 가질 수 있다.

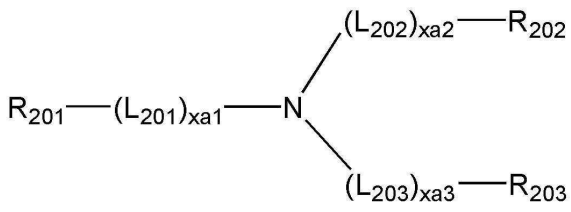
[0189] 상기 정공 수송 영역(140)은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0190] 상기 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층 및/또는 전자 저지층은 본 발명의 일 구현예에 따른 발광 소자용 잉크 조성물로 제조될 수 있다. (이상없음)

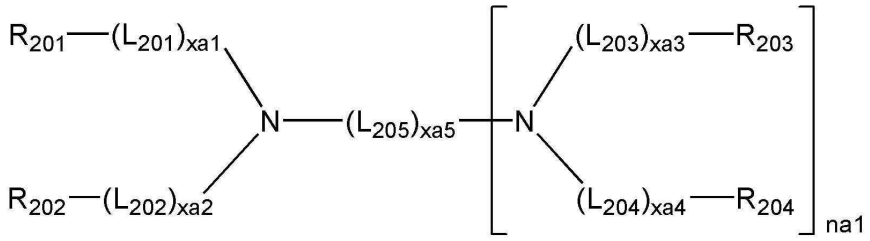
[0191] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역(140)은, 캐소드(110)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/발광 보조층, 정공 주입층/발광 보조층, 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 다층 구조를 가질 수 있다.

[0192] 상기 정공 수송 영역(140)은, 하기 화학식 201로 표시되는 화합물, 하기 화학식 202로 표시되는 화합물, 또는 이의 임의의 조합(any combination thereof)을 포함할 수 있다:

[0193] <화학식 201>

[0194] 

[0195] <화학식 202>



[0196]

[0197] 상기 화학식 201 및 202 중,

[0198] L_{201} 내지 L_{204}는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0199] L_{205}은, *-O-*', *-S-*', *-N(Q_{201})-*', 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{20}알킬렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{20}알케닐렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0200] xa1 내지 xa4는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0201] xa5는 1 내지 10의 정수 중 하나이고,

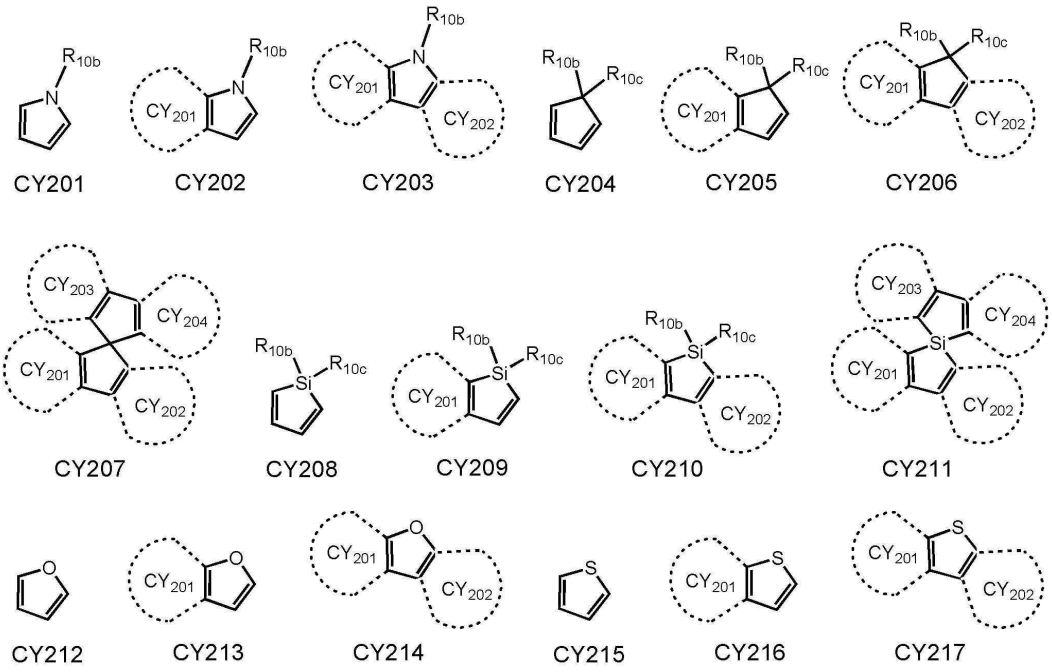
[0202] R_{201} 내지 R_{204} 및 Q_{201}은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0203] R_{201}과 R_{202}는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_5알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_5알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_8-C_{60} 폴리시클릭 그룹(예를 들면, 카바졸 그룹 등)을 형성할 수 있고,

[0204] R_{203}과 R_{204}는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_5알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_5알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_8-C_{60} 폴리시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0205] na1은 1 내지 4의 정수 중 하나일 수 있다.

[0206] 예를 들어, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 하기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:

[0207] 

[0209] 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중, R_{10b} 및 R_{10c}에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_{10a}에 대한 설명을 참조하고, 고리 CY_{201} 내지 고리 CY_{204}는 서로 독립적으로, C_3-C_{20}카보시클릭 그룹, 또는 C_1-C_{20}헤테로시클릭 그룹이고, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 적어도 하나의 수소는 본 명세서에 기재된 바와 같은 R_{10a}로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0210] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 고리 CY_{201} 내지 고리 CY_{204}는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 페난트렌 그룹, 또는 안트라센 그룹일 수 있다.

[0212] *418다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0213] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나 및 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 각각 포함할 수 있다.

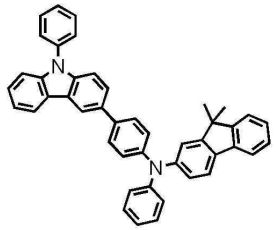
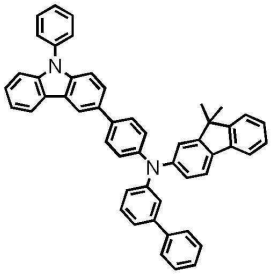
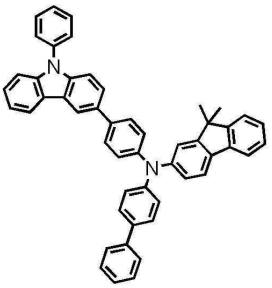
[0214] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 중 xa1은 1이고, R_{201}은 상기 화학식 CY201 내지 CY203 중 하나로 표시된 그룹이고, xa2는 0이고, R_{202}는 상기 화학식 CY204 내지 CY207 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다.

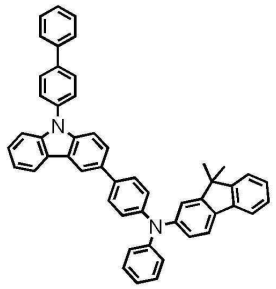
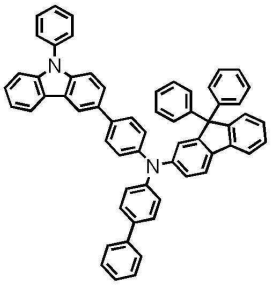
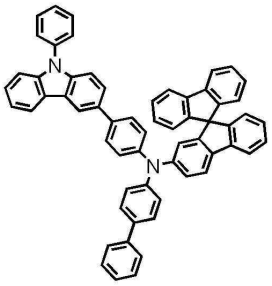
[0215] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

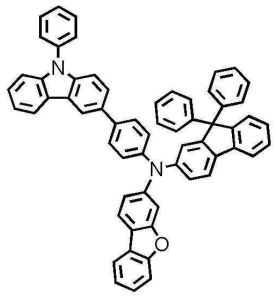
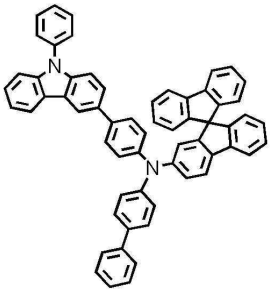
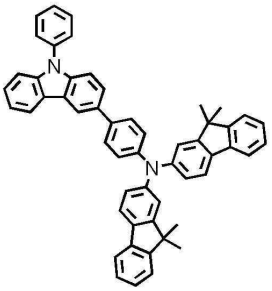
[0216] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함하고, 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

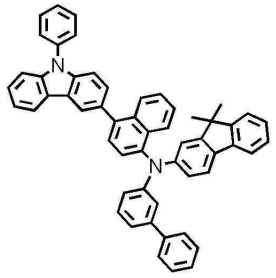
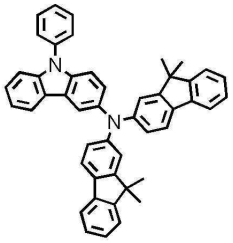
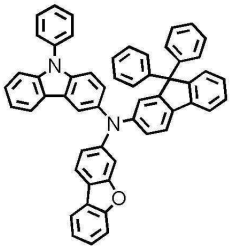
[0217] 또 다른 예로서, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은 하기 화합물 HT1 내지 HT46 중 하나, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD), β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine (4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠술폰산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트))), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캠퍼술폰산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트)), 또는 이의 임의의 조합을 포

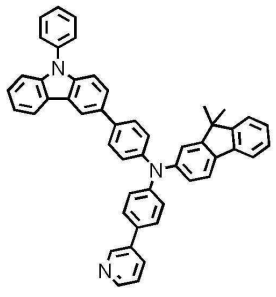
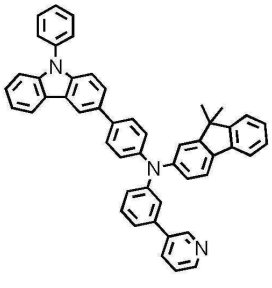
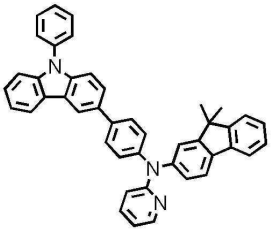
함할 수 있다:

[0218]  HT1  HT2  HT3

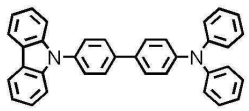
[0219]  HT4  HT5  HT6

[0220]  HT7  HT8  HT9

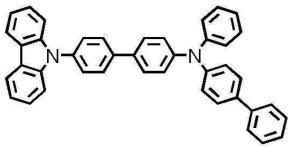
[0221]  HT10  HT11  HT12

[0222]  HT13  HT14  HT15

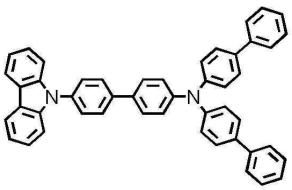
[0223]



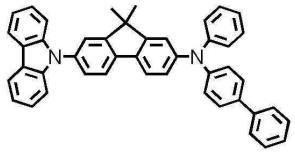
HT16



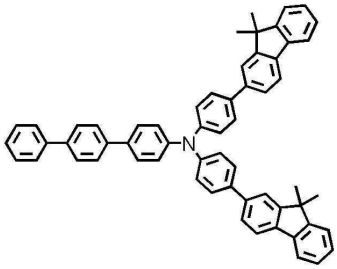
HT17



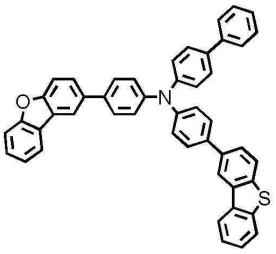
HT18



HT19

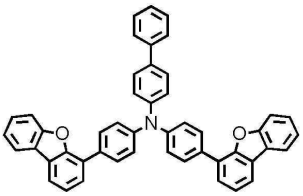


HT20

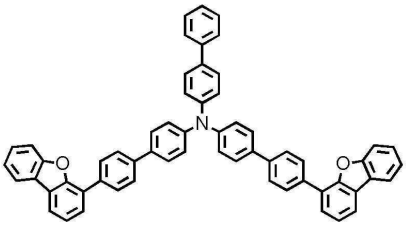


HT21

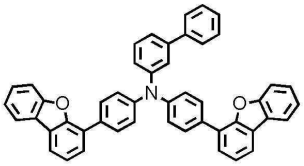
[0224]



HT22

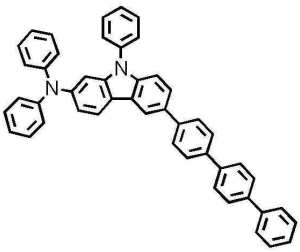


HT23

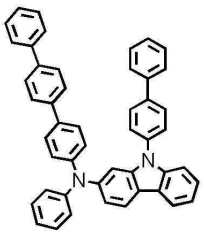


HT24

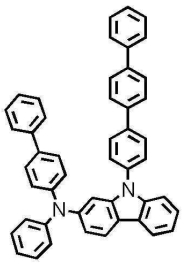
[0225]



HT25

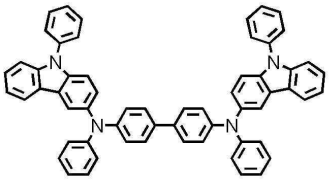


HT26

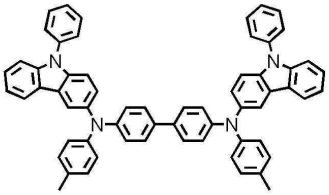


HT27

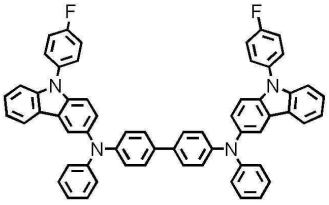
[0226]



HT28

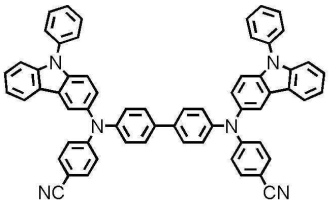


HT29

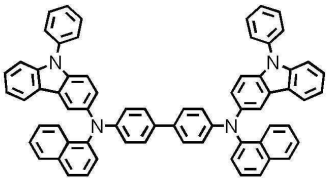


HT30

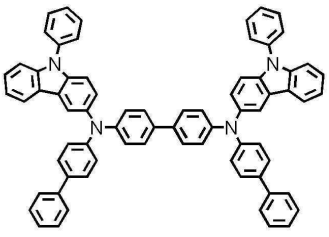
[0227]



HT31

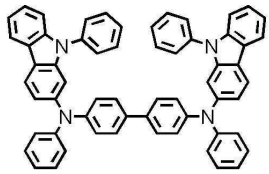


HT32

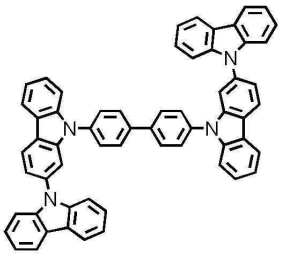


HT33

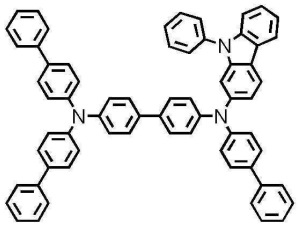
[0228]



HT34

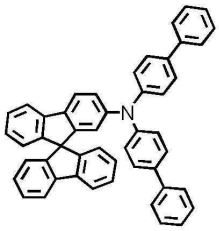


HT35

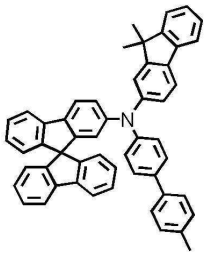


HT36

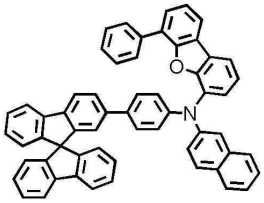
[0229]



HT37

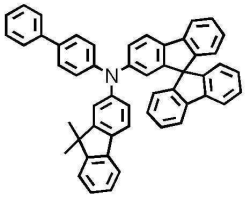


HT38

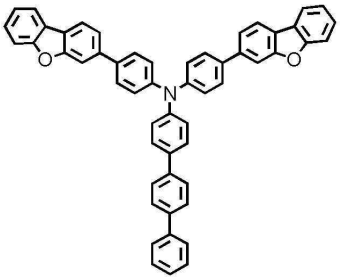


HT39

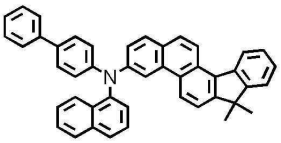
[0230]



HT40

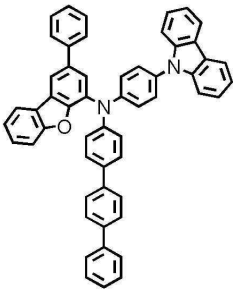


HT41

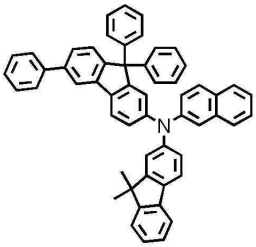


HT42

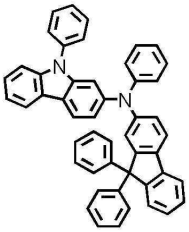
[0231]



HT43

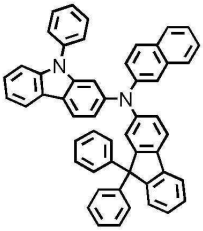


HT44

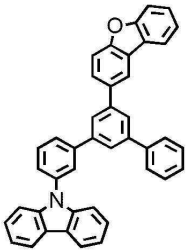


HT45

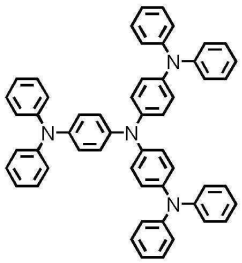
[0232]

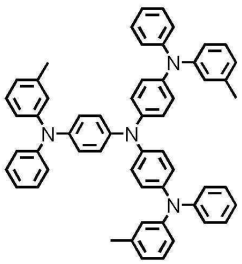


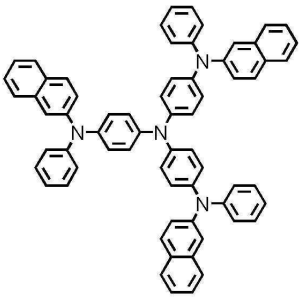
HT46

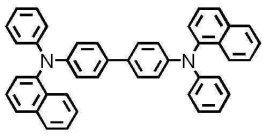


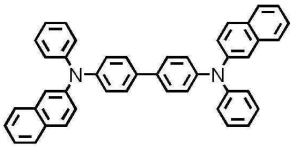
HT47

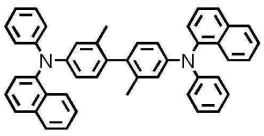
[0233] 
TDATA

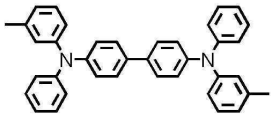

m-TDATA

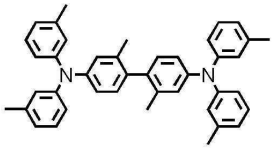

2-TNATA

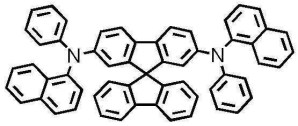
[0234] 
NPB

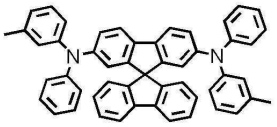

β-NPB

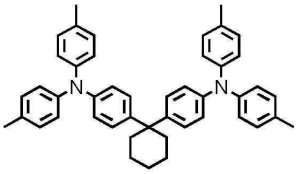

methylated-NPB

[0235] 
TPD


HMTPD

[0236] 
spiro-NPB


spiro-TPD


TAPC

[0237] 상기 정공 수송 영역(140)의 두께는 약 50Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 4000Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역(140)이 정공 주입층, 정공 수송층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 경우, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 9000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0238] 상기 발광 보조층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시키는 역할을 하는 층이고, 상기 전자 저지층은 발광층으로부터 정공 수송 영역으로부터의 전자 유출을 방지하는 역할을 하는 층이다. 상술한 정공 수송 영역(140)에 포함될 수 있는 물질이 발광 보조층 및 전자 저지층에 포함될 수 있다.

[0239] [p- 도펀트]

[0240] 상기 정공 수송 영역(140)은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산(예를 들면, 전하-생성 물질로 이루어진(consist of) 단일층 형태)되어 있을 수 있다.

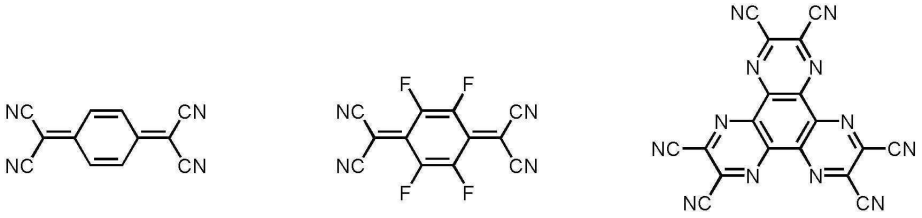
[0241] 상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다.

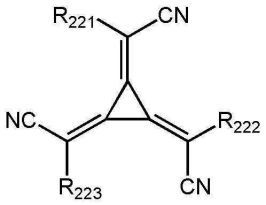
[0242] 예를 들어, 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지 레벨은 -3.5eV 이하일 수 있다.

[0243] 일 구현예에 따르면, 상기 p-도펀트는, 퀴논 유도체, 시아노기-함유 화합물, 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0244] 상기 퀴논 유도체의 예는, TCNQ, F4-TCNQ 등을 포함할 수 있다.

[0245] 상기 시아노기-함유 화합물의 예는 HAT-CN, 하기 화학식 221로 표시된 화합물 등을 포함할 수 있다.

[0246] 

[0247] 

[0248] <화학식 221>

[0249] 상기 화학식 221 중,

[0250] R_{221} 내지 R_{223}은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0251] 상기 R_{221} 내지 R_{223} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 시아노기; -F; -Cl; -Br; -I; 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된 C_1-C_{20}알킬기; 또는 이의 임의의 조합;으로 치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0252] 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물 중, 원소 EL1은 금속, 준금속, 또는 이의 조합이고, 원소 EL2는 비금속, 준금속, 또는 이의 조합일 수 있다.

[0253] 상기 금속의 예는, 알칼리 금속(예를 들면, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs) 등); 알칼리 토금속(예를 들면, 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba) 등); 전이 금속(예를 들면, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 바나듐(V), 니오브(Nb), 탄탈(Ta), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 망간(Mn), 테크네튬(Tc), 레늄(Re), 철(Fe), 루테늄(Ru), 오스뮴(Os), 코발트(Co), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 등); 전이후 금속(예를 들면, 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn) 등); 란타나이드 금속(예를 들면, 란타넘(La), 세륨(Ce), 프라세오디뮴(Pr), 네오디뮴(Nd), 프로메튬(Pm), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 가돌리늄(Gd), 터븀(Tb), 디스프로슘(Dy), 홀뮴(Ho), 어븀(Er), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb), 루테튬(Lu) 등); 등을 포함할 수 있다.

[0254] 상기 준금속의 예는, 실리콘(Si), 안티모니(Sb), 텔루륨(Te) 등을 포함할 수 있다.

[0255] 상기 비금속의 예는, 산소(O), 할로겐(예를 들면, F, Cl, Br, I 등) 등을 포함할 수 있다.

[0256] 예를 들어, 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물은, 금속 산화물, 금속 할로겐화물(예를 들면, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 브롬화물, 금속 요오드화물 등), 준금속 할로겐화물(예를 들면, 준금속 불화물, 준금속 염화물, 준금속 브롬화물, 준금속 요오드화물 등), 금속 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0257] 상기 금속 산화물의 예는, 텅스텐 옥사이드(예를 들면, WO, W_2O_3, WO_2, WO_3, W_2O_5 등), 바나듐 옥사이드(예를 들면, VO, V_2O_3, VO_2, V_2O_5 등), 몰리브덴 옥사이드(MoO, Mo_2O_3, MoO_2, MoO_3, Mo_2O_5 등), 레늄 옥사이드(예를 들면, ReO_3 등) 등을 포함할 수 있다.

[0258] 상기 금속 할로겐화물의 예는, 알칼리 금속 할로겐화물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 전이 금속 할로겐화물, 전이후 금속 할로겐화물, 란타나이드 금속 할로겐화물 등을 포함할 수 있다.

[0259] 상기 알칼리 금속 할로겐화물의 예는, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, LiBr, NaBr,

KBr, RbBr, CsBr, LiI, NaI, KI, RbI, CsI 등을 포함할 수 있다.

[0260] 상기 알칼리 토금속 할로겐화물의 예는, BeF_2, MgF_2, CaF_2, SrF_2, BaF_2, $BeCl_2$, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$, $BeBr_2$, $MgBr_2$, $CaBr_2$, $SrBr_2$, $BaBr_2$, BeI_2, MgI_2, CaI_2, SrI_2, BaI_2 등을 포함할 수 있다.

[0261] 상기 전이 금속 할로겐화물의 예는, 티타늄 할로겐화물(예를 들면, TiF_4, $TiCl_4$, $TiBr_4$, TiI_4 등), 지르코늄 할로겐화물(예를 들면, ZrF_4, $ZrCl_4$, $ZrBr_4$, ZrI_4 등), 하프늄 할로겐화물(예를 들면, HfF_4, $HfCl_4$, $HfBr_4$, HfI_4 등), 바나듐 할로겐화물(예를 들면, VF_3, VCl_3, VBr_3, VI_3 등), 니오브 할로겐화물(예를 들면, NbF_3, $NbCl_3$, $NbBr_3$, NbI_3 등), 탄탈 할로겐화물(예를 들면, TaF_3, $TaCl_3$, $TaBr_3$, TaI_3 등), 크롬 할로겐화물(예를 들면, CrF_3, $CrCl_3$, $CrBr_3$, CrI_3 등), 몰리브덴 할로겐화물(예를 들면, MoF_3, $MoCl_3$, $MoBr_3$, MoI_3 등), 텅스텐 할로겐화물(예를 들면, WF_3, WCl_3, WBr_3, WI_3 등), 망간 할로겐화물(예를 들면, MnF_2, $MnCl_2$, $MnBr_2$, MnI_2 등), 테크네튬 할로겐화물(예를 들면, TcF_2, $TcCl_2$, $TcBr_2$, TcI_2 등), 레늄 할로겐화물(예를 들면, ReF_2, $ReCl_2$, $ReBr_2$, ReI_2 등), 철 할로겐화물(예를 들면, FeF_2, $FeCl_2$, $FeBr_2$, FeI_2 등), 루테늄 할로겐화물(예를 들면, RuF_2, $RuCl_2$, $RuBr_2$, RuI_2 등), 오스뮴 할로겐화물(예를 들면, OsF_2, $OsCl_2$, $OsBr_2$, OsI_2 등), 코발트 할로겐화물(예를 들면, CoF_2, $CoCl_2$, $CoBr_2$, CoI_2 등), 로듐 할로겐화물(예를 들면, RhF_2, $RhCl_2$, $RhBr_2$, RhI_2 등), 이리듐 할로겐화물(예를 들면, IrF_2, $IrCl_2$, $IrBr_2$, IrI_2 등), 니켈 할로겐화물(예를 들면, NiF_2, $NiCl_2$, $NiBr_2$, NiI_2 등), 팔라듐 할로겐화물(예를 들면, PdF_2, $PdCl_2$, $PdBr_2$, PdI_2 등), 백금 할로겐화물(예를 들면, PtF_2, $PtCl_2$, $PtBr_2$, PtI_2 등), 구리 할로겐화물(예를 들면, CuF, CuCl, CuBr, CuI 등), 은 할로겐화물(예를 들면, AgF, AgCl, AgBr, AgI 등), 금 할로겐화물(예를 들면, AuF, AuCl, AuBr, AuI 등) 등을 포함할 수 있다.

[0262] 상기 전이후 금속 할로겐화물의 예는, 아연 할로겐화물(예를 들면, ZnF_2, $ZnCl_2$, $ZnBr_2$, ZnI_2 등), 인듐 할로겐화물(예를 들면, InI_3 등), 주석 할로겐화물(예를 들면, SnI_2 등), 등을 포함할 수 있다.

[0263] 상기 란타나이드 금속 할로겐화물의 예는, YbF, YbF_2, YbF_3, SmF_3, YbCl, $YbCl_2$, $YbCl_3$ $SmCl_3$, YbBr, $YbBr_2$, $YbBr_3$ $SmBr_3$, YbI, YbI_2, YbI_3, SmI_3 등을 포함할 수 있다.

[0264] 상기 준금속 할로겐화물의 예는, 안티모니 할로겐화물(예를 들면, $SbCl_5$ 등) 등을 포함할 수 있다.

[0265] 상기 금속 텔루라이드의 예는, 알칼리 금속 텔루라이드(예를 들면, Li_2Te, Na_2Te, K_2Te, Rb_2Te, Cs_2Te 등), 알칼리 토금속 텔루라이드(예를 들면, BeTe, MgTe, CaTe, SrTe, BaTe 등), 전이 금속 텔루라이드(예를 들면, $TiTe_2$, $ZrTe_2$, $HfTe_2$, V_2Te_3, Nb_2Te_3, Ta_2Te_3, Cr_2Te_3, Mo_2Te_3, W_2Te_3, MnTe, TcTe, ReTe, FeTe, RuTe, OsTe, CoTe, RhTe, IrTe, NiTe, PdTe, PtTe, Cu_2Te, CuTe, Ag_2Te, AgTe, Au_2Te 등), 전이후 금속 텔루라이드(예를 들면, ZnTe 등), 란타나이드 금속 텔루라이드 (예를 들면, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe 등) 등을 포함할 수 있다.

[0266] [애노드(150)]

[0267] 상기 정공 수송 영역(140)의 상부에는 애노드(150)가 배치되어 있다.

[0268] 상기 애노드(150)는 리튬(Li), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 이터븀(Yb), 은-이터븀(Ag-Yb), ITO, IZO, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 애노드(150)는 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다.

[0269] 상기 애노드(150)는 단일층의 구조 또는 다층의 구조를 가질 수 있다.

[0270] [캡핑층]

[0271] 캐소드(110)의 외측에 제1캡핑층이 배치되거나, 및/또는 애노드(150)의 외측에 제2캡핑층이 배치될 수 있다. 구체적으로, 상기 발광 소자(10)는 제1캡핑층, 캐소드(110), 발광층(130) 및 애노드(150)이 차례로 적층된 구조, 캐소드(110), 발광층(130), 애노드(150) 및 제2캡핑층이 차례로 적층된 구조 또는 제1캡핑층, 캐소드(110), 발광층(130), 애노드(150) 및 제2캡핑층이 차례로 적층된 구조를 가질 수 있다.

[0272] 발광 소자(10)의 발광층(130) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 캐소드(110) 및 제1캡핑층을 지나 외부로 취출될 수 있고, 발광 소자(10)의 발광층(130) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 애노드(150) 및 제2캡핑층을 지나 외부로 취출될 수 있다.

[0273] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층은 보강 간섭의 원리에 의하여 외부 발광 효율을 향상시키는 역할을 할 수 있다. 이로써, 상기 발광 소자(10)의 광추출 효율이 증가되어, 상기 발광 소자(10)의 발광 효율이 향상될 수 있다.

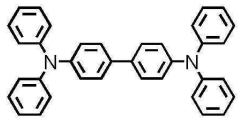
[0274] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 각각은, 1.6 이상의 굴절율(at 589nm)을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

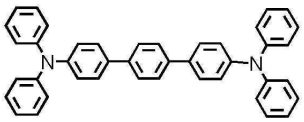
[0275] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층은 서로 독립적으로, 유기물을 포함한 유기 캡핑층, 무기물을 포함한 무기 캡핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 유-무기 복합 캡핑층일 수 있다.

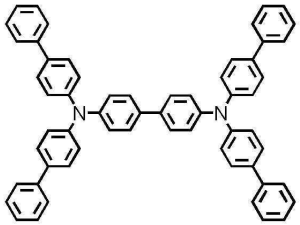
[0276] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민 그룹-함유 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민 그룹-함유 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br, I, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민 그룹-함유 화합물을 포함할 수 있다.

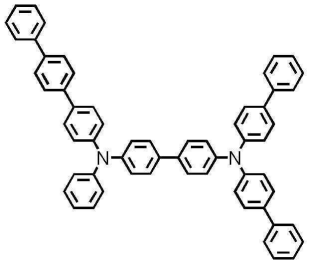
[0277] 예를 들어, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시된 화합물, 상기 화학식 202로 표시된 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

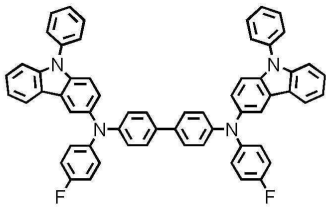
[0278] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT28 내지 HT33 중 하나, 하기 화합물 CP1 내지 CP6 중 하나, β-NPB 또는 이의 임의의 화합물을 포함할 수 있다:

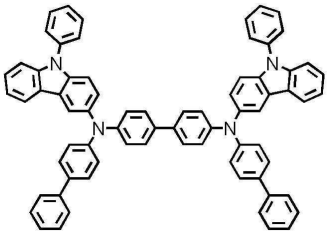
[0279] 
CP1

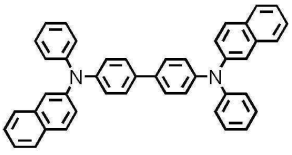

CP2


CP3

[0280] 
CP4


CP5


CP6

[0281] 
β-NPB

[0282] [탠덤 소자]

[0283] 다른 일 구현예에 따른 발광 소자는

[0284] 기판;

[0285] 상기 기판 상에 배치된 캐소드;

[0286] 상기 캐소드에 대향된 애노드;

[0287] 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치된 m개의 발광 유닛들; 및

[0288] 상기 m개의 발광 유닛들 중 서로 인접한 2개의 발광 유닛들 사이에 배치되고, n형 전하 생성층 및 p형 전하 생성층을 포함한, m-1개의 전하 생성층(charge generation layer)을 포함할 수 있다.

[0289] 상기 m개의 발광 유닛은 상기 캐소드로부터 순서대로 배치된 전자 수송 영역, 발광층 및 정공 수송 영역을 포함할 수 있다. 상기 전자 수송 영역, 상기 발광층 및 상기 정공 수송 영역은 전술한 바를 참조한다.

[0290] 상기 m은 2 이상의 정수이다.

[0291] 예를 들어, m이 2인 경우, 캐소드, 제1발광 유닛, 제1전하 생성 유닛 및 제2발광 유닛이 차례로 배치될 수 있다. 이때, 상기 제1발광 유닛은 제1색광을 방출하고, 상기 제2발광 유닛은 제2색광을 방출하고, 상기 제1색광의 최대 발광 파장 및 상기 제2색광의 최대 발광 파장이 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0292] 다른 예로서, m이 3인 경우, 캐소드, 제1발광 유닛, 제1전하 생성 유닛, 제2발광 유닛, 제2전하 생성 유닛 및 제3발광 유닛이 차례로 배치될 수 있다. 이때, 상기 제1발광 유닛은 제1색광을 방출하고, 상기 제2발광 유닛은 제2색광을 방출하고, 상기 제3발광 유닛은 제3색광을 방출하고, 상기 제1색광의 최대 발광 파장, 상기 제2색광의 최대 발광 파장 및 상기 제3색광의 최대 발광 파장이 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0293] 다른 예로서, m이 4인 경우, 캐소드, 제1발광 유닛, 제1전하 생성 유닛, 제2발광 유닛, 제2전하 생성 유닛, 제3발광 유닛, 제3전하 생성 유닛 및 제4발광 유닛이 차례로 배치될 수 있다. 이때, 상기 제1발광 유닛은 제1색광을 방출하고, 상기 제2발광 유닛은 제2색광을 방출하고, 상기 제3발광 유닛은 제3색광을 방출하고, 상기 제4발광 유닛은 제4색광을 방출하고, 상기 제1색광의 최대 발광 파장, 상기 제2색광의 최대 발광 파장, 상기 제3색광의 최대 발광 파장 및 상기 제4색광의 최대 발광 파장이 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0294] [전자 장치]

[0295] 상기 발광 소자는 각종 전자 장치에 포함될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자를 포함한 전자 장치는, 발광 장치, 인증 장치 등일 수 있다.

[0296] 상기 전자 장치(예를 들면, 발광 장치)는, 상기 발광 소자 외에, i) 컬러 필터, ii) 색변환층, 또는 iii) 컬러 필터 및 색변환층을 더 포함할 수 있다. 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층은 발광 소자로부터 방출되는 광의 적어도 하나의 진행 방향 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자로부터 방출되는 광은 청색광 또는 백색광일 수 있다. 상기 발광 소자에 대한 설명은 상술한 바를 참조한다. 일 구현예에 따르면, 상기 색변환층은 양자점을 포함할 수 있다. 상기 양자점은 예를 들어, 본 명세서에 기재된 바와 같은 양자점일 수 있다.

[0297] 상기 전자 장치는 제1기판을 포함할 수 있다. 상기 제1기판은 복수의 부화소 영역을 포함하고, 상기 컬러 필터는 상기 복수의 부화소 영역 각각에 대응하는 복수의 컬러 필터 영역을 포함하고, 상기 색변환층은 상기 복수의 부화소 영역 각각에 대응하는 복수의 색변환 영역을 포함할 수 있다.

[0298] 상기 복수의 부화소 영역 사이에 화소 정의막이 배치되어 각각의 부화소 영역이 정의된다.

[0299] 상기 컬러 필터는 복수의 컬러 필터 영역 및 복수의 컬러 필터 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있고, 상기 색변환층은 복수의 색변환 영역 및 복수의 색변환 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있다.

[0300] 상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은, 제1색광을 방출하는 제1영역; 제2색광을 방출하는 제2영역; 및/또는 제3색광을 방출하는 제3영역을 포함하고, 상기 제1색광, 상기 제2색광 및/또는 상기 제3색광은 서로 상이한 최대 발광 파장을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1색광은 적색광이고, 상기 제2색광은 녹색광이고, 상기 제3색광은 청색광일 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은 양자점을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 제1영역은 적색 양자점을 포함하고, 상기 제2영역은 녹색 양자점을 포함하고, 상기 제3영역은 양자점을 포함하지 않을 수 있다. 양자점에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다. 상기 제1영역, 상기 제2영역 및/또는 상기 제3영역은 각각 산란체를 더 포함할 수 있다.

[0301] 예를 들어, 상기 발광 소자는 제1광을 방출하고, 상기 제1영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제1-1색광을 방출하고, 상기 제2영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제2-1색광을 방출하고, 상기 제3영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제3-1색광을 방출할 수 있다. 이 때, 상기 제1-1색광, 상기 제2-1색광 및 상기 제3-1색광은 서로 상이한

최대 발광 파장을 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1광은 청색광일 수 있고, 상기 제1-1색광은 적색광일 수 있고, 상기 제2-1색광은 녹색광일 수 있고, 상기 제3-1색광은 청색광일 수 있다.

[0302] 상기 전자 장치는, 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 박막 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터는 소스 전극, 드레인 전극 및 활성층을 포함할 수 있고, 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 어느 하나와 상기 발광 소자의 캐소드 및 제2전극 중 어느 하나는 전기적으로 연결될 수 있다.

[0303] 상기 박막 트랜지스터는 게이트 전극, 게이트 절연막 등을 더 포함할 수 있다.

[0304] 상기 활성층은 결정질 실리콘, 비정질 실리콘, 유기 반도체, 산화물 반도체 등을 포함할 수 있다.

[0305] 상기 전자 장치는 발광 소자를 밀봉하는 밀봉부를 더 포함할 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층과 상기 발광 소자 사이에 배치될 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 발광 소자로부터의 광이 외부로 취출될 수 있도록 하면서, 동시에 상기 발광 소자로 외기 및 수분이 침투하는 것을 차단한다. 상기 밀봉부는 투명한 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 포함하는 밀봉 기판일 수 있다. 상기 밀봉부는 유기층 및/또는 무기층을 1층 이상 포함하는 박막 봉지층일 수 있다. 상기 밀봉부가 박막 봉지층일 경우, 상기 전자 장치는 플렉시블할 수 있다.

[0306] 상기 밀봉부 상에는, 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층 외에, 상기 전자 장치의 용도에 따라 다양한 기능층이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기능층은 터치스크린층, 편광층 등을 포함할 수 있다. 상기 터치스크린층은, 감압식 터치스크린층, 정전식 터치스크린층 또는 적외선식 터치스크린층일 수 있다.

[0307] 상기 인증 장치는 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 생체 정보 수집 수단을 더 포함할 수 있다. 상기 인증 장치는, 예를 들면, 생체(예를 들어, 손가락 끝, 눈동자 등)의 생체 정보를 이용하여 개인을 인증하는 생체 인증 장치일 수 있다.

[0308] 상기 전자 장치는 각종 디스플레이, 광원, 조명, 퍼스널 컴퓨터(예를 들면, 모바일형 퍼스널 컴퓨터), 휴대 전화, 디지털 사진기, 전자 수첩, 전자 사전, 전자 게임기, 의료 기기(예를 들면, 전자 체온계, 혈압계, 혈당계, 맥박 계측 장치, 맥파 계측 장치, 심전표시 장치, 초음파 진단 장치, 내시경용 표시 장치), 어군 탐지기, 각종 측정 기기, 계기류(예를 들면, 차량, 항공기, 선박의 계기류), 프로젝터 등으로 응용될 수 있다.

[0309] [도 3 및 4에 대한 설명]

[0310] 도 3은 본 발명의 일 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.

[0311] 도 3의 발광 장치는 기판(100), 박막 트랜지스터(TFT), 발광 소자 및 발광 소자를 밀봉하는 봉지부(300)를 포함한다.

[0312] 상기 기판(100)은 가요성 기판, 유리 기판, 또는 금속 기판일 수 있다. 상기 기판(100) 상에는 버퍼층(210)이 배치될 수 있다. 상기 버퍼층(210)은 기판(100)을 통한 불순물의 침투를 방지하며 기판(100) 상부에 평탄한 면을 제공하는 역할을 할 수 있다.

[0313] 상기 버퍼층(210) 상에는 박막 트랜지스터(TFT)가 배치될 수 있다. 상기 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(220), 게이트 전극(240), 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)을 포함할 수 있다.

[0314] 상기 활성층(220)은 실리콘 또는 폴리 실리콘과 같은 무기 반도체, 유기 반도체 또는 산화물 반도체를 포함할 수 있으며, 소스 영역, 드레인 영역 및 채널 영역을 포함한다.

[0315] 상기 활성층(220)의 상부에는 활성층(220)과 게이트 전극(240)을 절연하기 위한 게이트 절연막(230)이 배치될 수 있고, 게이트 절연막(230) 상부에는 게이트 전극(240)이 배치될 수 있다.

[0316] 상기 게이트 전극(240)의 상부에는 층간 절연막(250)이 배치될 수 있다. 상기 층간 절연막(250)은 게이트 전극(240)과 소스 전극(260) 사이 및 게이트 전극(240)과 드레인 전극(270) 사이에 배치되어 이들을 절연하는 역할을 한다.

[0317] 상기 층간 절연막(250) 상에는 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다. 층간 절연막(250) 및 게이트 절연막(230)은 활성층(220)의 소스 영역 및 드레인 영역이 노출하도록 형성될 수 있고, 이러한 활성층(220)의 노출된 소스 영역 및 드레인 영역과 접하도록 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다.

[0318] 이와 같은 박막 트랜지스터(TFT)는 발광 소자에 전기적으로 연결되어 발광 소자를 구동시킬 수 있으며, 패시베이션층(280)으로 덮여 보호된다. 패시베이션층(280)은 무기 절연막, 유기 절연막, 또는 이의 조합을 포함할 수

있다. 패시베이션층(280) 상에는 발광 소자가 구비된다. 상기 발광 소자는 제1전극(110), 발광층(130) 및 제2전극(150)을 포함한다.

[0319] 상기 제1전극(110)은 패시베이션층(280) 상에 배치될 수 있다. 패시베이션층(280)은 드레인 전극(270)의 전체를 덮지 않고 소정의 영역을 노출하도록 배치될 수 있고, 노출된 드레인 전극(270)과 연결되도록 제1전극(110)이 배치될 수 있다.

[0320] 상기 제1전극(110) 상에 절연물을 포함한 화소 정의막(290)이 배치될 수 있다. 화소 정의막(290)은 제1전극(110)의 소정 영역을 노출하며, 노출된 영역에 발광층(130)이 형성될 수 있다. 화소 정의막(290)은 폴리이미드 또는 폴리아크릴 계열의 유기막일 수 있다. 도 2에 미도시되어 있으나, 발광층(130) 중 일부 이상의 층은 화소 정의막(290) 상부에까지 연장되어 공통층의 형태로 배치될 수 있다.

[0321] 상기 발광층(130) 상에는 제2전극(150)이 배치되고, 제2전극(150) 상에는 캡핑층(170)이 추가로 형성될 수 있다. 캡핑층(170)은 제2전극(150)을 덮도록 형성될 수 있다.

[0322] 상기 캡핑층(170) 상에는 봉지부(300)가 배치될 수 있다. 봉지부(300)는 발광 소자 상에 배치되어 수분이나 산소로부터 발광 소자를 보호하는 역할을 할 수 있다. 봉지부(300)는 실리콘 질화물(SiNx), 실리콘 산화물(SiOx), 인듐주석산화물, 인듐아연산화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 무기막, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 헥사메틸디실록산, 아크릴계 수지(예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴산 등), 에폭시계 수지(예를 들면, AGE(aliphatic glycidyl ether) 등) 또는 이의 임의의 조합을 포함한 유기막, 또는 무기막과 유기막의 조합을 포함할 수 있다.

[0323] 도 4는 본 발명의 다른 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.

[0324] 도 4의 발광 장치는, 봉지부(300) 상부에 차광 패턴(500) 및 기능성 영역(400)이 추가로 배치되어 있다는 점을 제외하고는, 도 2의 발광 장치와 동일한 발광 장치이다. 상기 기능성 영역(400)은, i) 컬러 필터 영역, ii) 색변환 영역, 또는 iii) 컬러 필터 영역와 색변환 영역의 조합일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 도 3의 발광 장치에 포함된 발광 소자는 탠덤 발광 소자일 수 있다.

[0325] [제조 방법]

[0326] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.

[0327] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500℃의 증착 온도, 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.

[0328] [용어의 정의]

[0329] 본 명세서 중 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹은 고리-형성 원자로서 탄소로만 이루어진 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹은, 탄소 외에, 고리-형성 원자로서 헤테로 원자를 더 포함한 탄소수 1 내지 60의 시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹 각각은, 1개의 고리로 이루어진 모노시클릭 그룹 또는 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있는 폴리시클릭 그룹일 수 있다. 예를 들어, 상기 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 고리-형성 원자수는 3 내지 61개일 수 있다.

[0330] 본 명세서 중 시클릭 그룹은 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹 모두를 포함한다.

[0331] 본 명세서 중 ð 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹(ð electron-rich C_3-C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*'를 비포함한 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, ð 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹(ð electron-deficient nitrogen-containing C_1-C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*'를 포함한 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클릭 그룹을 의미한다.

[0332] 예를 들어,

[0333] 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹은, i) 그룹 T1 또는 ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 시클로펜타디엔 그룹, 아다만탄 그룹, 노르보르난 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 아줄렌 그룹, 인다센 그룹, 아세나프틸렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 헵탈렌 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 헥사센 그룹, 펜타센 그룹, 루비센 그룹, 코로넨 그룹, 오발렌 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 또는 인데노안트라센 그룹)일 수 있고,

[0334] 상기 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹은 i) 그룹 T2, ii) 2 이상의 그룹 T2가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 iii) 1 이상의 그룹 T2와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토퓨란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,

[0335] 상기 ð 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T1, ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 그룹 T3, iv) 2 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T3와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토퓨란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹 등)일 수 있고,

[0336] 상기 ð 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T4, ii) 2 이상의 그룹 T4가 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iv) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T4, 1 이상의 그룹 T1 및 1 이상의 그룹 T3가이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,

[0337] 상기 그룹 T1은, 시클로프로판 그룹, 시클로부탄 그룹, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로부텐 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥사디엔 그룹, 시클로헵텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르난(norbornane) (또는, 비시클로[2.2.1]헵탄(bicyclo[2.2.1]heptane)) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄 (bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산 (bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄 그룹, 또는 벤젠 그룹이고,

[0338] 상기 그룹 T2는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피

롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 테트라진 그룹, 피롤리딘 그룹, 이미다졸리딘 그룹, 디히드로피롤 그룹, 피페리딘 그룹, 테트라히드로피리딘 그룹, 디히드로피리딘 그룹, 헥사히드로피리미딘 그룹, 테트라히드로피리미딘 그룹, 디히드로피리미딘 그룹, 피페라진 그룹, 테트라히드로피라진 그룹, 디히드로피라진 그룹, 테트라히드로피리다진 그룹, 또는 디히드로피리다진 그룹이고,

[0339] 상기 그룹 T3는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 또는 보롤(borole) 그룹이고,

[0340] 상기 그룹 T4는, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹 또는 테트라진 그룹일 수 있다.

[0341] 본 명세서 중 시클릭 그룹, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, ð 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹 또는 ð 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹이란 용어는, 당해 용어가 사용된 화학식의 구조에 따라, 임의의 시클릭 그룹에 축합되어 있는 그룹, 1가 그룹 또는 다가 그룹(예를 들면, 2가 그룹, 3가 그룹, 4가 그룹 등)일 수 있다. 예를 들어, "벤젠 그룹"은 벤조 그룹, 페닐기, 페닐렌기 등일 수 있는데, 이는 "벤젠 그룹"이 포함된 화학식의 구조에 따라, 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 것이다.

[0342] 예를 들어, 1가 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 1가 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 예는, C_3-C_{10}시클로알킬기, C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기, C_3-C_{10}시클로알케닐기, C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기, C_6-C_{60}아릴기, C_1-C_{60}헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있고, 2가 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 1가 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 예는, C_3-C_{10}시클로알킬렌기, C_1-C_{10}헤테로시클로알킬렌기, C_3-C_{10}시클로알케닐렌기, C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐렌기, C_6-C_{60}아릴렌기, C_1-C_{60}헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있다.

[0343] 본 명세서 중 C_1-C_{60}알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메틸기, 에틸기, *n*-프로필기, 이소프로필기, *n*-부틸기, *sec*-부틸기, 이소부틸기, *tert*-부틸기, *n*-펜틸기, *tert*-펜틸기, 네오펜틸기, 이소펜틸기, *sec*-펜틸기, 3-펜틸기, *sec*-이소펜틸기, *n*-헥실기, 이소헥실기, *sec*-헥실기, *tert*-헥실기, *n*-헵틸기, 이소헵틸기, *sec*-헵틸기, *tert*-헵틸기, *n*-옥틸기, 이소옥틸기, *sec*-옥틸기, *tert*-옥틸기, *n*-노닐기, 이소노닐기, *sec*-노닐기, *tert*-노닐기, *n*-데실기, 이소데실기, *sec*-데실기, *tert*-데실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{60}알킬렌기는 상기 C_1-C_{60}알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0344] 본 명세서 중 C_2-C_{60}알케닐기는, C_2-C_{60}알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_2-C_{60}알케닐렌기는 상기 C_2-C_{60}알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0345] 본 명세서 중 C_2-C_{60}알키닐기는, C_2-C_{60}알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에티닐기, 프로피닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_2-C_{60}알키닐렌기는 상기 C_2-C_{60}알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0346] 본 명세서 중 C_1-C_{60}알콕시기는, $-OA_{101}$(여기서, A_{101}은 상기 C_1-C_{60}알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

[0347] 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보나닐기(norbornanyl)(또는, 비시클로[2.2.1]헵틸기(bicyclo[2.2.1]heptyl)), 비시클로[1.1.1]펜틸기(bicyclo[1.1.1]pentyl), 비시클로[2.1.1]헥실기(bicyclo[2.1.1]hexyl), 비시클로[2.2.2]옥틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알킬렌기는 상기 C_3-C_{10}시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹

을 의미한다.

[0348] 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기는, 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리디닐기(1,2,3,4-oxatriazolidinyl), 테트라히드로퓨라닐기(tetrahydrofuranyl), 테트라히드로티오페닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬렌기는 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0349] 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알케닐렌기는 상기 C_3-C_{10}시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0350] 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸일기, 2,3-디히드로퓨라닐기, 2,3-디히드로티오페닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0351] 본 명세서 중 C_6-C_{60}아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C_6-C_{60}아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C_6-C_{60}아릴기의 구체예에는, 페닐기, 펜탈레닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헵탈레닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기 등을 포함된다. 상기 C_6-C_{60}아릴기 및 C_6-C_{60}아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0352] 본 명세서 중 C_1-C_{60}헤테로아릴기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C_1-C_{60}헤테로아릴렌기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C_1-C_{60}헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트롤리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기 등이 포함된다. 상기 C_1-C_{60}헤테로아릴기 및 C_1-C_{60}헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0353] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 인데닐기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 인데노페난트레닐기, 인데노안트라세닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0354] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 원자 외에 적어도 하나의 헤테로 원자를 더 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 피롤일기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 인돌일기, 벤조인돌일기, 나프토인돌일기, 이소인돌일기, 벤조이소인돌일기, 나프토이소인돌일기, 벤조실롤일기, 벤조티오페닐기, 벤조퓨라닐기, 카바졸일기, 디벤조실롤일기, 디벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 아자카바졸일기, 아자플루오레닐기, 아자디벤조실롤일기, 아자디벤조티오페닐기, 아자디벤조퓨라닐기, 피라졸일기, 이미다졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사졸일기, 이소옥사졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사디아졸일기, 티아디아졸일기, 벤조피라졸일

기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조옥사디아졸일기, 벤조티아디아졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 이미다조트리아지닐기, 이미다조피라지닐기, 이미다조피리다지닐기, 인데노카바졸일기, 인돌로카바졸일기, 벤조퓨로카바졸일기, 벤조티에노카바졸일기, 벤조실롤로카바졸일기, 벤조인돌로카바졸일기, 벤조카바졸일기, 벤조나프토퓨라닐기, 벤조나프토티오페닐기, 벤조나프토실롤일기, 벤조퓨로디벤조퓨라닐기, 벤조퓨로디벤조티오페닐기, 벤조티에노디벤조티오페닐기, 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0355] 본 명세서 중 C_6-C_{60}아릴옥시기는 $-OA_{102}$(여기서, A_{102}는 상기 C_6-C_{60}아릴기임)를 가리키고, 상기 C_6-C_{60}아릴티오기(arylthio)는 $-SA_{103}$(여기서, A_{103}은 상기 C_6-C_{60}아릴기임)를 가리킨다.

[0356] 본 명세서 중 C_7-C_{60}아릴알킬기는 $-A_{104}A_{105}$(여기서, A_{104}는 C_1-C_{54}알킬렌기이고, A_{105}는 C_6-C_{59}아릴기임)를 가리키고, 본 명세서 중 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기는 $-A_{106}A_{107}$(여기서, A_{106}은 C_1-C_{59}알킬렌기이고, A_{107}은 C_1-C_{59}헤테로아릴기임)를 가리킨다.

[0357] 본 명세서 중 "R_{10a}"는,

[0358] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0359] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-N(Q_{11})(Q_{12})$, $-B(Q_{11})(Q_{12})$, $-C(=O)(Q_{11})$, $-S(=O)_2(Q_{11})$, $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, 또는 C_1-C_{60}알콕시기;

[0360] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-N(Q_{21})(Q_{22})$, $-B(Q_{21})(Q_{22})$, $-C(=O)(Q_{21})$, $-S(=O)_2(Q_{21})$, $-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기,; 또는

[0361] $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-N(Q_{31})(Q_{32})$, $-B(Q_{31})(Q_{32})$, $-C(=O)(Q_{31})$, $-S(=O)_2(Q_{31})$, 또는 $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$;

[0362] 일 수 있다.

[0363] 본 명세서 중 Q_1 내지 Q_3, Q_{11} 내지 Q_{13}, Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33}은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C_1-C_{60}알킬기; C_2-C_{60}알케닐기; C_2-C_{60}알키닐기; C_1-C_{60}알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60}알킬기, C_1-C_{60}알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹;C_7-C_{60}아릴알킬기; 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기;일 수 있다.

[0364] 본 명세서 중 헤테로 원자는, 탄소 원자를 제외한 임의의 원자를 의미한다. 상기 헤테로 원자의 예는, O, S, N, P, Si, B, Ge, Se, 또는 이의 임의의 조합을 포함한다.

[0365] 본 명세서 중 제3열 전이 금속(third-row transition metal)은 하프늄(Hf), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 레늄(Re), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt) 및 금(Au) 등을 포함한다.

[0366] 본 명세서 중 "Ph"은 페닐기를 의미하고, "Me"은 메틸기를 의미하고, "Et"은 에틸기를 의미하고, "tert-Bu" 또는 "Bu^t"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.

[0367] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C_6-C_{60}아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0368] 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C_6-C_{60}아릴

기로 치환된 C_6-C_{60}아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0369] 본 명세서 중 * 및 *'은, 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 또는 모이어티 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.

[0370] 이하에서 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 양자점 조성물 및 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기 실시예 중 "A 대신 B를 사용하였다"란 표현 중 A의 몰당량과 B의 몰당량은 서로 동일하다.

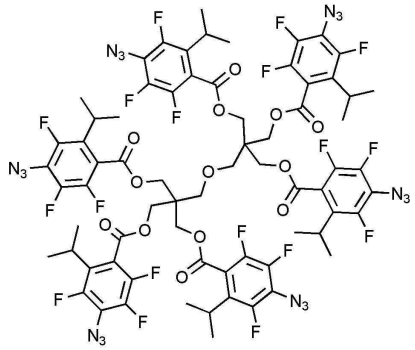
[0371] [실시예]

[0372] 표 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 사용된 용매 및 가교제의 비점, 증기압, 표면 장력 및 한센 용해도 파라미터를 나타낸 표이다. CHBz는 시클로헥실벤젠을 나타내고, OCBz는 옥틸벤젠을 나타내고, HD는 헥사데칸을 나타낸다.

표 1

[0373]

	비점 (℃)	증기압 (mmHg)	표면장력 (dyn/cm)	δ(HSP)	dD	dP	dH
CHBz	231	0.0786	34	18.0	17.8	1.5	2.7
OCBz	264	0.0065	31	17.1	16.9	1.4	2.1
HD	282	0.0016	27	15.9	15.9	0.1	0.1
CHBz:HD (6:4)	-	-	31	17.3	17.2	1.1	1.9
CHBz:OCBz:HD (6:1:3)	-	-	31	17.9	17.7	1.5	2.6
IP-6Bx	-	-	-	32.8	18.4	21.1	17.1



[0374] IP-6Bx

[0375] **양자점 조성물의 제조**

[0376] 조성물 1 내지 3 및 비교조성물 1 내지 9

[0377] InP 양자점, 분산제, 가교제 및 용매를 포함하는 조성물을 제조하였다. 이들의 상세한 조성을 표 2에 나타내었다. InP 양자점은 평균 입경 4nm를 갖고, 도데칸티올(DDT) 리간드를 포함하는 녹색을 발광하는 양자점이고, 용매에 대하여 1.5 중량%의 함량을 갖는다. 분산제로서 올레인산(OA)을 사용하였고, 양자점 중량 대비 10%의 함량을 갖는다. 가교제로서 표 2에 기재된 화합물들을 기재된 함량으로 사용하였다. 용매로서 시클로헥실벤젠(CHBz):옥틸벤젠(OCBz):헥사데칸(HD)이 6:1:3의 중량비로 혼합된 용매 또는 시클로헥실벤젠(CHBz):헥사데칸(HD)이 6:4의 중량비로 혼합된 용매를 사용하였다.

표 2

[0378]

	양자점	분산제	가교제	용매
조성물 1	InP	올레인산 (10%)	IP-6Bx (1%)	CHBz:OCBz:HD (6:1:3)
조성물 2	InP	올레인산(10%)	IP-6Bx (3%)	CHBz:OCBz:HD (6:1:3)
조성물 3	InP	올레인산(10%)	IP-6Bx (5%)	CHBz:OCBz:HD (6:1:3)

비교조성물 1	InP	올레인산(10%)	IP-6Bx (1%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 2	InP	올레인산(10%)	DAB (1%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 3	InP	올레인산(10%)	DAB (5%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 4	InP	올레인산(10%)	DAB (8%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 5	InP	올레인산(10%)	DAB (15%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 6	InP	올레인산(10%)	비스퍼플루오로 벤조아지드 (5%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 7	InP	올레인산(10%)	1,4-디아지도벤젠 (5%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 8	InP	올레인산(10%)	4,4'-디아지도 디페닐에탄 (5%)	CHBz: HD (6:4)
비교조성물 9	InP	올레인산(10%)	2,6-비스(4-아지도벤질리덴) 시클로헥사논 (5%)	CHBz: HD (6:4)

[0379] **광발광 양자수율(PLQY) 측정**

[0380] 조성물 1 내지 3 및 비교조성물 1 및 2에 대하여 Otsuka社 QE-2100 장비를 이용하여 광발광 양자수율(PLQY)을 측정하였고, 그 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3

[0381]

조성물	PLQY (%)
조성물 1	98
조성물 2	96
조성물 3	97
비교조성물 1	97
비교조성물 2	99

[0382] 표 2를 참조하면, 양자점 조성물의 가교제로서 IP-6Bx 를 사용한 조성물 1 내지 3 및 비교조성물 1의 광발광 양자수율(PLQY)과 가교제로서 DAB를 사용한 비교조성물 2의 광발광 양자수율(PLQY)은 모두 96% 이상으로 높은 값을 유지하는 것을 알 수 있다.

[0383] **양자점층의 제조**

[0384] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 및 2

[0385] OLED용 글라스(삼성-코닝사 제품) 기판인 ITO 유리 기판(50 X 50 X 0.5 ㎜, 15 Ω/à)을 증류수 및 이소프로판올을 사용하여 초음파 세척을 순차적으로 실시한 후, UV 오존 세정을 30분간 실시하였다. 세정 후의 ITO 유리 기판 위에 전자수송층으로 사용되는 ZnMgO를 스핀코팅하고, 230℃에서 10분간 베이킹하여 35 ㎚ 두께의 ZnMgO층을 형성하였다. 상기 ZnMgO층 상에 상기 표 2의 조성물 1 내지 3 및 비교조성물 1 및 2를 스핀코팅하고 140℃에서 10분간 베이킹하여 20 ㎚ 두께의 실시예 1 내지 3 및 비교예1 및 2의 양자점층을 제조하였다.

[0386] **응집율 측정**

[0387] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 및 2의 양자점층에 대하여 응집율을 측정하였고, 그 결과를 표 4에 나타내었다. 응집율은 양자점층 전체 면적에 대한 응집된 부분의 면적의 비율을 의미한다. 응집율 계산을 위하여 ZnMgO층 위에 형성된 양자점층의 상면을 광학 현미경으로 찍어서 육안으로 확인된 응집된 부분의 면적을 측정하였다. 응집

율 계산에 사용된 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 및 2의 양자점층의 광학 현미경 사진을 도 4에 나타내었다.

표 4

[0388]

양자점층	조성물	응집율
실시예 1	조성물 1	5
실시예 2	조성물 2	5
실시예 3	조성물 3	5
비교예 1	비교조성물 1	17
비교예 2	비교조성물 2	4

[0389] 표 4를 참조하면, 실시예 1 내지 3과 비교예 2의 양자점층의 응집율은 4 내지 5로서 양호하나 비교예 1의 양자점층의 응집율은 17로서 높게 나타난다. 또한, 도 4를 참조하면, 비교예 1의 양자점층에서 둥근 형태의 응집된 부분이 뚜렷이 나타난다. 비교예 1의 양자점층의 응집율이 높은 이유는 비교조성물 1에서 CHBz: HD의 혼합 용매에 대한 IP-6Bx의 용해도가 낮기 때문으로 여겨진다. 반면, 실시예 1 내지 3의 양자점층은 조성물 1 내지 3에서 CHBz:OCBz:HD의 혼합 용매에 대한 IP-6Bx의 용해도가 높아져서 응집율이 낮아진 것으로 여겨진다. 또한, 비교예 2의 경우 비교조성물 2의 CHBz:HD의 혼합 용매에 대하여 DAB의 용해도가 높아서 낮은 응집율을 나타내는 것으로 여겨진다.

[0390] **발광 소자의 제조**

[0391] 실시예 4 내지 5 및 비교예 3 내지 6

[0392] OLED용 글라스(삼성-코닝사 제품) 기판인 ITO 유리 기판(50 X 50 X 0.5 ㎜, 15 Ω/à)을 증류수 및 이소프로판올을 사용하여 초음파 세척을 순차적으로 실시한 후, UV 오존 세정을 30분간 실시하였다. 세정 후의 ITO 유리 기판 위에 ZnMgO를 스핀코팅하고, 230℃에서 10분간 베이킹하여 35 ㎚ 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 상기 전자 수송층 상에 하기 표 4에 기재된 바와 같이 조성물을 스핀코팅하고 140℃에서 10분간 베이킹하여 20 ㎚ 두께의 녹색 발광층을 형성하였다. 상기 녹색 발광층 상에 NPB(NPD)을 스핀코팅하고, 200℃에서 10분간 베이킹하여 30 ㎚ 두께의 정공 수송층을 형성하였다. 이때 하기 표 5에 기재된 바와 같이 스핀코팅과 베이킹 사이에 정체 시간 없이 또는 정체 시간을 두고 정공 수송층을 형성하였다. 상기 정공 수송층 상에 PEDOT:PSS를 스핀코팅하고 200℃에서 30분간 베이킹하여 20 ㎚ 두께의 정공 주입층을 형성하였다. 상기 전공 주입층 상에 AgMg을 증착하여 20 ㎚ 두께의 애노드를 형성함으로써 발광 소자를 제작하였다.

표 5

[0393]

발광 소자	발광층	가교제	정공 수송층 베이킹전 정체 시간	구동전압 (V)	전류 효율 (Cd/A)
실시예 4	조성물 1	IP-6Bx (1%)	없음	5.8	52.9
실시예 5			15분	5.5	34.5
비교예 3	비교조성물 4	DAB (8%)	없음	5.8	47.6
비교예 4			15분	5.8	25.4
비교예 5	비교조성물 3	DAB (5%)	15분	5.1	25.7
비교예 6	비교조성물 5	DAB(15%)	15분	5.8	25.9
비교예 7	비교조성물 6	비스퍼플루오로 벤조아지드 (5%)	없음	5.8	51.9
비교예 8			15분	5.5	25.9
비교예 9	비교조성물 7	1,4-디아지도벤젠 (5%)	없음	5.9	48.5
비교예 10			15분	5.7	18.9
비교예 11	비교조성물 8	4,4'-디아지도 디페닐에탄 (5%)	없음	5.8	49.1
비교예 12			15분	5.6	21.1
비교예 13	비교조성물 9	2,6-비스(4-아지도벤질리덴) 시클로헥사논 (5%)	없음	5.9	46.7
비교예 14			15분	5.8	16.5

[0394] **소자 특성 평가**

[0395] 실시예 4 내지 5 및 비교예 3 내지 6의 발광소자에 대하여 구동전압 및 전류 효율을 측정하여 상기 표 5, 도 5 및 도 6에 나타내었다.

[0396] 표 5 및 도 5를 참조하면, 실시예 4 내지 5 및 비교예 3 내지 6의 발광소자의 구동 전압은 5.1V 내지 5.8V 사이로서 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 베이킹 전 정체 여부에 의하여 크게 변화하지 않는다.

[0397] 반면, 표 5 및 도 6 를 참조하면, 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 베이킹 전 정체 여부에 의하여 발광 소자의 전류 효율의 차이가 크게 나타난다.

[0398] 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 곧바로 베이킹이 수행된 실시예 4의 발광 소자의 전류 효율은 52.9 Cd/A 이나, 스핀코팅 15분 후 베이킹이 수행된 실시예 5의 발광 소자의 전류 효율은 34.5 Cd/A로 나타난다. 이는 실시예 5의 발광 소자의 전류 효율이 실시예 4의 발광 소자의 전류 효율 보다 약 35% 감소한 것이다. 또한, 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 곧바로 베이킹이 수행된 비교예 3의 발광 소자의 전류 효율은 47.6 Cd/A 이나, 스핀코팅 15분 후 베이킹이 수행된 비교예 4의 발광 소자의 전류 효율은 25.4 Cd/A로 나타난다. 이는 비교예 4의 발광 소자의 전류 효율이 비교예 3의 발광 소자의 전류 효율 보다 약 47% 감소한 것이다.

[0399] 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 곧바로 베이킹이 수행되면 양자점 발광층이 정공 수송층용 용액에 노출되는 시간이 짧거나 거의 없으나, 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 일정시간 정체 후 베이킹이 수행되면 양자점 발광층이 정공 수송층용 용액에 녹을 수 있고, 그에 의하여 발광 소자의 전류 효율이 감소될 수 있다.

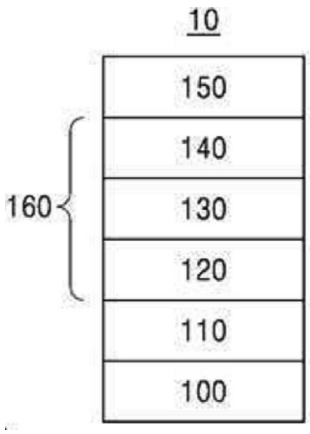
[0400] 실시예 4의 발광 소자가 비교예 3의 발광 소자보다 전류 효율이 더 높고, 실시예 5의 발광 소자가 비교예 4의 발광 소자 보다 전류 효율의 감소가 더 적은 것으로 나타난다. 이는 실시예 4 및 5의 발광 소자의 발광층이 비교예 3 및 4의 발광 소자보다 더 치밀하여 정공 수송층용 용액에 더 잘 버티기 때문으로 여겨진다.

[0401] 한편, 가교제로서 DAB의 농도를 달리하고, 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 일정시간 정체 후 베이킹이 수행된 비교예 4 내지 6의 발광 소자의 전류 효율은 유사하게 나타나며, 가교제로서 IP-6Bx를 사용하고 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 일정시간 정체 후 베이킹이 수행된 실시예 5의 발광 소자의 전류 효율 보다 낮게 나타난다.

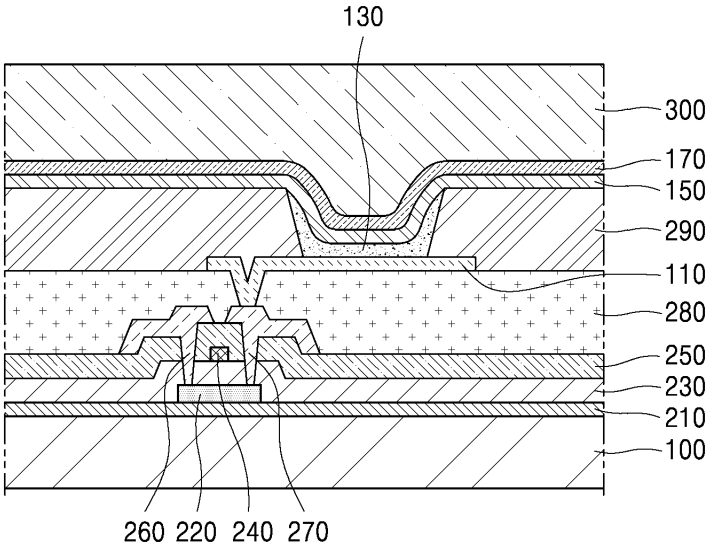
[0402] 한편, 비교예 7 내지 14의 발광 소자의 경우에도 정공 수송층 형성시 스핀코팅 후 일정시간 정체 후 베이킹이 수행되면 실시예 4 및 5와 비교하여 전류 효율이 훨씬 급격하게 떨어지는 것으로 나타난다.

도면

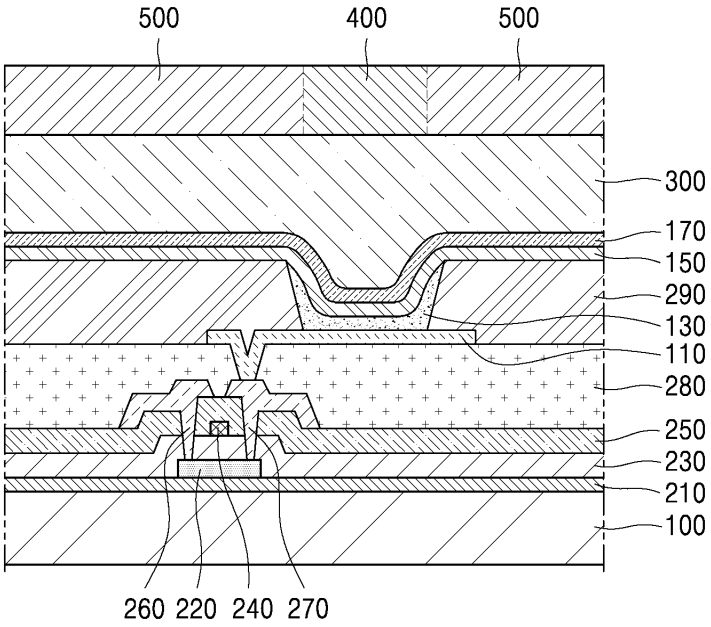
도면1



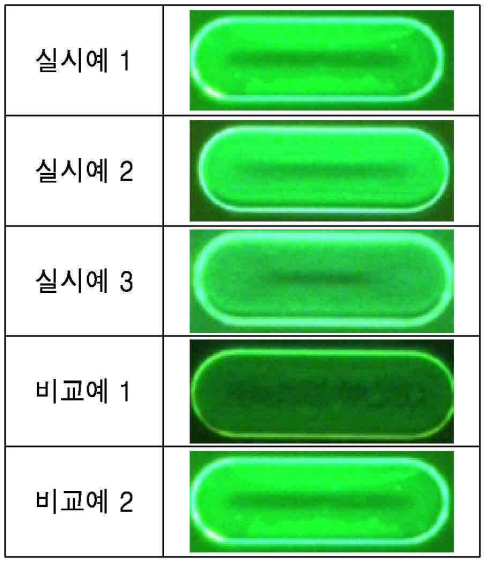
도면2


130
300
170
150
290
110
280
250
230
210
100
260
220
240
270

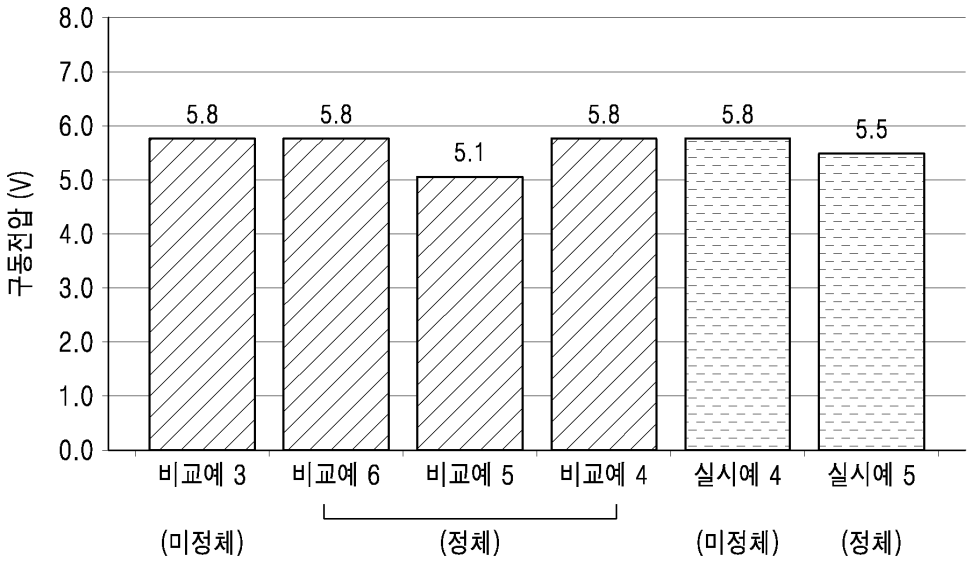
도면3


500
400
500
300
170
150
290
130
110
280
250
230
210
100
260
220
240
270

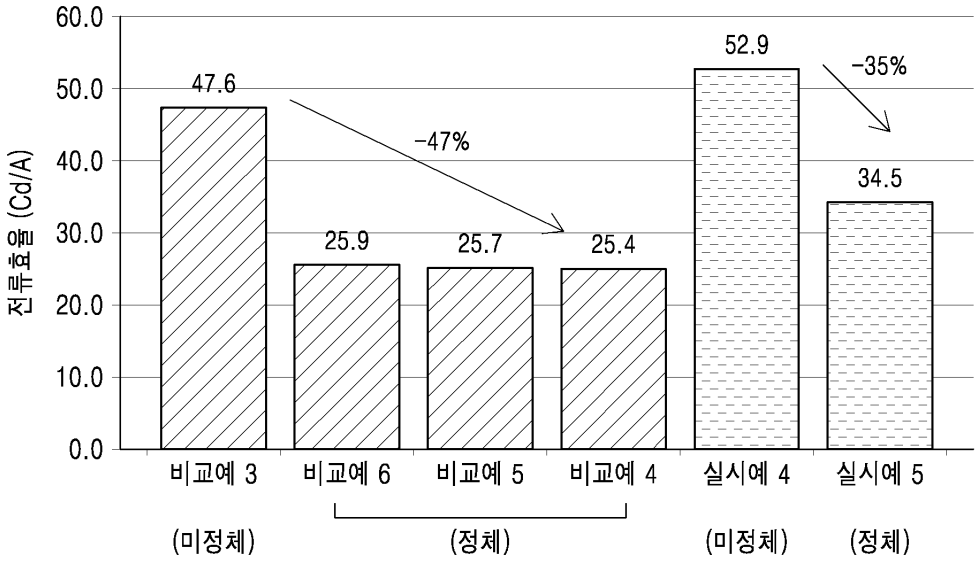
도면4


실시예 1
실시예 2
실시예 3
비교예 1
비교예 2

도면5


구동전압 (V)
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
5.8
5.8
5.1
5.8
5.8
5.5
비교예 3
비교예 6
비교예 5
비교예 4
실시예 4
실시예 5
(미정체)
(정체)
(미정체)
(정체)

도면6


60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
전류효율 (Cd/A)
47.6
25.9
25.7
25.4
52.9
34.5
-47%
-35%
비교예 3
비교예 6
비교예 5
비교예 4
실시예 4
실시예 5
(미정체)
(정체)
(미정체)
(정체)