



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년01월05일  
 (11) 등록번호 10-1101726  
 (24) 등록일자 2011년12월27일

(51) Int. Cl.  
*C09K 11/06* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2005-7008350  
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2003년12월26일  
 심사청구일자 2008년02월25일  
 (85) 번역문제출일자 2005년05월11일  
 (65) 공개번호 10-2005-0086502  
 (43) 공개일자 2005년08월30일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2003/017048  
 (87) 국제공개번호 WO 2004/062324  
 국제공개일자 2004년07월22일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2002-00381014 2002년12월27일 일본(JP)  
 JP-P-2003-00409183 2003년12월08일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP14151267 A  
 전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자  
**후지필름 가부시킴가이사**  
 일본 도쿄도 미나토쿠 니시 아자부 2초메 26방 30고  
 (72) 발명자  
**이가라시 다츠야**  
 일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210 후지 샤신 필름가부시킴가이사 나이  
**와타나베 사이스케**  
 일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210 후지 샤신 필름가부시킴가이사 나이  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

심사관 : 오세주

**(54) 유기 전계 발광 소자**

**(57) 요약**

한 쌍의 전극; 및 이 한 쌍의 전극 사이에, 발광층을 갖는 하나 이상의 유기층을 포함하고, 발광층이 하나 이상의 전자 주입/수송 화합물, 하나 이상의 정공 주입/수송 화합물, 및 하나 이상의 녹색 또는 청색 인광 화합물을 함유하고; 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물 각각이 녹색 또는 청색 인광 화합물의 최소 삼중항 여기 에너지 값 이상의 최소 삼중항 여기 에너지 값을 갖는, 유기 전계 발광 소자가 제공된다.

(72) 발명자

**이세 도시히로**

일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210  
후지 샨 필름가부시기가이샤 나이

**오카다 히사시**

일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210  
후지 샨 필름가부시기가이샤 나이

**나이 가즈미**

일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210  
후지 샨 필름가부시기가이샤 나이

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

한 쌍의 전극; 및

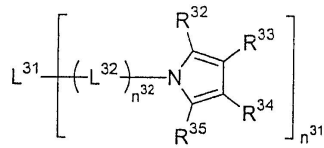
상기 한 쌍의 전극 사이에, 발광층을 갖는 하나 이상의 유기층을 포함하고,

상기 발광층이 하나 이상의 전자 주입/수송 화합물, 하나 이상의 정공 주입/수송 화합물, 및 하나 이상의 녹색 또는 청색 인광 화합물을 함유하고;

상기 전자 주입/수송 화합물 및 상기 정공 주입/수송 화합물 각각이 상기 녹색 또는 청색 인광 화합물의 최소 삼중항 여기 에너지 값 (minimum triplet exciton energy value) 이상의 최소 삼중항 여기 에너지 값을 갖고,

상기 정공 주입/수송 화합물이 하기 화학식 (3)를 나타내는 화합물이며:

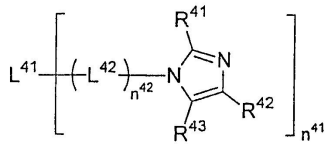
(3)



(여기서, R<sup>32</sup> 내지 R<sup>35</sup> 각각은 수소 원자 또는 치환기를 나타내고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리 구조를 형성할 수 있고; L<sup>31</sup>은 연결기를 나타내며; L<sup>32</sup>는 2가 이상의 연결기를 나타내고; n<sup>31</sup>은 3 또는 4의 정수를 나타내며; n<sup>32</sup>는 0 내지 6의 정수를 나타냄),

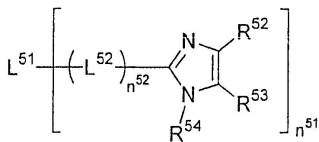
상기 전자 주입/수송 화합물이 질소-함유 6원환 화합물인 동시에 하기 화학식 (4) 또는 (5)를 나타내는 화합물인:

(4)



(여기서, R<sup>41</sup>, R<sup>42</sup>, 및 R<sup>43</sup>은 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타내고; L<sup>41</sup>은 연결기를 나타내며; n<sup>41</sup>은 2 이상의 정수를 나타내고; L<sup>42</sup>는 2가 이상의 연결기를 나타내며; n<sup>42</sup>은 0 내지 6의 정수를 나타냄)

(5)



(여기서, R<sup>52</sup>, R<sup>53</sup>, 및 R<sup>54</sup>는 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타내고; L<sup>51</sup>은 연결기를 나타내며; n<sup>51</sup>은 2 이상의 정수를 나타내고; L<sup>52</sup>는 2가 이상의 연결기를 나타내며; n<sup>52</sup>는 0 내지 6의 정수를 나타냄)

유기 전계 발광 소자.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 정공 주입/수송 화합물이 5.6 eV 내지 6.1 eV의 이온화 전위를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 전자 주입/수송 화합물이 2.0 eV 내지 3.5 eV의 전자 친화도를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 녹색 또는 청색 인광 화합물이 삼중항 여기 상태를 통해 광을 방출할 수 있는 전이 금속 착물인, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 전자 주입/수송 화합물, 상기 정공 주입/수송 화합물, 및 상기 녹색 또는 청색 인광 화합물 각각이 62 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 가지고; 상기 녹색 또는 청색 인광 화합물로부터 획득된 인광이 500 nm 이하의  $\lambda_{max}$  를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 전기 에너지를 광으로 전환하여 광을 방출할 수 있는 발광 소자, 특히 유기 전계 발광 소자에 관한 것으로, 디스플레이 소자, 디스플레이, 백라이트, 조명 광원, 기록 광원, 노출 광원, 판독 광원, 싸인, 표시판, 인터리어, 및 광학 통신을 포함하는 분야에 적절하게 이용할 수 있는 유기 EL 소자에 관한 것이다.

**배경기술**

높은 휘도를 갖는 광 방출을 낮은 전압 구동에서 획득할 수 있기 때문에, 최근 유기 전계 발광 소자 (본 발명에서 "발광 소자", "유기 EL 소자", 또는 "EL 소자"로 언급되기도 한 유기 전계 발광 소자) 에 관한 활발한 연구 및 개발이 이루어지고 있다. 일반적으로, 유기 EL 소자는 발광층 또는 발광층을 포함하는 복수의 유기층을 그 사이에 갖는 대향 전극들로 구성된다. 유기 EL 소자는 발광층에서 음극으로부터 주입된 전자와 양극으로

부터 주입된 정공의 재결합에 의해 형성된 여기로부터의 광 방출을 이용하거나, 상기 여기로부터의 에너지 이동에 의해 형성된 다른 분자의 여기로부터의 광 방출을 이용한다.

[0005] 양극, 음극, 및 유기 화합물 필름을 포함하는 유기 발광 소자에서, 유기 화합물 필름이 정공 수송 재료를 포함하는 정공 수송 영역과 전자 수송 재료를 포함하는 전자 수송 영역을 포함하고, 정공 수송 재료와 전자 수송 재료를 모두 함유하는 혼합 영역이 정공 수송 영역과 전자 수송 영역 사이에 제공되며, 삼중항 여기 상태로부터 적색광을 방출할 수 있는 재료가 혼합 영역에 첨가되는 유기 발광 소자가 보고되어 있다 (예를 들어, 일본국특허공개공보 제2002-305085 참조). 그러나, 청색 및 녹색 EL 소자의 효율성과 내구성을 향상시키는 어떠한 수단도 전혀 개시되어 있지 않다.

[0006] **발명의 설명**

[0007] 본 발명의 목적은 우수한 발광 효율성과 내구성을 갖는 녹색 또는 청색의 EL 소자를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 발광층의 특정 화합물을 이용하여 우수한 발광 효율성과 내구성을 갖는 녹색 또는 청색의 EL 소자를 제공하는 것이다.

[0008] 상기 문제점들을 하기와 같이 달성하였다.

[0009] (1) 한 쌍의 전극, 및 그 사이에 발광층을 갖는 하나 이상의 유기층을 포함하고,

[0010] 발광층이 하나 이상의 전자 주입/수송 화합물, 하나 이상의 정공 주입/수송 화합물, 및 하나 이상의 녹색 또는 청색 인광 화합물을 함유하고;

[0011] 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물 각각이 녹색 또는 청색 인광 화합물의 최소 삼중항 여기 에너지 값 이상의 최소 삼중항 여기 에너지 값 ( $T_1$  값) 을 갖는, 유기 전계 발광 소자.

[0012] (2) (1) 에 있어서,

[0013] 정공 주입/수송 화합물이 5.6 eV 내지 6.1 eV의 이온화 전위 ( $I_p$  값) 를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

[0014] (3) (1) 또는 (2) 에 있어서,

[0015] 전자 주입/수송 화합물이 2.0 eV 내지 3.5 eV의 전자 친화도 ( $E_a$  값) 를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

[0016] (4) (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 있어서,

[0017] 녹색 또는 청색 인광 화합물이 삼중항 여기 상태를 통해 광을 방출할 수 있는 전이 금속 착물인, 유기 전계 발광 소자.

[0018] (5) (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 있어서,

[0019] 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 녹색 또는 청색 인광 화합물 각각이 62 kcal/mole (259 kJ/mole) 이상의  $T_1$  값을 가지고; 녹색 또는 청색 인광 화합물로부터 획득된 인광이 500 nm 이하의  $\lambda_{max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

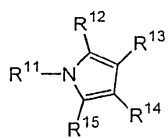
[0020] (6) (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서,

[0021] 정공 주입/수송 화합물이 치환 또는 비치환 피롤 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

[0022] (7) (6) 에 있어서,

[0023] 치환 또는 비치환 피롤 화합물을 하기 식 (1),

[0024] 식 (1)



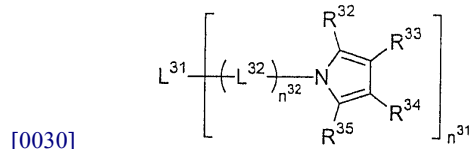
[0025] 로 나타내는, 유기 전계 발광 소자.

[0026] 식에서,  $R^{11}$  내지  $R^{15}$  각각은 수소 원자나 치환기를 나타내고, 그 치환기는 서로 결합하여 고리 구조를 형성할 수 있다.

[0027] (8) (7) 에 있어서,

[0028] 식 (1) 을 하기 식 (3),

[0029] 식 (3)



으로 나타내는, 유기 전계 발광 소자.

[0031] 식에서, R<sup>32</sup> 내지 R<sup>35</sup> 는 각각 R<sup>12</sup> 내지 R<sup>15</sup> 와 동일하고; L<sup>31</sup>은 연결기를 나타내며; L<sup>32</sup>는 2가 이상의 연결기를 나타내고; n<sup>31</sup>은 2 이상의 정수를 나타내며; n<sup>32</sup>는 0 내지 6의 정수를 나타낸다.

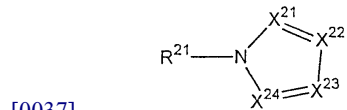
[0032] (9) (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서,

[0033] 전자 주입/수송 화합물이 2 개 이상의 질소 원자를 함유하는 복소환식 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

[0034] (10) (9) 에 있어서,

[0035] 2 개 이상의 질소 원자를 함유하는 복소환식 화합물이 하기 식 (2),

[0036] 식 (2)



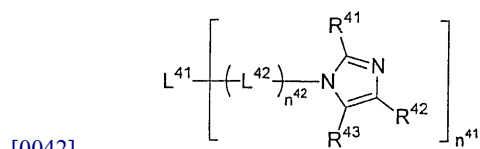
로 나타낸 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

[0038] 식에서, R<sup>21</sup>은 수소 원자 또는 치환기를 나타내고; X<sup>21</sup>, X<sup>22</sup>, X<sup>23</sup>, 및 X<sup>24</sup>는 각각 질소 원자나 치환 또는 비치환 탄소 원자를 나타내며; 하나 이상의 X<sup>21</sup>, X<sup>22</sup>, X<sup>23</sup>, 및 X<sup>24</sup>는 질소 원자를 나타낸다.

[0039] (11) (10) 에 있어서,

[0040] 식 (2) 를 하기 식 (4),

[0041] 식 (4)



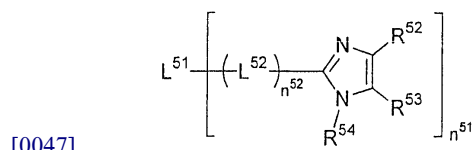
로 나타내는, 유기 전계 발광 소자.

[0043] 식에서, R<sup>41</sup>, R<sup>42</sup>, 및 R<sup>43</sup>은 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타내고; L<sup>41</sup>은 연결기를 나타내며; n<sup>41</sup>은 2 이상의 정수를 나타내고; L<sup>42</sup>는 2 가 이상의 연결기를 나타내며; n<sup>42</sup>는 0 내지 6의 정수를 나타낸다.

[0044] (12) (10) 에 있어서,

[0045] 식 (2) 를 하기 식 (5),

[0046] 식 (5)



로 나타내는, 유기 전계 발광 소자.

[0048] 식에서, R<sup>52</sup>, R<sup>53</sup>, 및 R<sup>54</sup>는 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타내고; L<sup>51</sup>은 연결기를 나타내며; n<sup>51</sup>은 2 이상의 정수를 나타내고; L<sup>52</sup>는 2 가 이상의 연결기를 나타내며; n<sup>52</sup>는 0 내지 6의 정수를 나타낸다.

[0049] (13) (4) 에 있어서,

[0050] 삼중항 여기 상태를 통해 광을 방출할 수 있는 전이 금속 착물이, 이리듐 착물, 플래티늄 착물, 레늄 착물, 루테튬 착물, 팔라듐 착물, 로듐 착물, 및 희토류 착물 중에서 선택된 하나 이상의 원 (member) 인, 유기 전계 발광 소자.

[0051] (14) (1) 내지 (13) 중 어느 하나에 있어서,

[0052] 유기층이 정공 수송층, 발광층, 및 전자 수송층의 3 개 이상의 층을 갖고, 전자 수송층이 5.9 eV 이상의  $I_p$  값을 갖는, 유기 전계 발광 소자.

[0053] (15) (1) 내지 (14) 중 어느 하나에 있어서,

[0054] 발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물이 전자 수송층에 함유된 화합물과 다른 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

[0055] (16) (1) 내지 (15) 중 어느 하나에 있어서,

[0056] 발광층에 함유된 정공 주입/수송 화합물이 정공 수송층에 함유된 화합물과 다른 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

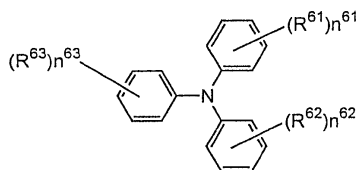
[0057] (17) (1) 내지 (16) 중 어느 하나에 있어서,

[0058] 발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물이 그의 리간드에 치환 또는 비치환 8-하이드록시퀴놀리놀을 함유하지 않는 전이 금속 착물인, 유기 전계 발광 소자.

[0059] (18) (1) 내지 (17) 중 어느 하나에 있어서,

[0060] 발광층에 함유된 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상을 하기 식 (6),

[0061] (6)



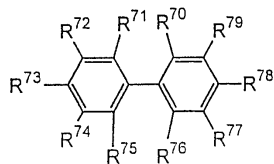
으로 나타낸, 유기 전계 발광 소자.

[0062] 식에서,  $R^{61}$ ,  $R^{62}$ , 및  $R^{63}$  은 각각 치환기를 나타낸다.  $n^{61}$  내지  $n^{63}$  은 각각 0 내지 5의 정수를 나타낸다.

[0063] (19) (1) 내지 (18) 중 어느 하나에 있어서,

[0064] 발광층에 함유된 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상을 하기 식 (7),

[0065] (7)



으로 나타내는, 유기 전계 발광 소자.

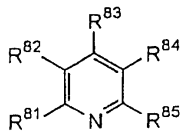
[0066] 식에서,  $R^{70}$  내지  $R^{79}$  는 각각 수소 원자, 알킬기, 아릴기, 또는 서로 결합할 때 탄화수소 고리를 형성하는 기를 나타낸다.

[0067] (20) (1) 내지 (19) 중 어느 하나에 있어서,

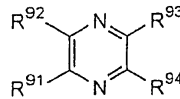
[0068] 발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 질소 함유 6원 (6-membered) 고리 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

[0069] (21) (20) 에 있어서, 질소 함유 6원 고리 화합물을 하기 식 (8), 식 (9), 식 (10), 또는 일반식 (11)

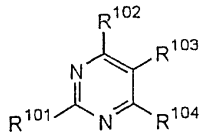
(8)



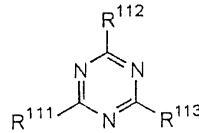
(9)



(10)



(11)



으로 나타낸, 유기 전계 발광 소자.

식에서, R<sup>81</sup> 내지 R<sup>85</sup>, R<sup>91</sup> 내지 R<sup>94</sup>, R<sup>101</sup> 내지 R<sup>104</sup>, 및 R<sup>111</sup> 내지 R<sup>113</sup>은 각각 수소 원자나 치환기를 나타낸다.

(22) (1) 내지 (21) 중 어느 하나에 있어서,

발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물중 하나 이상이 질소 함유 복소환식 화합물이고, 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 피롤 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

(23) (1) 내지 (21) 중 어느 하나에 있어서,

발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물중 하나 이상이 질소 함유 복소환식 화합물이고, 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 트리아릴아민계 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

(24) (1) 내지 (21) 중 어느 하나에 있어서,

발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물중 하나 이상이 질소 함유 복소환식 화합물이고, 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 탄화수소계 방향족 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

(25) (1) 내지 (21) 중 어느 하나에 있어서,

발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물중 하나 이상이 탄화수소계 방향족 화합물이고, 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 트리아릴아민계 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

(26) (1) 내지 (21) 중 어느 하나에 있어서,

발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물중 하나 이상이 탄화수소계 방향족 화합물이고, 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 피롤 화합물인, 유기 전계 발광 소자.

(27) (1) 내지 (26) 중 어느 하나에 있어서,

발광층이 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물의 하나 이상의 스택킹 층 구조를 갖는, 유기 전계 발광 소자.

(28) (1) 내지 (26) 중 어느 하나에 있어서,

발광층이 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물의 복수의 도메인 구조를 포함하는, 유기 전계 발광 소자.

본 발명은, 한 쌍의 전극 및 이 한 쌍의 전극 사이에, 발광층을 갖는 하나 이상의 유기층을 포함하는 유기 전계 발광 소자로서, 발광층이 하나 이상의 전자 주입/수송 화합물, 하나 이상의 정공 주입/수송 화합물, 및 하나 이상의 녹색 또는 청색 인광 화합물을 함유하고; 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물 각각이 녹색 또는 청색 인광 화합물의 최소 삼중항 여기 에너지 값 이상의 최소 삼중항 여기 에너지 값(T<sub>1</sub> 값)을 갖는, 유기 전계 발광 소자에 관한 것이다.

발광층은 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 녹색 또는 청색 인광 화합물 중 3 종류 이상을 포함한다. 각각의 화합물이 서로 동일해서는 안된다 (예를 들어, 발광층이 2 종류의 화합물로만 구성되어서는 안된다). 그러나, 예를 들어, 이러한 화합물 각각이 단일체 단위로서의 기능을 갖는 골격 구조 (화합물)를 포함하는 올리고머, 공중합체, 또는 중합체 일 수 있다. 예를 들어, 발광층을 전자를 주입/수송하는 기능을

하는 단일체 단위, 정공을 주입/수송하는 기능을 하는 단일체 단위, 및 인광을 방출하는 화합물의 공중합체로 구성할 수 있다.

- [0090] 발광층에서 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 녹색 또는 청색 인광 화합물 각각의 함유량은 특별히 제한하지 않으나, 전자 주입/수송 화합물과 정공 주입/수송 화합물 중 하나 이상이 주 성분이고, 녹색 또는 청색 인광 화합물이 보조적인 성분인 것이 바람직하다.
- [0091] 본 발명의 EL 소자에서, 음극과 발광층 사이에 5.9 eV 이상 (보다 바람직하게는 6.0 eV 이상) 의 이온화 전위를 갖는 화합물을 함유하는 층을 이용하는 것이 바람직하고, 5.9 eV 이상의 이온화 전위를 갖는 전자 수송층을 이용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0092] 본 발명은 한쌍의 전극 및 그 사이에, 발광층을 갖는 하나 이상의 유기층을 포함하는 유기 발광 소자에 관한 것이다. 유기층이, 바람직하게는 발광층과 전자 주입/수송층 (음극측에 배열된 전자 주입/수송층) 중 2 개 이상의 층을 포함하는 유기층이고, 보다 바람직하게는 정공 수송층, 발광층, 및 5.9 eV 의 Ip 값을 갖는 전자 수송층 중 3 개 이상의 층을 포함하는 유기층이다. 전자 수송층이 식 (2)로 나타낸 화합물을 함유하는 것이 더 바람직하다.
- [0093] (전자 주입/수송 화합물)
- [0094] 발광층에 함유된 전자 주입/수송 화합물은 발광층에서 전자를 주입하고 수송하는 역할을 하는 화합물을 포함한다. 이러한 화합물이 발광층에 함유할 때, 전자의 주입 또는 수송이 활성화되는 경우가 있다.
- [0095] 화합물을 이용하는 모드에 따라, 발광층에서 특정 화합물이 전자 주입/수송 화합물 또는 정공 주입/수송 화합물로 기능하는 경우가 있다. 예를 들어, 탄화수소계 방향족 화합물은 높은 전자 주입/수송 능력을 가진 화합물 (예를 들어, 질소 함유 복소환식 화합물, 금속 착물 등) 과의 결합에 이용되는 경우 정공 주입/수송 화합물로 기능하고, 높은 정공 주입/수송 능력을 가진 화합물 (예를 들어, 트리아릴아민 화합물 등) 과의 결합에 이용되는 경우 전자 주입/수송 화합물로 기능한다.
- [0096] 전자 주입/수송 화합물이, 바람직하게는 2.0 eV 내지 3.5 eV, 보다 바람직하게는 2.3 eV 내지 3.4 eV, 더 바람직하게는 2.5 eV 내지 3.3 eV의 전자 친화도 (Ea 값) 를 가진다.
- [0097] 발광층에서 전자 주입/수송 화합물의 함유량이, 바람직하게는 5 wt% 내지 90 wt%, 보다 바람직하게는 10 wt% 내지 85 wt%, 더 바람직하게는 10 wt% 내지 80 wt%, 및 특히 바람직하게는 10 wt% 내지 75 wt%이다.
- [0098] 전자 주입/수송 화합물의 바람직한 예는, ((2-메틸-8-하이드록시퀴놀리놀과 같은) 8-하이드록시퀴놀리놀 유도체를 포함하는 착물이 리간드로서 바람직하지 않다는 점을 고려하여, 각각 2-하이드록시페닐벤조이미다졸 리간드를 포함하는 알루미늄 착물 및 아연 착물과 같은) 금속 착물, (아졸 유도체, 피리딘 유도체, 및 트리아진 유도체와 같은) 질소 함유 복소환식 화합물, (실롤 유도체, 아릴 실란 유도체와 같은) 유기실리콘 화합물, 및 (벤젠, 안트라센, 피렌과 같은) 방향족 탄화수소 화합물을 포함한다. 이러한 화합물 중, 2 개 이상의 질소 원자를 함유하는 복소환식 화합물 및 금속 착물이 보다 바람직하고; 2 개 이상의 질소 원자를 함유하는 복소환식 화합물이 더 바람직하며; 식 (2)로 나타낸 화합물이 2 개 이상의 질소 원자를 함유하는 복소환식 화합물로 바람직하다. 또한, 일본국특허공개공보 제2002-100476 에 설명된 바와 같이 식 (A-III), (A-IV), (A-V), (A), (A-a), (A-b), (A-c), (B-II), (B-III), (B-IV), (B-V), (B-VI), (B-VII), (B-VIII), 및 (B-IX) 로 나타낸 화합물 및 일본국특허공개공보 제2000-302754 에 설명된 바와 같이 식 (1) 내지 (4)로 나타낸 화합물을 적절하게 이용할 수 있다(바람직한 범위가 일본국특허공개공보 제2002-100476 및 일본국특허공개공보 제2000-302754 에 설명되어 있다).
- [0099] 식 (2) 를 이하에 설명한다.  $R^{21}$  은 수소 원자 또는 치환기를 나타낸다.  $R^{21}$  상의 치환기로서,  $R^{11}$  에 대하여 설명된 하기 기들을 열거한다.  $R^{21}$  이, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 또는 헤테로아릴기이고; 보다 바람직하게는 아릴기나 헤테로아릴기이며, 더 바람직하게는 아릴기 및 질소 함유 헤테로아릴기이다.
- [0100]  $X^{21}$ ,  $X^{22}$ ,  $X^{23}$ , 및  $X^{24}$  각각은 질소 원자나 치환 또는 비치환 탄소 원자를 나타낸다.  $X^{21}$ ,  $X^{22}$ ,  $X^{23}$ , 및  $X^{24}$  중 하나 이상이 질소 원자이다. 탄소 원자 상의 치환기로서,  $R^{12}$  에 대하여 설명된 하기 기들을 열거한다. 그 중, 알킬기, 아릴기, 및 헤테로아릴기가 바람직하다.
- [0101]  $X^{21}$  이 치환 또는 비치환 탄소 원자이고,  $X^{22}$  가 질소 원자이며,  $X^{23}$  및  $X^{24}$  가 각각 치환 탄소 원자인 것이 바람직하

다. 또한,  $X^{23}$  및  $X^{24}$  상의 치환기가 서로 결합하여, 방향족 고리를 형성하는 것이 바람직하다.

- [0102] 식 (2) 로 나타낸 화합물의 바람직한 실시형태는 식 (4) 또는 식 (5) 로 나타낸 화합물이고; 식 (2) 로 나타낸 화합물의 보다 바람직한 실시형태는 식 (4) 로 나타낸 화합물이다.
- [0103] 식 (4) 를 이하에 설명한다.  $R^{41}$ ,  $R^{42}$ ,  $R^{43}$  각각은 수소 원자나 치환기를 나타낸다. 치환기로서, 예를 들어,  $R^{12}$ 에 대하여 설명된 하기 기들을 열거한다.
- [0104]  $R^{41}$ 이, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 또는 헤테로아릴기이고; 보다 바람직하게는 알킬기 또는 아릴기이며; 더 바람직하게는 알킬기이다.
- [0105]  $R^{42}$  및  $R^{43}$  각각이, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 또는 서로 결합할 때 방향족 고리를 형성할 수 있는 기이고; 보다 바람직하게는 서로 결합할 때 방향족 고리를 형성할 수 있는 기이다.
- [0106]  $L^{41}$ 은 연결기를 나타낸다. 연결기는 폴리알킬렌, 폴리에스테르 등의 중합체 주쇄일 수 있다 (예를 들어, 폴리비닐이미다졸 유도체를 형성할 수 있다).  $L^{41}$ 이, 바람직하게는 아릴 연결기, 헤테로아릴 연결기, 알킬 연결기, 또는 알킬렌 중합체 주쇄이고; 보다 바람직하게는 아릴 연결기 또는 헤테로아릴 연결기이며; 더 바람직하게는 질소 함유 헤테로아릴 연결기이다.
- [0107]  $n^{41}$ 은 2 이상의 정수를 나타낸다.  $L^{41}$ 이 중합체 주쇄가 아닌 경우,  $n^{41}$ 이, 바람직하게는 2 내지 6, 및 보다 바람직하게는 3 내지 4이다.  $L^{41}$ 이 중합체 주쇄인 경우,  $n^{41}$ 은 중합체 주쇄의 반복 단위에 대응하는 값이다 (예를 들어, 비닐벤지미다졸이 100mer인 경우,  $n^{41}$ 은 100이다).
- [0108]  $L^{42}$  및  $n^{42}$ 는 각각 하기  $L^{32}$  및  $n^{32}$ 와 동일하고, 바람직한 범위도 동일하다.
- [0109] 식 (5) 를 이하에 설명한다.  $R^{52}$  및  $R^{53}$ 은 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타낸다. 치환기로서, 예를 들어,  $R^{12}$ 에 대하여 설명된 하기 기들을 열거한다.
- [0110]  $R^{52}$  및  $R^{53}$ 이 각각, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 또는 서로 결합할 때 방향족 고리를 형성할 수 있는 기이고; 보다 바람직하게는 서로 결합할 때 방향족 고리를 형성할 수 있는 기이며; 더 바람직하게는 서로 결합할 때 질소 함유 방향족 고리를 형성할 수 있는 기이다.
- [0111]  $R^{54}$ 는 수소 원자나 치환기를 나타낸다. 치환기로서, 예를 들어,  $R^{11}$ 에 대하여 설명된 하기 기들을 열거한다.  $R^{54}$ 가, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 또는 헤테로아릴기이고; 보다 바람직하게는 아릴기 또는 헤테로아릴기이며; 더 바람직하게는 아릴기이다.
- [0112]  $L^{51}$ ,  $L^{52}$ ,  $n^{51}$ , 및  $n^{52}$ 는 각각 상기  $L^{41}$ ,  $L^{42}$ ,  $n^{41}$ , 및  $n^{42}$ 와 동일하고, 바람직한 범위도 동일하다.
- [0113] 본 발명의 전자 주입/수송 화합물로서, 질소 함유 6원 환식 화합물이 바람직하다. 특별한 제한이 없는 이러한 질소 함유 6원 환식 화합물은, 예를 들어 피리딘, 피라진, 피리미딘, 피리다진, 트리아진, 및 이러한 고리 (퀴놀린, 퀴놀살린 등) 를 포함하는 축합 고리 화합물을 포함한다. 그리고, 질소 함유 6원 단환식 화합물이 보다 바람직하다.
- [0114] 질소 함유 6원 환식 화합물로서, 식 (8) 내지 (11) 로 나타낸 화합물이 바람직하고, 식 (8), (10), 및 (11) 로 나타낸 화합물이 보다 바람직하며, 식 (8) 및 (11) 로 나타낸 화합물이 더욱 바람직하고, 식 (11) 로 나타낸 화합물이 특히 바람직하다.
- [0115] 식 (8) 내지 (11)을 설명한다.  $R^{81}$  내지  $R^{85}$ ,  $R^{91}$  내지  $R^{94}$ ,  $R^{101}$  내지  $R^{104}$ , 및  $R^{111}$  내지  $R^{113}$ 은 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타낸다. 그리고, 이러한 치환기로서, 하기에 나타낸  $R^{11}$ 로서 설명된 화합물을 언급한다. 치환기를 서로 결합하여 축합 고리 구조를 형성할 수 있다 (예를 들어, 벤조 축합 고리, 피리딘 축합 고리 등).

- [0116]  $R^{81}$  내지  $R^{85}$ ,  $R^{91}$  내지  $R^{94}$ ,  $R^{101}$  내지  $R^{104}$ , 및  $R^{111}$  내지  $R^{113}$ 은 각각 수소 원자, 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 불소 원자, 및 아미노기인 것이 바람직하다. 그러나, 이들 중, 수소 원자, 아릴기, 헤테로아릴기가 보다 바람직하다.
- [0117] 또한, 본 발명의 전자 주입/수송 화합물로서, 일본국특허공개공보 제2002-356489의 식 (I) 및 (II) 와 일본국특허공개공보 제2002-338579의 식 (I) 으로 나타낸 질소 함유 5원 또는 6원 환식 화합물이 바람직하다. 이러한 화합물의 바람직한 범위 및 화합물 예가 일본국특허공개공보 제2002-356489 및 일본국특허공개공보 제2002-338579에 설명되어 있다.
- [0118] (정공 주입/수송 화합물)
- [0119] 발광층에 함유된 정공 주입/수송 화합물은 발광층에서 정공을 주입하고 수송하는 역할을 하는 화합물을 포함한다. 이러한 화합물이 발광층에 함유될 때, 정공의 주입 또는 수송이 활성화되는 경우가 있다.
- [0120] 화합물을 이용하는 모드에 따라, 발광층에서 특정 화합물이 정공 주입/수송 화합물 또는 전자 주입/수송 화합물로 기능하는 경우가 있다. 예를 들어, 탄화수소계 방향족 화합물은 높은 전자 주입/수송 능력을 가진 화합물 (예를 들어, 질소 함유 복소환식 화합물, 금속 착물 등) 과의 결합에 이용되는 경우 정공 주입/수송 화합물로 기능하고, 높은 정공 주입/수송 능력을 가진 화합물 (예를 들어, 트리아릴아민 화합물 등) 과의 결합에 이용되는 경우 전자 주입/수송 화합물로 기능한다.
- [0121] 정공 주입/수송 화합물이, 바람직하게는 5.6 eV 내지 6.1 eV, 보다 바람직하게는 5.7 eV 내지 6.1 eV, 더 바람직하게는 5.7 eV 내지 6.0 eV, 및 특히 바람직하게는 5.8 eV 내지 6.0 eV의  $I_p$  값(이온화 전위)을 가진다.
- [0122] 발광층에서 정공 주입/수송 화합물의 농도가, 바람직하게는 10 wt% 내지 95 wt%, 보다 바람직하게는 15 wt% 내지 90 wt%, 더 바람직하게는 30 wt% 내지 85 wt%, 및 특히 바람직하게는 30 wt% 내지 80 wt%이다.
- [0123] 정공 주입/수송 화합물의 바람직한 예는, (벤젠 유도체, 안트라센 유도체, 및 피렌 유도체와 같은) 탄화수소계 방향족 유도체, (피롤 유도체, 인돌 유도체, 및 카르바졸 유도체와 같은) 피롤 유도체, 및 (트리벤조아제핀 유도체와 같은) 아제핀 유도체를 포함한다. 이들 화합물 중, 피롤 유도체가 보다 바람직하고, 식 (1) 로 나타낸 화합물이 더 바람직하다.
- [0124] 식 (1) 을 이하에 설명한다.  $R^{11}$  내지  $R^{15}$ 는 각각 수소 원자 또는 치환기를 나타내고, 이 치환기들이 서로 결합하여 고리 구조 (벤젠 고리 및 피리딘 고리와 같은) 를 형성할 수 있다.  $R^{11}$ 로 나타낸 치환기의 예는 알킬기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 및 특히 바람직하게는 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, t-부틸기, n-옥틸기, n-데실기, n-헥사데실기, 사이클로프로필기, 사이클로펜틸기, 및 사이클로헥실기와 같이 1 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기), 알케닐기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 및 특히 바람직하게는 비닐기, 알릴기, 2-부테닐기, 및 3-펜테닐기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기), 알킬닐기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기, 및 특히 바람직하게는 프로파질기 및 3-펜틸닐기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기), 아릴기 (바람직하게는 6 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기, 보다 바람직하게는 6 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기, 및 특히 바람직하게는 페닐기, p-메틸페닐기, 나프틸기, 및 안트라닐기와 같이 6 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기), 아실기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아실기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아실기, 및 특히 바람직하게는 아세틸기, 벤조일기, 포르밀기, 및 피발로일기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아실기), 술폰닐기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기, 및 특히 바람직하게는 메실기 및 토실기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기), 복소환식기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식기 및 보다 바람직하게는 헤테로 원자의 예가 질소 원자, 산소 원자, 및 황 원자를 포함하는, 이미다졸릴기, 피리딜기, 퀴놀릴기, 푸릴기, 티에닐기, 피페리딜기, 모르포리노기, 벤조사졸릴기, 벤지미다졸릴기, 벤즈티아졸릴기, 카르바졸릴기, 및 아제피닐기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식기), 및 시릴기 (바람직하게는 3 내지 40 개의 탄소 원자를 갖는 시릴기, 보다 바람직하게는 3 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 시릴기, 및 특히 바람직하게는 트리메틸시릴기 및 트리페닐시릴기와 같이 3 내지 24 개의 탄소 원자를 갖는 시릴기) 를 포함한다. 이러한 치환기는 더 치환될

수 있다.  $R^{12}$  내지  $R^{15}$ 로 나타낸 치환기의 예는 하기 치환기 그룹 A 의 치환기를 포함한다.

[0125] (치환기 그룹 A)

[0126] 예는 알킬기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 및 특히 바람직하게는 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, t-부틸기, n-옥틸기, n-데실기, n-헥사데실기, 사이클로프로필기, 사이클로펜틸기, 및 사이클로헥실기와 같이 1 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기), 알케닐기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 및 특히 바람직하게는 비닐기, 알릴기, 2-부테닐기, 및 3-펜테닐기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기), 알킬닐기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기, 및 특히 바람직하게는 프로파질기 및 3-펜틸닐기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알킬닐기), 아릴기 (바람직하게는 6 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기, 보다 바람직하게는 6 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기, 및 특히 바람직하게는 페닐기, p-메틸페닐기, 나프틸기, 및 안트라닐기와 같이 6 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴기), 아미노기 (바람직하게는 0 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아미노기, 보다 바람직하게는 0 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아미노기, 및 특히 바람직하게는 아미노기, 메틸아미노기, 디메틸아미노기, 디에틸아미노기, 디벤질아미노기, 디페닐아미노기, 및 디톨릴아미노기와 같이 0 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 아미노기), 알콕시기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시기, 및 특히 바람직하게는 메톡시기, 에톡시기, 부톡시기, 및 2-에틸헥실옥시기와 같이 1 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시기), 아릴옥시기 (바람직하게는 6 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시기, 보다 바람직하게는 6 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시기, 및 특히 바람직하게는 페닐옥시기, 1-나프틸옥시기, 및 2-나프틸옥시기와 같이 6 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시기), 복소환식 옥시기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 옥시기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 옥시기, 및 특히 바람직하게는 피리딜옥시기, 피라질옥시기, 피리미딜옥시기, 및 퀴놀릴옥시기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 옥시기), 아실기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아실기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아실기, 특히 바람직하게는 아세틸기, 벤조일기, 포르밀기, 및 피발로일기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아실기), 알콕시카르보닐기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐기, 및 특히 바람직하게는 메톡시카르보닐기 및 에톡시카르보닐기와 같이 2 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐기), 아릴옥시카르보닐기 (바람직하게는 7 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐기, 보다 바람직하게는 7 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐기, 및 특히 바람직하게는 페닐옥시카르보닐기와 같이 7 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐기), 아실옥시기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아실옥시기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아실옥시기, 및 특히 바람직하게는 아세톡시기 및 벤조일옥시기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 아실옥시기), 아실아미노기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아실아미노기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아실아미노기, 및 특히 바람직하게는 아세틸아미노기 및 벤조일아미노기와 같이 2 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 아실아미노기), 알콕시카르보닐아미노기 (바람직하게는 2 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐아미노기, 보다 바람직하게는 2 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐아미노기, 및 특히 바람직하게는 메톡시카르보닐아미노기와 같이 2 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 알콕시카르보닐아미노기), 아릴옥시카르보닐아미노기 (바람직하게는 7 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐아미노기, 보다 바람직하게는 7 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐아미노기, 및 특히 바람직하게는 페닐옥시카르보닐아미노기와 같이 7 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴옥시카르보닐아미노기), 술포닐아미노기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 술포닐아미노기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 술포닐아미노기, 및 특히 바람직하게는 메탄술포닐아미노기 및 벤젠술포닐아미노기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 술포닐아미노기), 술포모일기 (바람직하게는 0 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 술포모일기, 보다 바람직하게는 0 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 술포모일기, 및 특히 바람직하게는 술포모일기, 메틸술포모일기, 디메틸술포모일기, 및 페닐술포모일기와 같이 0 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 술포모일기), 카르바모일기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 카르바모일기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 카르바모일기, 및 특히 바람직하게는 카르바모일기, 메틸카르바모일기, 디에틸카르바모일기, 및 페닐카르바모일기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 카르바모일기), 알킬티오기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 알킬티오기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 알킬티오기, 및 특히 바람직하게는 메틸티오기 및 에틸티오기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 알킬티오기), 아릴티오기 (바람직하게는 6 내지 30

개의 탄소 원자를 갖는 아릴티오기, 보다 바람직하게는 6 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 아릴티오기, 및 특히 바람직하게는 페닐티오기와 같이 6 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 아릴티오기), 복소환식 티오기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 티오기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 티오기, 및 특히 바람직하게는 피리딜티오기, 2-벤지미다졸릴티오기, 2-벤조사졸릴티오기, 및 2-벤즈티아졸릴티오기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식 티오기), 술폰닐기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기, 및 특히 바람직하게는 메실기 및 토실기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 술폰닐기), 술피닐기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 술피닐기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 술피닐기, 및 특히 바람직하게는 메탄술피닐기 및 벤젠술피닐기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 술피닐기), 우레이도기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 우레이도기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 우레이도기, 및 특히 바람직하게는 우레이도기, 메틸우레이도기, 및 페닐우레이도기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 우레이도기), 인산 아미드기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 인산 아미드기, 보다 바람직하게는 1 내지 20 개의 탄소 원자를 갖는 인산 아미드기, 및 특히 바람직하게는 디에틸인산 아미드기 및 페닐인산 아미드기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 인산 아미드기), 수산기, 메르캅토기, (불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자, 및 요오드 원자와 같은) 할로겐 원자, 시아노기, 술폰기, 카르복실기, 니트로기, 하이드록사미산 기, 술피노기, 히드라지노기, 이미노기, 복소환식기 (바람직하게는 1 내지 30 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식기 및 보다 바람직하게는 헤테로 원자의 예가 질소 원자, 산소 원자, 및 황 원자를 포함하는, 이미다졸릴기, 피리딜기, 퀴놀릴기, 푸릴기, 티에닐기, 피페리딜기, 모르폴리노기, 벤조사졸릴기, 벤지미다졸릴기, 벤즈티아졸릴기, 카르바졸릴기, 및 아제피닐기와 같이 1 내지 12 개의 탄소 원자를 갖는 복소환식기), 시릴기 (바람직하게는 3 내지 40 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴기, 보다 바람직하게는 3 내지 30 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴기, 및 특히 바람직하게는 트리메틸시릴기 및 트리페닐시릴기와 같이 3 내지 24 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴기), 및 시릴옥시기 (바람직하게는 3 내지 40 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴옥시기, 보다 바람직하게는 3 내지 30 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴옥시기, 및 특히 바람직하게는 트리메틸시릴옥시기 및 트리페닐시릴옥시기와 같이 3 내지 24 개의 탄소 원자를 포함하는 시릴옥시기) 를 포함한다. 이러한 치환기는 더 치환될 수 있다.

[0127]  $R^{11}$ 이, 바람직하게는 알킬기, 아릴기, 또는 헤테로아릴기이고, 보다 바람직하게는 알킬기 또는 아릴기이다.

[0128]  $R^{12}$  내지  $R^{15}$ 가 각각, 바람직하게는 수소 원자, 알킬기, 또는 서로 결합할 때 벤젠 고리를 형성할 수 있는 기이다. 식 (1) 로 나타낸 화합물이 치환 또는 비치환 인돌이나 치환 또는 비치환 카르바졸인 것이 바람직하다.

[0129] 식 (1) 로 나타낸 화합물이, 식 (3) 으로 나타낸 화합물인 것이 바람직하다.

[0130] 식 (3) 을 이하에 설명한다.  $R^{32}$  내지  $R^{35}$ 는 각각 상기  $R^{12}$  내지  $R^{15}$ 와 동일하고, 바람직한 범위도 동일하다.

[0131]  $L^{31}$ 은 연결기를 나타낸다. 연결기는 폴리알킬렌, 폴리에스테르 등의 중합체 주쇄일 수 있다 (예를 들어, 폴리비닐피롤 유도체를 형성할 수 있다).  $L^{31}$ 이, 바람직하게는 아릴 연결기, 헤테로아릴 연결기, 알킬 연결기, 아미노 연결기 ( $n^{32}$ 가 1 이상의 정수를 나타내는 것이 바람직하다), 또는 알킬렌 중합체 주쇄이고, 보다 바람직하게는 아릴 연결기, 아미노 연결기 ( $n^{32}$ 가 1 이상의 정수를 나타내는 것이 바람직하다), 또는 알킬렌 주쇄이다.

[0132]  $L^{32}$ 는 2 가 이상의 연결기를 나타낸다.  $L^{32}$ 가, 바람직하게는 알킬렌기, 아릴렌기, 헤테로아릴렌기, 옥시젠 연결기, 카르보닐 연결기, 또는 아미노 연결기이고, 보다 바람직하게는 알킬렌기 또는 아릴렌기이다.

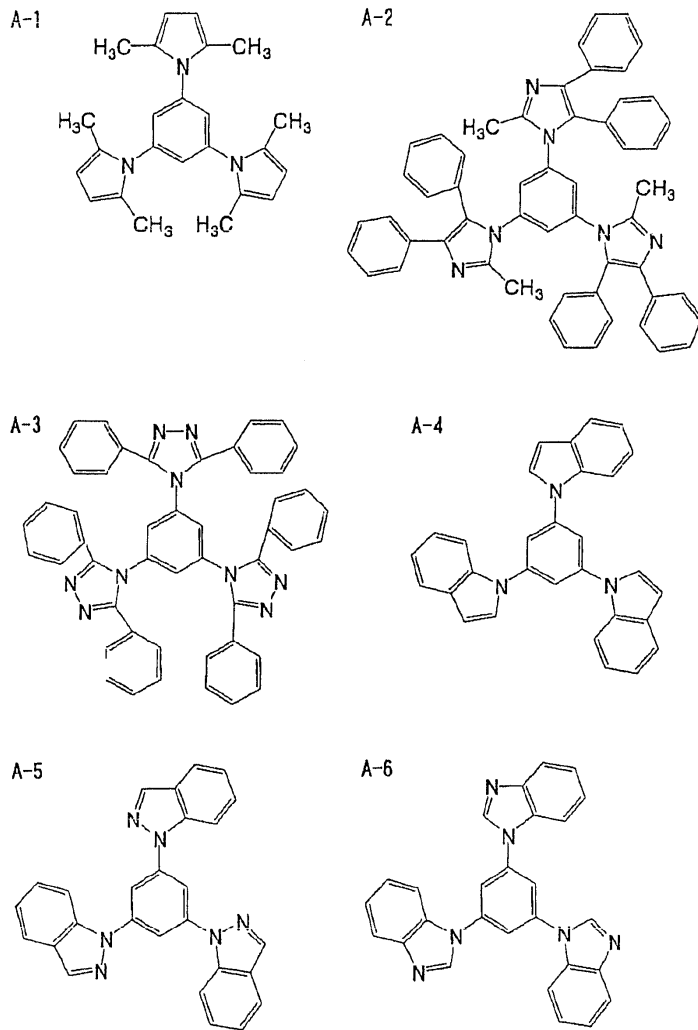
[0133]  $n^{31}$ 은 2 이상의 정수를 나타낸다.  $n^{31}$ 이 복수인 경우, 복수의 질소 함유 복소환식기가 동일하거나 다를 수 있다.  $L^{31}$ 이 중합체 주쇄가 아닌 경우,  $n^{31}$ 이, 바람직하게는 2 내지 6이고, 보다 바람직하게는 3 내지 4이다.  $L^{31}$ 이 중합체 주쇄인 경우,  $n^{31}$ 은 중합체 주쇄의 반복 단위에 대응하는 값이다 (예를 들어, 비닐카르

바줄이 100mer인 경우,  $n^{31}$ 은 100이다).

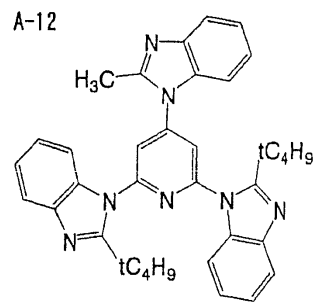
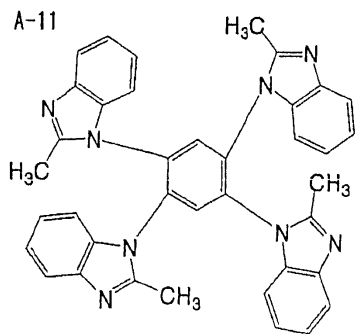
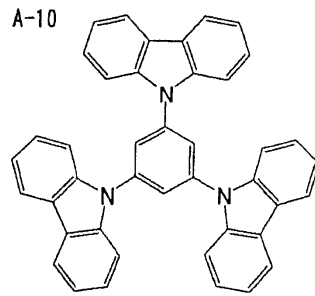
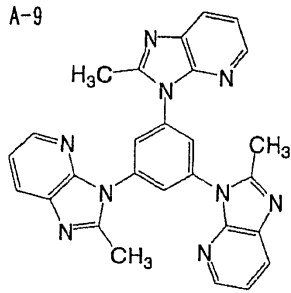
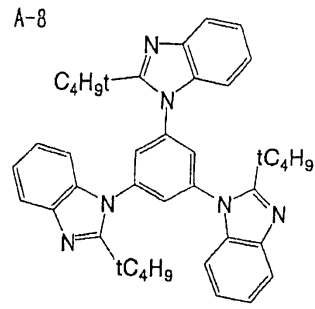
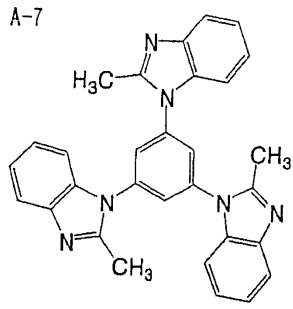
- [0134]  $n^{32}$ 가 0 내지 6, 바람직하게는 0 내지 3, 보다 바람직하게는 0 또는 1의 정수이다.  $n^{32}$ 가 복수인 경우, 복수의  $L^{32}$ 가 동일하거나 다를 수 있다.
- [0135] 전자 주입/수송 화합물 및 정공 주입/수송 화합물 각각이, 바람직하게는 100 °C 내지 500 °C, 보다 바람직하게는 110 °C 내지 300 °C, 및 더 바람직하게는 120 °C 내지 250 °C의 유리 전이점을 갖는다.
- [0136] 정공 주입/수송 화합물로 이용된 트리아릴아민 유도체로서, 식 (6) 으로 나타낸 화합물이 바람직하다.
- [0137] 식 (6) 을 설명한다.  $R^{61}$ ,  $R^{62}$ , 및  $R^{63}$ 은 각각 치환기를 나타낸다. 치환기로서, 상기  $R^{11}$ 로 설명된 것들을 언급한다. 2 개의 치환기가 서로 결합하여 환식 구조를 형성할 수 있다.  $R^{61}$ ,  $R^{62}$ , 및  $R^{63}$ 은 각각 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알케닐기, 알콕시기, 및 아미노기를 나타낸다. 이들 중, 알킬기, 아릴기, 및 헤테로아릴기가 보다 바람직하고, 아릴기 (예를 들어, 페닐기, 나프틸기, 페난트릴기, 트리페닐레닐기, 푸트라페닐레닐기, 등), 헤테로아릴기 (예를 들어, 피리딜기, 피라질기, 피리미딜기, 트리아질기, 벤조이미다졸릴기, 벤조사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 등) 가 더욱 바람직하다.
- [0138]  $n^{61}$ ,  $n^{62}$ , 및  $n^{63}$ 이 각각, 0 내지 5, 바람직하게는 1 내지 5, 보다 바람직하게는 1 내지 3의 정수를 나타낸다.  $n^{61}$ ,  $n^{62}$ , 및  $n^{63}$ 이 2 내지 5인 경우, 복수의  $R^{61}$ ,  $R^{62}$ , 및  $R^{63}$ 은 서로 동일하거나 다를 수 있다.
- [0139] 식 (6) 으로 나타낸 트리아릴아민 유도체로서, 모노아민 유도체 (분자에 단 하나의 트리아릴아민 구조를 갖는) 가 바람직하다.
- [0140] 정공 주입/수송 화합물로 이용된 탄화수소계 방향족 화합물로서, 식 (7) 로 나타낸 화합물이 바람직하다.
- [0141] 식 (7) 을 설명한다.
- [0142]  $R^{70}$  및  $R^{71}$ 은 각각 알킬기, 아릴기, 및 서로 결합할 때 (예를 들어, 나프탈렌 고리, 페난트렌 고리, 트리페닐렌 고리, 테트라페닐렌 고리 등과 같이) 탄화수소 고리를 형성할 수 있는 기를 나타낸다. 이러한 치환기들은 (상기  $R^{11}$ 로 설명한 바와 같은) 치환기를 더 가질 수 있다.
- [0143]  $R^{70}$  및  $R^{71}$ 이 각각 수소 원자, 아릴기, 또는 서로 결합할 때 탄화수소 고리를 형성할 수 있는 기인 것이 바람직하다. 특히,  $R^{70}$  및  $R^{71}$  중 2 개 이상이 아릴기이거나,  $R^{70}$  및  $R^{71}$  중 하나 이상의 쌍이 서로 결합할 때 탄화수소 고리를 형성할 수 있는 기인 것이 바람직하다.
- [0144] (녹색 또는 청색 인광 화합물)
- [0145] 본 발명에 이용된 녹색 또는 청색 인광 화합물 (본 명세서에서 간단하게 "인광 화합물" 이라고도 함) 은, EL 소자의 발광층에 함유될 때 한 쌍의 전극 사이로의 전계의 인가에 의하여 전자 주입/수송 화합물 및/또는 정공 주입/수송 화합물로부터의 에너지 전이에 의해 녹색 또는 청색 인광을 방출하는 화합물을 의미한다. 녹색 또는 청색 인광 화합물은 특별히 제한하지 않지만, 형광을 동시에 방출할 수 있는 화합물을 이용할 수 있다. 화합물은 EL 소자의 발광층에 함유될 때, 유기 EL 소자의 발광층으로부터 방출된 형광 강도와 비교하여 2 배 이상의 인광 강도를 갖는 것이 바람직하다. 이들 화합물 중, 10 배 이상의 인광 강도를 갖는 화합물이 보다 바람직하고, 100 배 이상의 인광 강도를 갖는 화합물이 더 바람직하다.
- [0146] 녹색 또는 청색 인광의 방출은 인광 방출 광의 피크 파장이 400 nm와 590 nm 사이, 바람직하게는 410 nm와 570 nm 사이, 보다 바람직하게는 410 nm와 560 nm 사이, 더욱 바람직하게는 420 nm와 550 nm 사이에 위치함을 의미한다.
- [0147] 본 발명에서, 인광 화합물로서, 형광을 방출할 수 있는 전이 금속 착물이 바람직하고; 이리듐 착물, 플래티늄 착물, 레늄 착물, 루테튬 착물, 팔라듐 착물, 로듐 착물, 및 희토류 착물이 보다 바람직하며; 이리듐 착물 및 플래티늄 착물이 더 바람직하고; 오르토카르보메탈화 이리듐 착물이 특히 바람직하며; 디플루오로페닐피리딘 리간드를 갖는 오르토카르보메탈화 이리듐 착물이 가장 바람직하다. 또한, 일본국특허공개공보 제2002-235076, 일본국특허공개공보 제2002-170684, 및 일본 특허 출원 번호 제 2001-239281 및 2001-248165에 설명된 디플루오로페닐피리딘 리간드를 갖는 오르토카르보메탈화 이리듐 착물이 바람직하다.

- [0148] 또한, US 6303238 B1, US 6097147, WO 00/57676, WO 00/70655, WO 01/08230, WO 01/39234 A2, WO 01/41512 A1, WO 02/02714 A2, WO 02/15645 A1, 일본국특허공개공보 제2001-247859, 일본 특허 출원 번호 제 2000-33561, 일본 특허 출원 번호 제 2001-189539, 일본 특허 출원 번호 제 2001-248165, 일본 특허 출원 번호 제 2001-33684, 일본 특허 출원 번호 제 2001-239281, 일본 특허 출원 번호 제 2001-219909, EP 1211257, 일본국 특허공개공보 제2002-226495, 일본국특허공개공보 제2002-234894, 일본국특허공개공보 제2001-247859, 일본국특허공개공보 제2001-298470, 일본국특허공개공보 제2002-173674, 일본국특허공개공보 제2002-203678, 일본국특허공개공보 제2002-203679 등을 포함하는 다양한 특허 문헌에 나타난, 청색 내지 녹색광을 방출하는 이러한 인광 화합물을 이용할 수 있다.
- [0149] 본 발명에서, 발광층의 인광 화합물의 농도가, 바람직하게는 1 wt% 내지 30 wt%, 보다 바람직하게는 2 wt% 내지 20 wt%, 및 더 바람직하게는 3 wt% 내지 15 wt%이다.
- [0150] 본 발명의 EL 소자의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 청색 전계 발광 소자에 대하여, 바람직하게는 350 nm 내지 500 nm, 보다 바람직하게는 400 nm 내지 500 nm, 더 바람직하게는 420 nm 내지 500 nm의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는다.
- [0151] 본 발명의 EL 소자에서, 청색 전계 발광 소자에 대하여, 본 발명의 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 62 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 350 nm 내지 500 nm의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 바람직하고; 본 발명의 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 63 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 350 nm 내지 490 nm의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 보다 바람직하며; 본 발명의 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 64 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 350 nm 내지 480 nm의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 더 바람직하고; 및 본 발명의 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 65 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 350 nm 내지 475 nm의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 특히 바람직하다. (참조로, 1 kcal/mole은 4.184 kJ/mol로 환산할 수 있다.)
- [0152] 본 발명의 EL 소자 중 녹색 전계 발광 소자에 대하여, 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 53 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 590 nm 이하의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 바람직하고; 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 55 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 인광 화합물로부터 획득된 인광이 570 nm 이하의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 보다 바람직하며; 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 56 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 560 nm 이하의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 더욱 바람직하고; 및 전자 주입/수송 화합물, 정공 주입/수송 화합물, 및 인광 화합물 각각이 57 kcal/mole 이상의  $T_1$  값을 갖고, 본 발명의 인광 화합물로부터 획득된 인광이 550 nm 이하의  $\lambda_{\max}$  (최대 방출 파장) 를 갖는 것이 특히 바람직하다.
- [0153] 본 발명의 인광 화합물의 인광 수명 (실온에서) 은 특별히 제한하지 않으나, 바람직하게는 1 ms 이하, 보다 바람직하게는 100  $\mu$ s 이하, 더욱 바람직하게는 10  $\mu$ s 이하이다.
- [0154] 본 발명의 식 (1) 내지 (5) 로 나타난 화합물은 각각 저분자 화합물 또는 올리고머 화합물이나 중합체 화합물 (중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) 이, 바람직하게는 1,000 내지 5,000,000, 보다 바람직하게는 2,000 내지 1,000,000, 및 더 바람직하게는 3,000 내지 100,000이다) 일 수 있다. 중합체 화합물의 경우에, 식 (1) 내지 (5) 의 각 구조를 중합체 주쇄에 포함하거나 중합체 측쇄에 포함할 수 있다. 또한, 중합체 화합물의 경우에, 중합체 화합물이 호모 중합체 화합물 또는 공중합체가 될 수 있다.

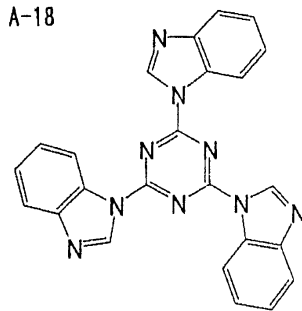
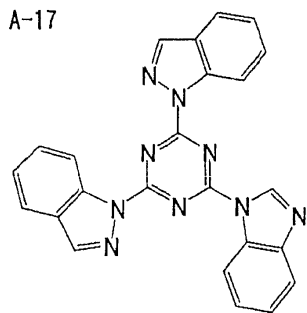
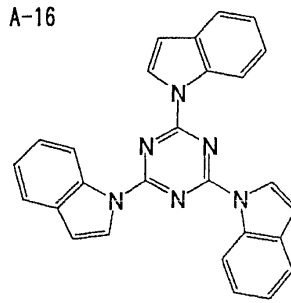
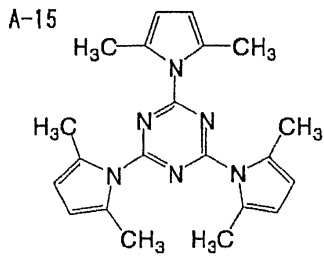
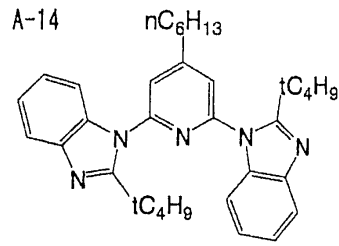
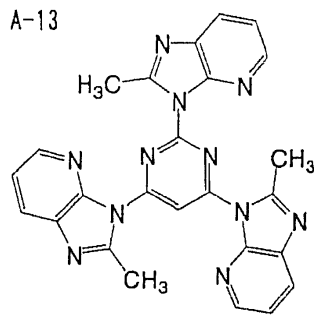
[0155] 다음으로, 본 발명의 화합물의 상세한 예를 이하에 나타내지만, 본 발명이 그에 제한되는 것은 아니다.



[0156]

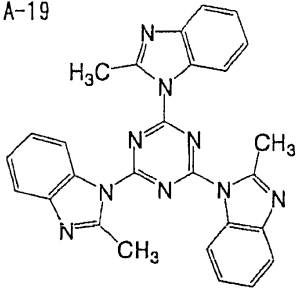


[0157]

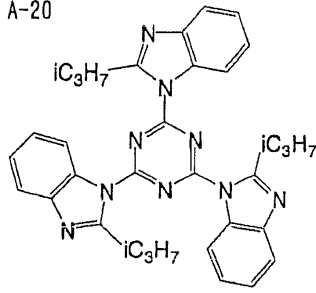


[0158]

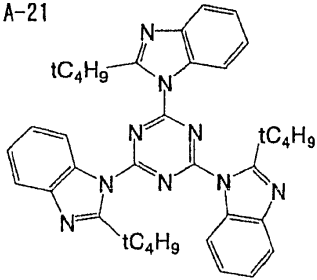
A-19



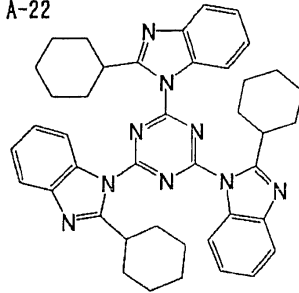
A-20



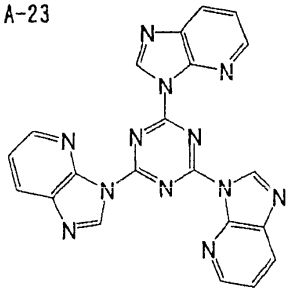
A-21



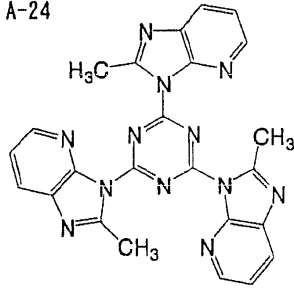
A-22



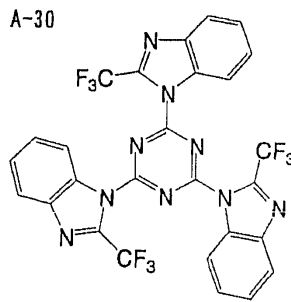
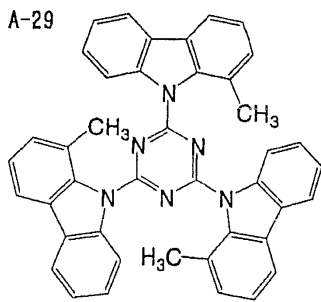
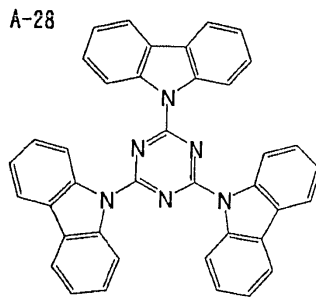
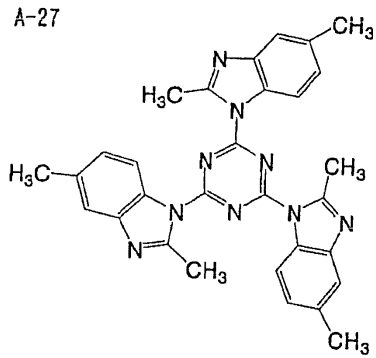
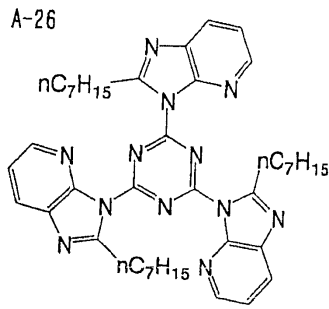
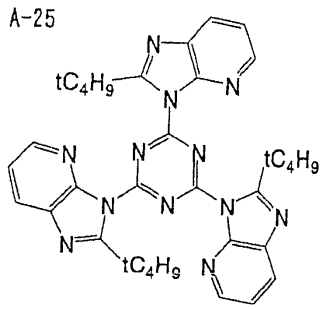
A-23



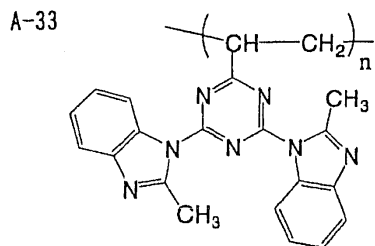
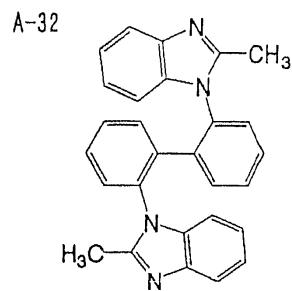
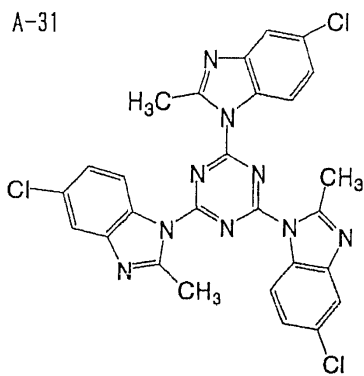
A-24



[0159]

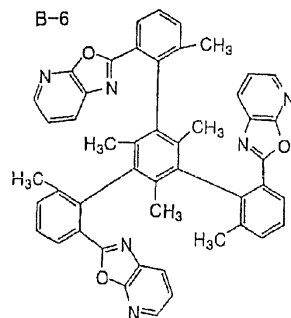
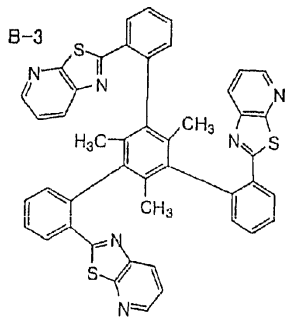
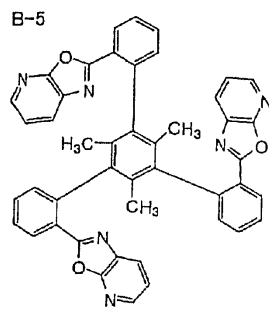
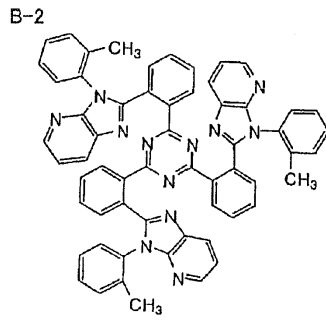
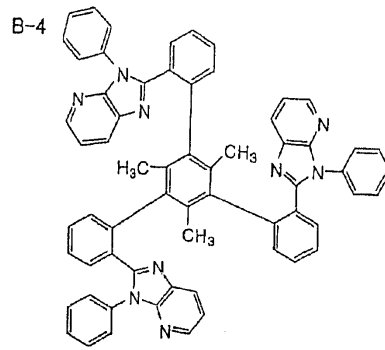
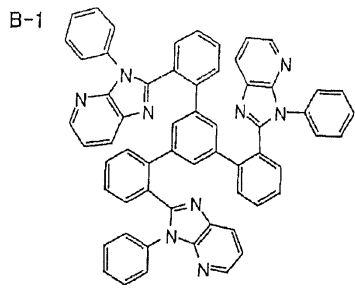


[0160]

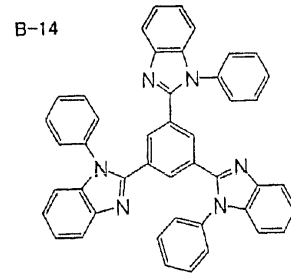
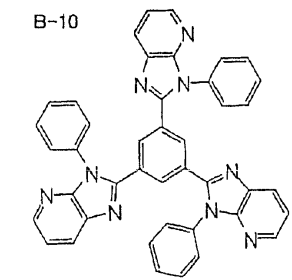
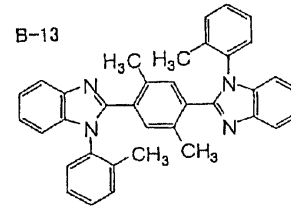
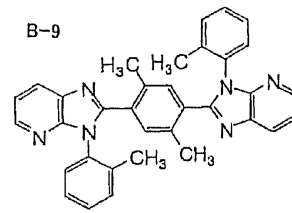
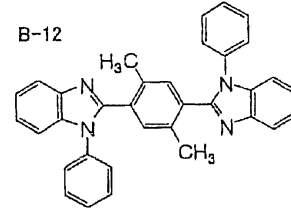
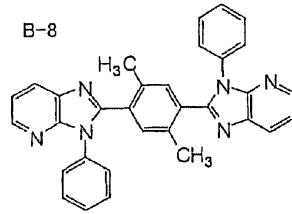
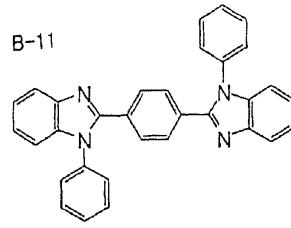
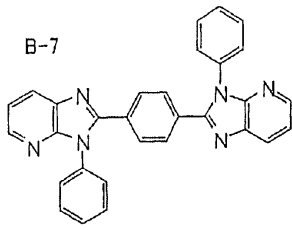


중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 14,100

[0161]

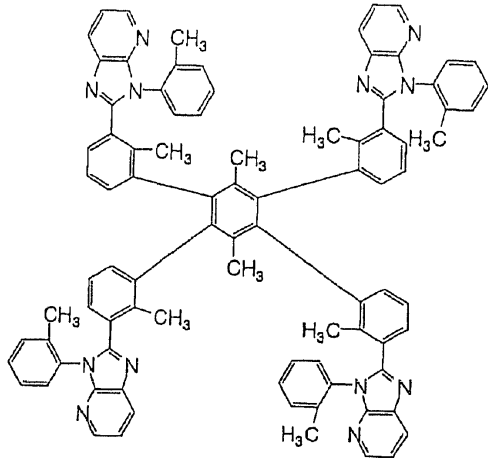


[0162]

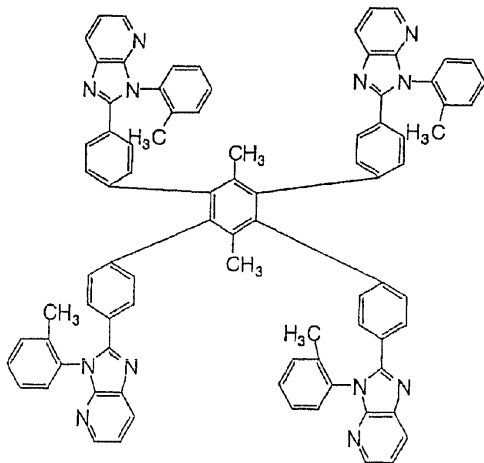


[0163]

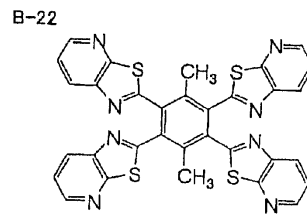
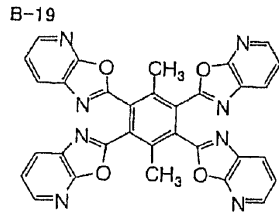
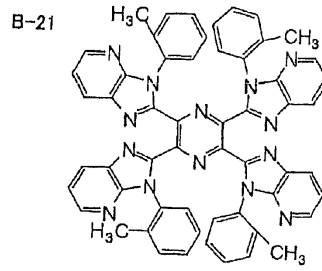
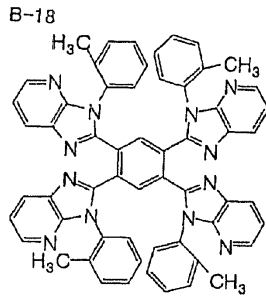
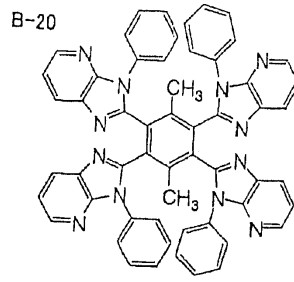
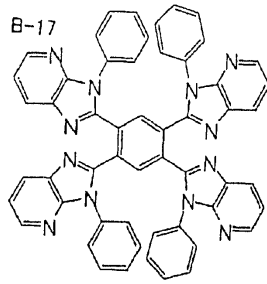
B-15



B-16

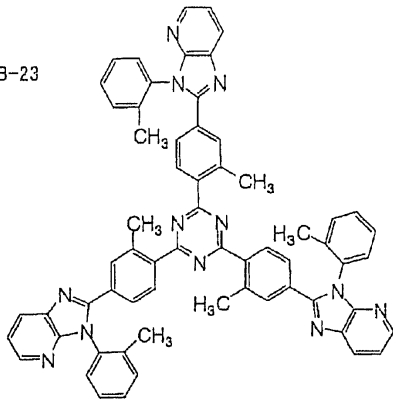


[0164]

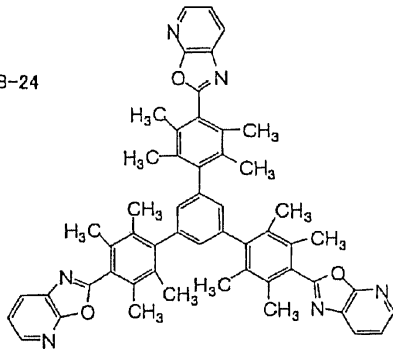


[0165]

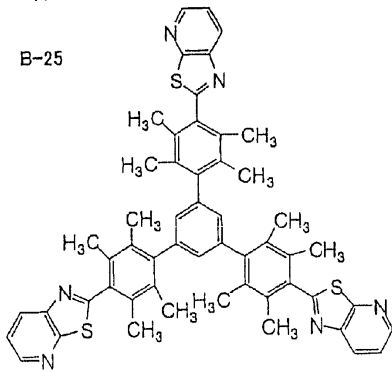
B-23



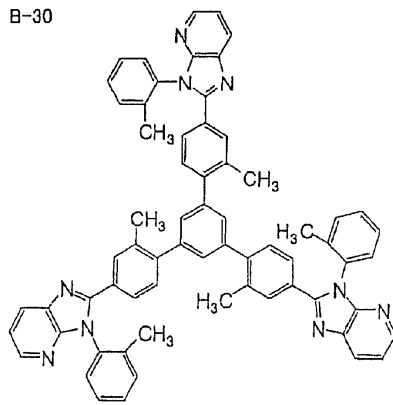
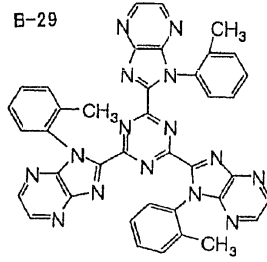
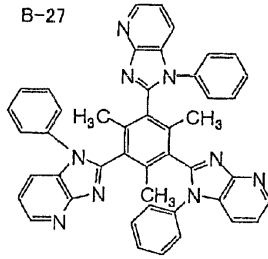
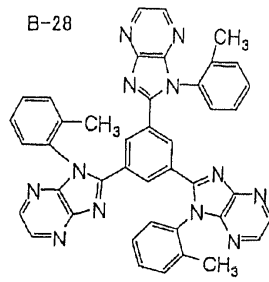
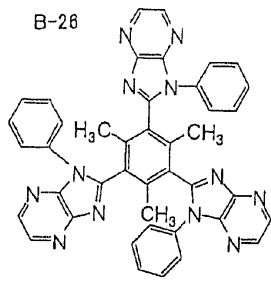
B-24



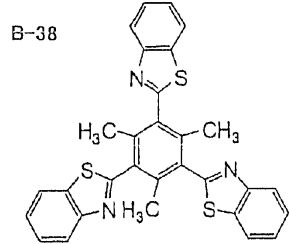
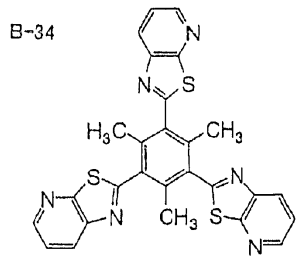
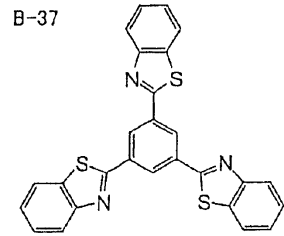
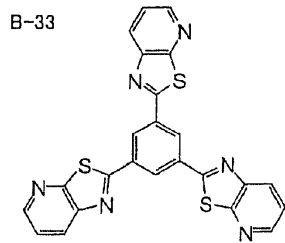
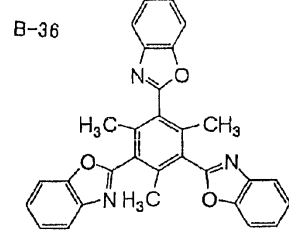
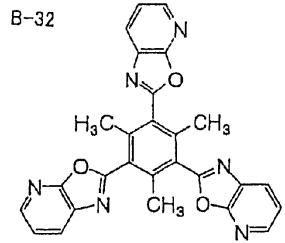
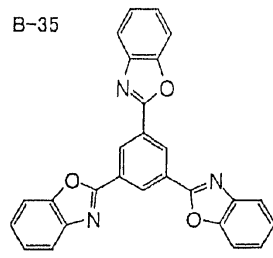
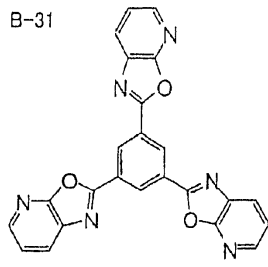
B-25



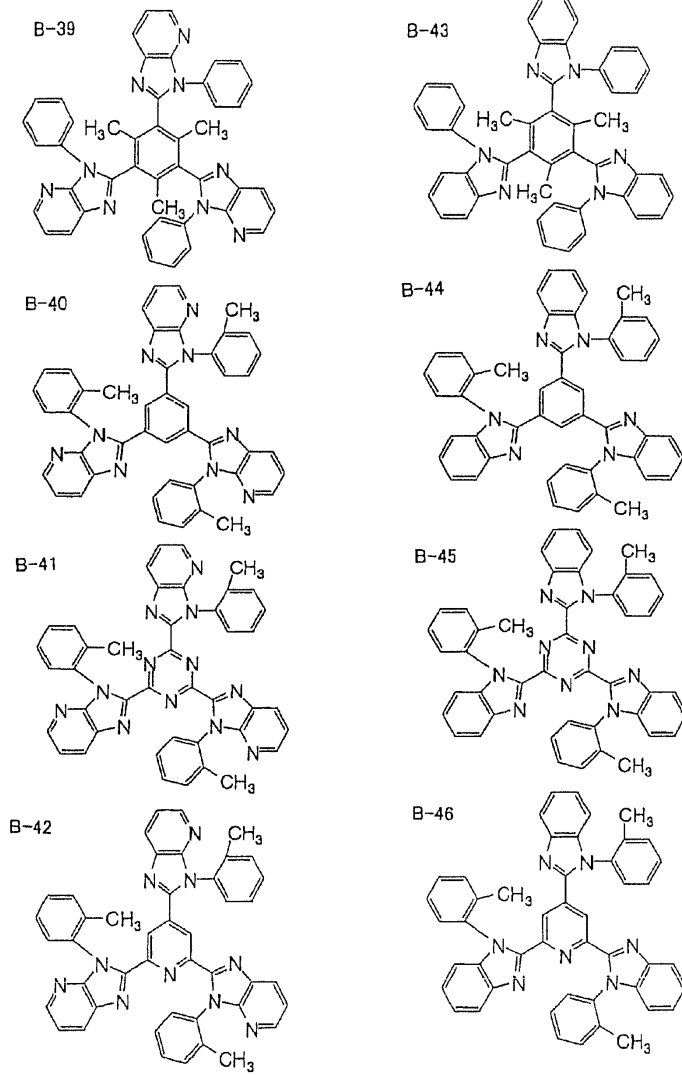
[0166]



[0167]

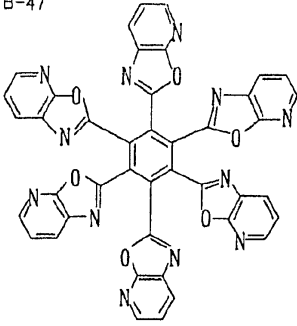


[0168]

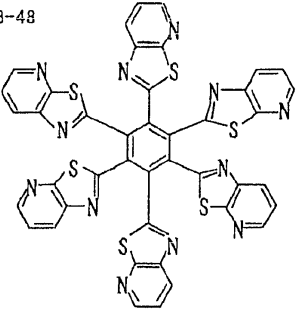


[0169]

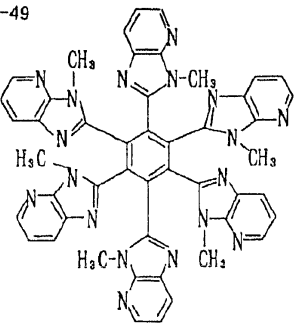
B-47



B-48

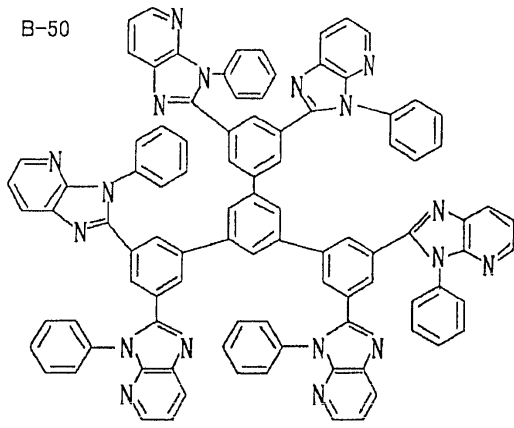


B-49

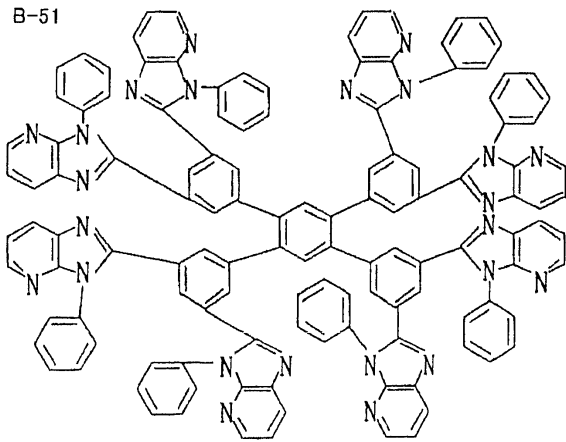


[0170]

B-50

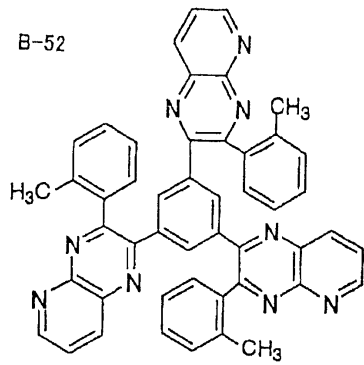


B-51

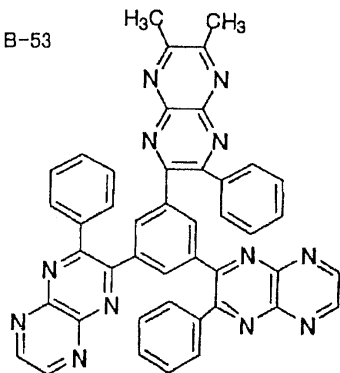


[0171]

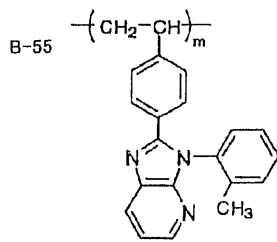
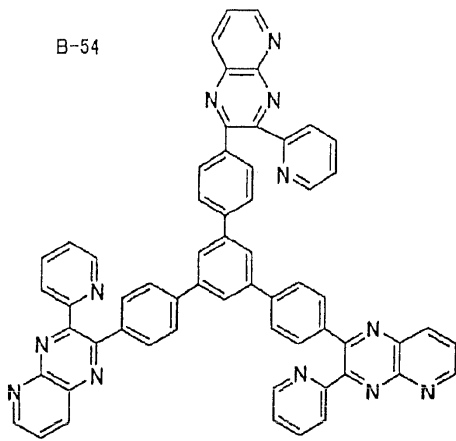
B-52



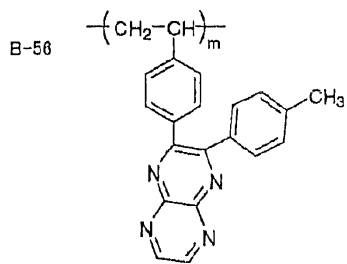
B-53



[0172]

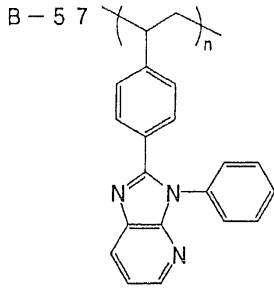


중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 21,000

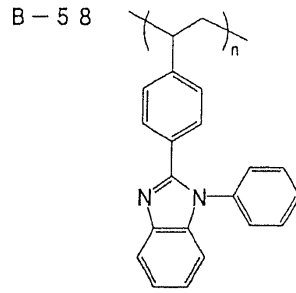


중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 14,000

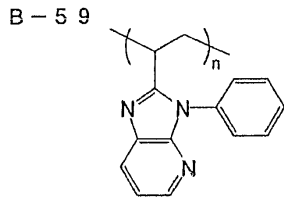
[0173]



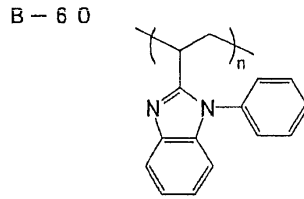
중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 84,000



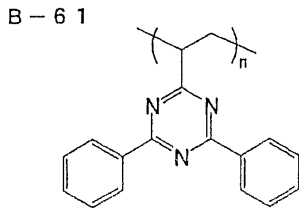
중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 100,000



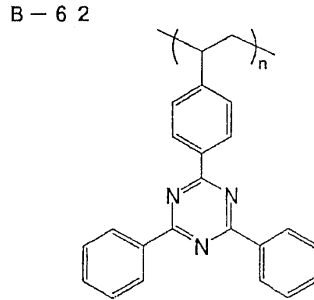
중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 71,000



중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 14,000



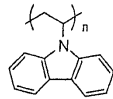
중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 32,000



중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 110,000

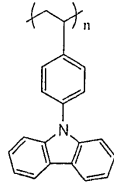
[0174]

B-63



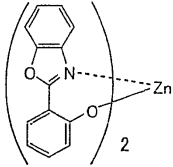
중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 35,000

B-64

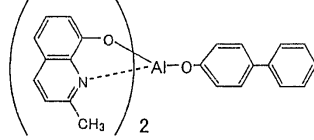


중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 26,000

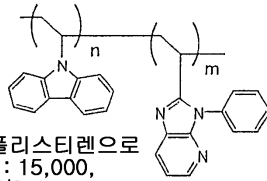
B-65



B-66

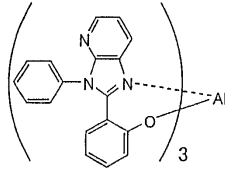


B-67

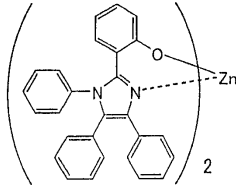


중량 평균 분자량 (폴리스티렌으로 환산함에 따라) : 15,000,  
n/m = 7/3

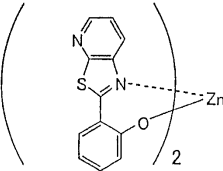
B-68



B-69

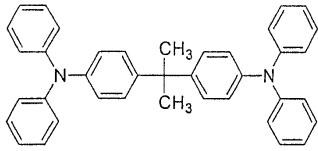


B-70

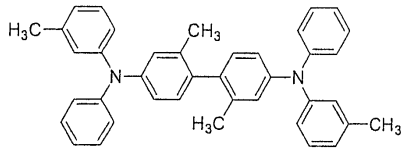


[0175]

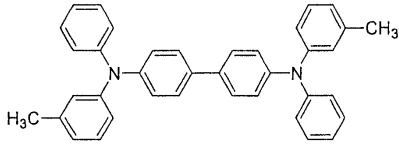
C-1



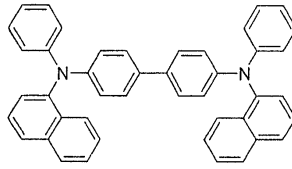
C-2



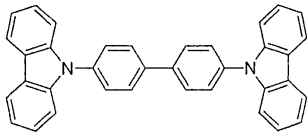
C-3



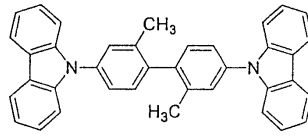
C-4



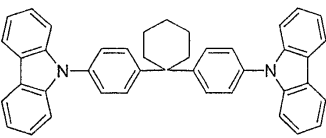
C-5



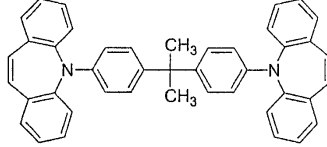
C-6



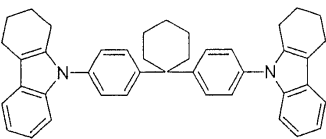
C-7



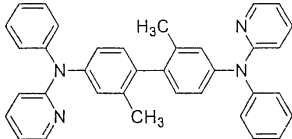
C-8



C-9

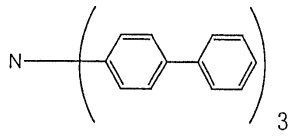


C-10

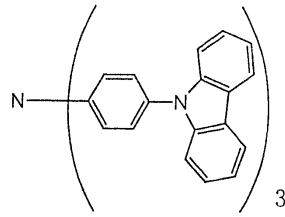


[0176]

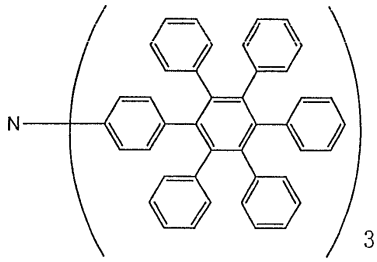
C-11



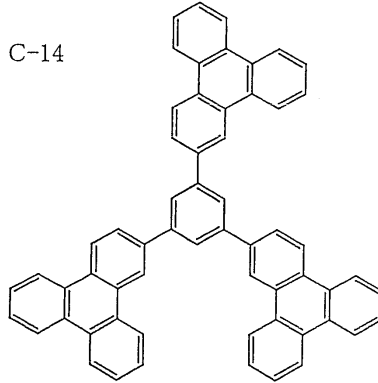
C-12



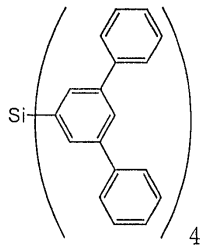
C-13



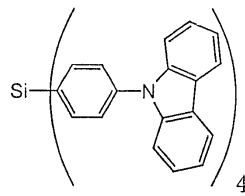
C-14



C-15

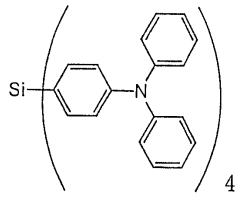


C-16

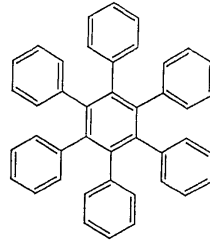


[0177]

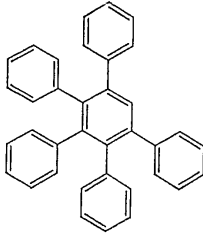
C-17



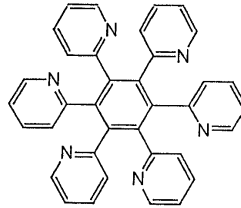
C-18



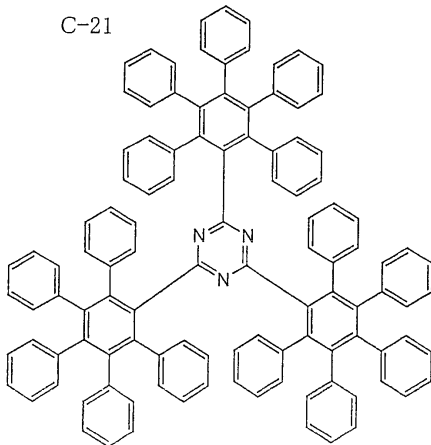
C-19



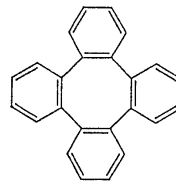
C-20



C-21

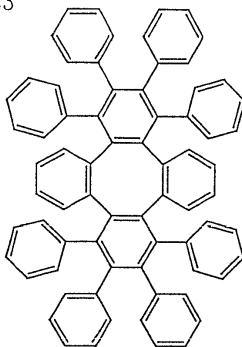


C-22

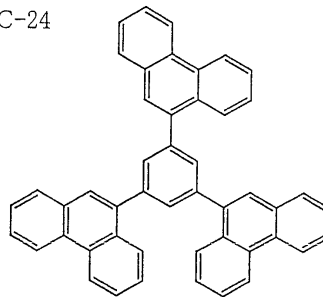


[0178]

C-23



C-24



[0179]

[0180] (본 발명의 EL 소자)

[0181] 본 발명의 EL 소자를 이하에 설명한다. 본 발명의 EL 소자는 시스템, 구동 방법, 및 이용 실시형태에 대해 특별히 제한하지 않는다.

[0182] 본 발명의 EL 소자의 유기 화합물층의 형성 방법은 특별히 제한하지 않는다. 예는 저항 가열 증착법, 전자 빔 법, 스퍼터링 (sputtering) 법, 분자 적층법, (스프레이 코팅, 딥 코팅, 주입, 롤 코팅, 그라비어 (gravure) 코팅, 역코팅, 롤 브러쉬 (roll brush) 코팅, 에어 나이프 (air knife) 코팅, 커튼 (curtain) 코팅, 스핀

(spin) 코팅, 플로우 (flow) 코팅, 바 (bar) 코팅, 마이크로 그라비어 코팅, 에어 닥터 (air doctor) 코팅, 블레이드 (blade) 코팅, 스퀴즈 (squeeze) 코팅, 전사 롤 코팅, 키스 (kiss) 코팅, 캐스트 (cast) 코팅, 압출 코팅, 와이어 바 (wire bar) 코팅, 및 스크린 (screen) 코팅과 같은 코팅법, 잉크젯법, 프린팅법, 및 전사법을 포함한다. 이들 중, 특성 및 제조 공정을 고려하여, 저항 가열 증착법, 코팅법, 및 전사법이 바람직하다.

- [0183] 본 발명의 EL 소자는 발광층 또는 발광층을 포함하는 복수의 유기 화합물 필름이 양극과 음극의 한 쌍의 전극 사이에 형성된 소자이다. 본 발명의 EL 소자는 발광층 이외에 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 전자 수송층, 및 보호층을 가질 수 있다. 또한, 이러한 각각의 층은 동시에 다른 기능을 가질 수 있다. 각 층의 형성에 있어서, 다양한 재료를 이용할 수 있다.
- [0184] 본 발명의 EL 소자는 공지의 다양한 방법으로 광 추출 효율성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 지지체의 표면 구성을 처리 (예를 들어, 미세한 요철 패턴의 형성), 지지체, ITO 층, 및 유기층의 굴절률 제어, 지지체, ITO 층, 및 유기층의 두께 조절 등의 방법으로 광 추출 효율성을 향상시켜 외부 양자 효율성을 높일 수 있다.
- [0185] 본 발명의 EL 소자는 방출된 광이 음극측으로부터 나오는 소위 전면 방출 타입일 수 있다.
- [0186] 본 발명의 EL 소자에 이용된 지지체 재료는 특별히 제한하지 않고, 안정화 지르코니아 이트륨, 유리 등과 같은 무기 재료, 예를 들어 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리(부틸렌 테레프탈레이트), 폴리(에틸렌 나프탈레이트) 등의 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리카르보네이트, 폴리에테르 술폰, 폴리아릴레이트, 아릴 디글리콜 카르보네이트, 폴리이미드, 폴리사이클로-올레핀, 노르보넨 수지, 폴리(클로로트리플루오로에틸렌), 테프론, 폴리테트라플루오로에틸렌-폴리에틸렌 공중합체 등과 같은 매크로 분자량 재료를 포함한다.
- [0187] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 결합시 단일 여기를 기본으로 하는 청색 전계 발광 소자를 이용할 수 있다.
- [0188] 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자의 발광층이 전자 수송 화합물 및 정공 수송 화합물의 하나 이상의 스테킹층 구조를 포함할 수 있다. 발광층 중, 또 다른 타입의 층 구조가 존재할 수 있다. 스테킹층의 개수가, 바람직하게는 2 내지 50개, 보다 바람직하게는 4 내지 30개, 및 더욱 바람직하게는 6 내지 20개이다.
- [0189] 스테킹층 구조를 구성하는 각 층의 두께는 특별히 제한하지 않으나, 바람직하게는 0.2 nm 내지 20 nm, 보다 바람직하게는 0.4 nm 내지 15 nm, 더욱 바람직하게는 0.5 nm 내지 10 nm, 및 특히 바람직하게는 1 nm 내지 5 nm이다.
- [0190] 본 발명의 유기 전계 발광 소자의 발광층에서, 각 전자 수송 화합물 및 정공 수송 화합물이 복수의 도메인 구조를 가질 수 있다. 발광층이 또 다른 타입의 도메인 구조를 더 포함할 수 있다. 이러한 각 도메인들의 크기가, 바람직하게는 0.2 nm 내지 10 nm, 보다 바람직하게는 0.3 nm 내지 5 nm, 더욱 바람직하게는 0.5 nm 내지 3 nm, 및 특히 바람직하게는 0.7 nm 내지 2 nm이다.
- [0191] 양극은 정공을 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층 등으로 공급한다. 양극으로서, 금속, 합금, 산화 금속, 전기전도성 화합물, 또는 그의 혼합물을 이용할 수 있다. 이들 중, 4 eV 이상의 일함수를 갖는 재료가 바람직하다. 상세한 예는 산화 주석, 산화 아연, 산화 인듐, 및 산화 인듐 주석 (ITO) 과 같은 전도성 산화 금속; 금, 은, 크롬, 및 니켈과 같은 금속; 상기 금속 및 전도성 산화 금속의 혼합물 또는 적층체; 요오드화 구리 및 황화 구리와 같은 무기 전도성 물질; 폴리아닐린, 폴리티오펜, 및 폴리피롤과 같은 유기 전도성 재료; 및 ITO와 그의 혼합물 또는 적층체를 포함한다. 이들 중, 전도성 산화 금속이 바람직하고, 생산성, 높은 전도성, 및 투명성의 관점에서 ITO가 특히 바람직하다. 양극의 필름 두께를 재료에 따라 적절하게 선택할 수 있지만, 일반적으로, 바람직하게는 10 nm 내지 5  $\mu$ m, 보다 바람직하게는 50 nm 내지 1  $\mu$ m, 및 더 바람직하게는 100 nm 내지 500 nm이다.
- [0192] 양극으로서, 소다 라임 유리, 무알칼리 유리, 및 투명 수지와 같은 기판 상에 형성된 층을 이용할 수 있다. 유리를 이용하는 경우, 재질에 있어서, 유리로부터 용출된 이온을 감소시키기 위하여 무알칼리 유리를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 소다 라임 유리를 이용하는 경우, 상부에 실리카와 같은 배리어 (barrier) 코트가 제공된 소다 라임 유리를 이용하는 것이 바람직하다. 기판의 두께는 기계적 강도를 충분히 유지할 수 있는 한 특별히 제한하지 않는다. 유리를 이용하는 경우, 일반적으로는 0.2 mm 이상, 바람직하게는 0.7 mm 이상의 두께를 갖는 유리를 이용한다.

- [0193] 양극의 제조에 있어서, 재료에 따라 다양한 방법을 이용할 수 있다. 예를 들어, ITO의 경우에, 전자 빔법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법, (졸-겔 법과 같은) 화학 반응법, 산화 인듐-주석 분산 코팅법 등으로 필름을 형성한다.
- [0194] 양극에서, 소자의 구동 전압을 낮출 수 있고, 린싱하거나 다른 처리를 하여 발광 효율성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, ITO의 경우, UV-오존 처리, 플라즈마 처리 등이 효과적이다.
- [0195] 음극은 전자 주입층, 전자 수송층, 발광층 등으로 전자를 공급하고, 전자 주입층, 전자 수송층, 및 발광층과 같은 인접층의 음극에 대한 점착력, 이온화 전위, 안정성 등을 고려하여 선택한다. 음극의 재료로서, 금속, 합금, 할로겐화 금속, 산화 금속, 전기 전도성 화합물, 또는 그의 혼합물을 이용할 수 있다. 상세한 예는 알칼리 금속 (Li, Na, 및 K와 같은) 또는 그의 불화물, 알칼리성 토금속 (Mg 및 Ca와 같은) 또는 그의 불화물, 금, 은, 납, 알루미늄, 나트륨-칼륨 합금 또는 그의 혼합 금속, 리튬-알루미늄 합금 또는 그의 혼합 금속, 마그네슘-은 합금 또는 그의 혼합 금속 및 인듐 및 이테르븀과 같은 희토류 금속을 포함한다. 이들 중, 4 eV 이하의 일함수를 갖는 재료가 바람직하고; 알루미늄, 리튬-알루미늄 합금 또는 그의 혼합 금속, 및 마그네슘-은 합금 또는 그의 혼합 금속이 보다 바람직하다. 음극은 상기 화합물 또는 혼합물의 단일층 구조 이외에, 상기 화합물 또는 혼합물을 포함하는 적층체 구조도 또한 가질 수 있다. 예를 들어, 불화 알루미늄/리튬 및 산화 알루미늄/리튬과 같은 적층체 구조가 바람직하다. 음극의 필름 두께를 재료에 따라 적절하게 선택할 수 있으나, 일반적으로, 바람직하게는 10 nm 내지 5  $\mu\text{m}$ , 보다 바람직하게는 50 nm 내지 1  $\mu\text{m}$ , 및 보다 바람직하게는 100 nm 내지 1  $\mu\text{m}$ 의 범위이다.
- [0196] 음극 형성에 있어서, 전자 빔법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법, 코팅법, 전사법 등을 이용할 수 있다. 단일 금속을 증착하거나, 2 개 이상의 성분을 동시에 증착할 수 있다. 또한, 복수의 금속을 동시에 증착하여, 합금 전극을 형성할 수 있다. 또한, 미리 제조된 합금을 증착할 수 있다. 양극과 음극의 시트 저항 (sheet resistance) 이 낮은 것이 바람직하고, 수백  $\Omega/\square$  ( $\Omega/\text{스퀘어}$ ) 미만인 것이 바람직하다.
- [0197] 발광층의 재료로서, 자계의 인가시에 양극, 정공 주입층, 또는 정공 수송층으로부터 정공을 주입할 뿐만 아니라 음극, 전자 주입층, 또는 전자 수송층으로부터 전자를 주입할 수 있는 기능, 주입된 전하를 수송하는 기능, 또는 정공과 전자의 재결합의 필드를 제공하여 광을 방출시킬 수 있는 기능을 갖는 층을 형성할 수 있는 임의의 재료를 이용할 수 있다. 본 발명의 화합물 이외의 재료의 예는 벤조사졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 스티릴벤젠, 폴리페닐, 디페닐부타디엔, 테트라페닐부타디엔, 나프탈이미드, 쿠마린, 페릴렌, 페리논, 옥사디아졸, 알다진, 피랄리진, 사이클로펜타디엔, 비스-스티릴안트라센, 퀴나크리돈, 피로피리딘, 티아디아졸로피리딘, 사이클로펜타디엔, 스티릴아민, 방향족 디메틸리덴 화합물, 8-퀴놀리놀 금속 착물 또는 희토류 착물로 나타낸 다양한 금속 착물, (폴리티오펜, 폴리페닐렌, 및 폴리페닐렌비닐렌과 같은) 중합체 화합물, 유기 실란, 이리듐 트리스-페닐피리딘 착물, 플래티늄 포르피린 착물로 나타낸 인광을 방출할 수 있는 전이 금속 착물, 및 그의 유도체를 포함한다. 발광층의 필름 두께는 특별히 제한하지 않으나, 일반적으로, 바람직하게는 1 nm 내지 5  $\mu\text{m}$ , 보다 바람직하게는 5 nm 내지 1  $\mu\text{m}$ , 및 더 바람직하게는 10 nm 내지 500 nm이다.
- [0198] 발광층의 형성법은 특별히 제한하지 않는다. 예는 저항 가열 증착법, 전자 빔법, 스퍼터링법, 분자 적층법, 코팅법, 잉크젯법, 프린팅법, LB법, 및 전사법을 포함한다. 이들 방법 중, 저항 가열 증착법 및 코팅법이 바람직하다.
- [0199] 발광층은 단일층 또는 복수의 층일 수 있고, 각 층은 서로 다른 발광으로 전자를 방출한다. 예를 들어, 백색 발광을 유발할 수 있다. 백색 발광을 단일 발광층으로부터 방출할 수 있다.
- [0200] 정공 주입층 및 정공 수송층의 재료로서, 양극으로부터 정공을 주입하는 기능, 정공을 수송하는 기능, 또는 음극으로부터 주입된 전자를 장벽하는 기능 중 하나의 기능을 갖는 임의의 재료를 이용할 수 있다. 상세한 예는 카바졸, 트리아졸, 옥사졸, 옥사디아졸, 이미다졸, 폴리아릴알칸, 피라졸린, 피라졸론, 페닐렌디아민, 아릴아민, 아미노 치환 살론, 스티릴안트라센, 플루오레논, 히드라존, 스티벤, 실라잔, 방향족 3급 아민 화합물, 스티릴아민 화합물, 방향족 디메틸리덴계 화합물, 포르피린계 화합물, 폴리실란계 화합물, 폴리-N-비닐카바졸, 아릴렌계 공중합체, 티오펜 올리고머, 및 폴리티오펜과 같은 전도성 고분자 올리고머, 유기 실란, 탄소 필름, 본 발명의 화합물, 및 상기 화합물들의 유도체를 포함한다. 정공 주입층 및 정공 수송층의 필름 두께는 특별히 제한하지 않으나, 일반적으로, 바람직하게는 1 nm 내지 5  $\mu\text{m}$ , 보다 바람직하게는 5 nm 내지 1  $\mu\text{m}$ , 및 더 바람직하게는 10 nm 내지 500 nm의 범위이다. 정공 주입층과 정공 수송층 각각은 하나 또는 2 종류 이상의 상기 재료로 이루어진 단일층 구조, 또는 서로 동일하거나 다르게 형성된 복수의 층을 포함하는 다층 구조일 수

있다.

[0201] 정공 주입층 및 정공 수송층의 형성 방법의 예는 진공 증착법, LB법, 용매 내 상기 정공 주입/수송 재료의 분산 또는 용액 코팅법, 잉크젯법, 프린팅법, 및 전사법을 포함한다. 코팅법의 경우, 정공 주입/수송 재료를 수지 성분과 함께 용해하거나 분산할 수 있다. 수지 성분의 예는 염화 폴리비닐, 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리부틸 메타크릴레이트, 폴리에스테르, 폴리술폰, 산화 폴리페닐렌, 폴리부타디엔, 폴리(N-비닐카바졸), 탄화수소 수지, 케톤 수지, 페녹시 수지, 폴리아미드, 에틸 셀룰로오스, 폴리비닐 아세테이트, ABS 수지, 폴리우레탄, 멜라민 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 알키드 수지, 에폭시 수지, 및 실리콘 수지를 포함한다.

[0202] 전자 주입층 및 전자 수송층의 재료로서, 음극으로부터 전자를 주입하는 기능, 전자를 수송하는 기능, 또는 양극으로부터 주입된 전자를 장벽하는 기능 중 하나의 기능을 갖는 임의의 재료를 이용할 수 있다. 상세한 예는 트리아진, 옥사졸, 옥사디아졸, 이미다졸, 플루오레논, 안트라퀴노디메탄, 안트론, 디페닐퀴논, 이산화 티오피란, 카르보디미드, 플루오레닐리덴메탄, 디스티릴피라진, 나프탈렌, 페릴렌과 같은 방향족 고리 테트라카르복실산 무수물, 프타시아닌과 8-퀴놀리놀 유도체와 같은 금속 착물 및 리간드로서 금속 프탈로시아닌, 벤족사졸, 또는 벤조티아졸을 포함하는 금속 착물로 나타낸 금속 착물, 유기 실란, 및 상기 화합물들의 유도체를 포함한다. 전자 주입층 및 전자 수송층의 필름 두께는 특별히 제한하지 않으나, 일반적으로, 바람직하게는 1 nm 내지 5 μm, 보다 바람직하게는 5 nm 내지 1 μm, 및 더 바람직하게는 10 nm 내지 500 nm의 범위이다. 전자 주입층 및 전자 수송층 각각은 하나 또는 2 종류 이상의 상기 재료로 만들어진 단일층 구조, 또는 서로 동일하거나 다르게 형성된 복수의 층을 포함하는 다층 구조가 될 수 있다.

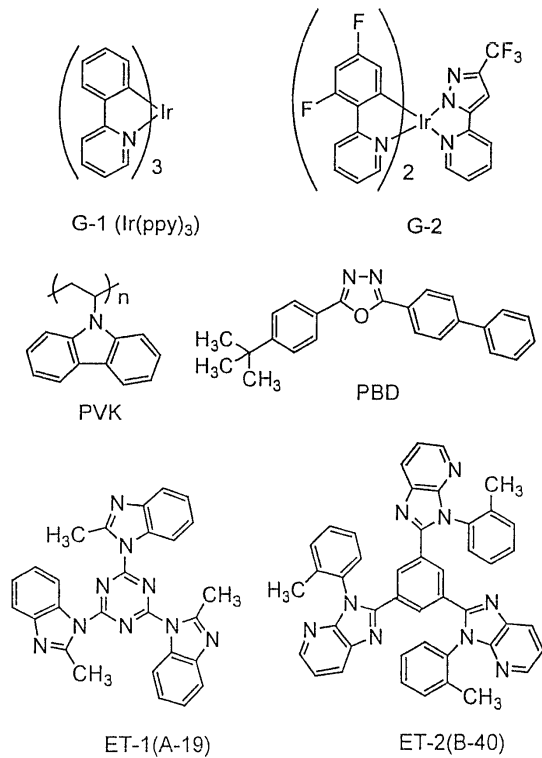
[0203] 전자 주입층과 전자 수송층의 형성 방법의 예는 진공 증착법, LB법, 용매 내 상기 전자 주입/수송 재료의 분산 또는 용액 코팅법, 잉크젯법, 프린팅법, 및 전사법을 포함한다. 코팅법의 경우, 전자 주입/수송 재료를 수지 성분과 함께 용해하거나 분산할 수 있다. 수지 성분의 예는 상기 정공 주입/수송층에서 열거한 성분을 포함한다.

[0204] 보호층의 재료로서, 물 및 산소와 같이 소자의 저하를 촉진시키는 물질이 소자에 들어가는 문제를 저지하는 기능을 갖는 임의의 재료를 이용할 수 있다. 상세한 예는 (In, Sn, Pb, Au, Cu, Ag, Al, Ti, 및 Ni와 같은) 금속, (MgO, SiO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, GeO, NiO, CaO, BaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 TiO<sub>2</sub>와 같은) 산화 금속, (MgF<sub>2</sub>, LiF, AlF<sub>3</sub>, 및 CaF<sub>2</sub>와 같은) 불화 금속, (SiN<sub>x</sub> 및 SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>와 같은) 질화물, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리이미드, 폴리우레아, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 폴리디클로로디플루오로에틸렌, 클로로트리플루오로에틸렌 및 디클로로디플루오로에틸렌의 공중합체, 에틸렌 및 하나 이상의 공단일체의 단일체 혼합물의 공중합으로 획득된 공중합체, 공중합 주쇄에 환식 구조를 갖는 불소 함유 공중합체, 1 % 이상의 수분 흡수 계수를 갖는 수분 흡수 물질, 및 0.1 % 이하의 수분 흡수 계수를 갖는 내습성 물질을 포함한다.

[0205] 보호층의 형성 방법은 특별히 제한하지 않는다. 예는 진공 증착법, 스퍼터링법, 반응성 스퍼터링법, MBE (molecular beam epitaxy) 법, 클러스터 (cluster) 이온 빔법, 이온 플레이팅 (plating) 법, 플라즈마 증합법 (고주파수 이온 플레이팅법), 플라즈마 CVD법, 레이저 CVD법, 열 CVD법, 가스원 (gas source) CVD법, 코팅법, 프린팅법, 및 전사법을 포함한다.

[0206] 실시예

[0207] 본 발명을 실시예를 참조하여 이하에 보다 상세하게 설명하지만, 본 발명을 그에 한정하지 않는다.



[0208]

[0209] 실시예 1:

[0210] 상부에 ITO가 두께 150 nm의 필름 (Tokyo Sanyo Vacuum Co., Ltd. 제조) 을 형성하는 25 mm × 25 mm × 0.7 mm의 크기의 유리 기판을 투명 지지 기판으로 이용한다. 이 투명 지지 기판을 예칭하고 린싱한다. ITO 유리 기판 상에, 베이트론 P (PEDOT-PSS (폴리에틸렌디옥시테오펜-폴리스티렌술포산 도핑된 재료) 분산, Bayer AG 제조) 를 스핀 코팅한 후, 진공 상태에서 100 °C로 1 시간 동안 건조하여, 정공 수송층 (필름 두께: 약 100 nm) 을 제공한다. 정공 수송 화합물로 40 mg의 폴리-N-비닐카르바졸 (PVK), 1 mg의 인광 화합물 G-1 (Ir(ppy)<sub>3</sub>), 6 mg의 전자 수송 화합물 ET-1을 3.8 g의 클로로포름에 용해시키고, 이 용액을 상기 기판 (필름 두께: 약 50 내지 70 nm) 상에서 스핀 코팅한 뒤, 진공 상태에서 100 °C로 30 분 동안 건조한다. 이와 같이 획득된 기판은 실온의 기판 온도의 조건 및 10<sup>-3</sup> 내지 10<sup>-4</sup> Pa의 진공 하에서 각각 약 36 nm 및 1 nm의 필름 두께로 전자 수송 재료 ET-2 및 LiF를 증착하는 공정에 투입한다. 패터닝한 마스크 (발광 영역: 5 mm × 4 mm) 를 그 사이에 배치하고, 약 200 nm의 필름 두께로 알루미늄으로 증착하여, 소자를 제조한다. 부수적으로는, 이렇게 제조된 소자를 건조 글로브 박스에 밀봉한다.

[0211] 실시예 2:

[0212] 실시예 1의 소자에서 발광층에 첨가되는 전자 수송 재료 ET-1을 ET-2로 대체하였다는 점을 제외하고 실시예 1에서와 동일한 방식으로 소자를 제조한다.

[0213] 실시예 3:

[0214] 실시예 1의 소자에서 G-1을 G-2로 대체하고 증착되는 전자 수송층에서 ET-2를 ET-1으로 대체하였다는 점을 제외하고 실시예 1에서와 동일한 방식으로 소자를 제조한다.

[0215] 비교예 1:

[0216] 실시예 1의 소자에서 발광층에 첨가되는 전자 수송 재료 ET-1을 첨가하지 않는다는 점을 제외하고 실시예 1에서

와 동일한 방식으로 소자를 제조한다.

[0217] 비교예 2:

[0218] 실시예 1의 소자에서 발광층에 첨가되는 전자 수송 재료 ET-1을 PBD로 대체하고, G-1을 G-2로 대체하며, 증착되는 전자 수송층에서 ET-2를 ET-1으로 대체하였다는 점을 제외하고 실시예 1에서와 동일한 방식으로 소자를 제조한다.

[0219] 실시예 및 비교예에 이용된 소자의 각 발광 파장 및 외부 양자 효율성을 결정한다. 즉, 직류 정전압을 각 소자에 인가하고, (주) 도요 (Toyo Corporation) 에서 제조한 소스 측정 유닛 2400을 이용하여 광을 방출한다.

회도를 (주) 탑콘 (Topcon Corporation) 에서 제조한 회도 측정계 BM-8을 이용하여 측정하고, 발광 파장 및 CIE 색도도를 (주) 하마마츠 포토닉스 (Hamamatsu Photonics K.K.) 에서 제조한 분광 분석기 PMA-11을 이용하여 측정한다. 외부 양자 효율성을 회도 감소법에 따른 수치에 따라 계산한다. 획득된 결과를 하기 표에 요약한다.

[0220] [표 1]

	발 광 층			전자 수송층	발광 파장 (nm)	외부 양자 효율성 (%)	측정시 휘도 (cd/m <sup>2</sup> )
	주화합물	부화합물	전자수송재료				
실시 예 1	PVK	G-1	ET-1	ET-2	515	16.8	88
실시 예 2	PVK	G-1	ET-2	ET-2	515	10.6	107
비교 예 1	PVK	G-1	Nil	ET-2	515	6.9	127
실시 예 3	PVK	G-2	ET-1	ET-1	462	9.2	94
비교 예 2	PVK	G-2	PBD	ET-1	462	1.3	109

[0221]

또한, 각 화합물의 T<sub>1</sub> 에너지 레벨 값을 하기 표에 나타낸다.

[0223] [표 2]

화 합 물	T <sub>1</sub> 레벨 (kcal/mole)
ET-1	68
ET-2	60
PBD	55
PVK	65
G-1	60
G-2	65

[0224]

[0225] 실시예 4:

[0226] 실시예 3의 소자 및 비교예 1의 소자 각각이 300 cd/m<sup>2</sup>로 광을 방출하였고, 휘도 반수명을 측정하였다. 실시예 3의 소자는 비교예 1의 약 2 배의 반수명을 갖는다.

[0227] 실시예 5:

[0228] TPD (N,N'-디페닐-N,N'-디(o-토릴)벤지딘) 를 50 nm 의 두께로 ITO 기판 상에 증착한 다음, A-10 (본 발명의 화합물, T<sub>1</sub> = 65 kcal/mole) 및 ET-1 (본 발명의 화합물) 과 G-2 (본 발명의 화합물, T<sub>1</sub> = 65 kcal/mole) 를 36 nm의 두께와 65/35의 중량비로 증착하였다. ET-1 (본 발명의 화합물) 을 36 nm의 두께로 그 위에서 더 증착하였다. 음극을 실시예 1에서와 동일한 방식으로 증착하여, 소자를 제조하였다. 평가 결과, EL<sub>max</sub> = 465 nm의 청색 발광을 12%의 외부 양자 효율성으로 획득하였다.

[0229] 실시예 6:

[0230] ET-1 대신에 B-68 ( $T_1 = 60$  kcal/mole) 을 이용하고 G-2 대신에 G-1을 이용하여 평가하였다는 점을 제외하고 실시예 1에서와 동일한 방식으로 소자를 제조하였다. 그 결과,  $EL_{max} = 520$  nm의 녹색 발광을 18%의 외부 양자 효율성으로 획득하였다.

[0231] 비교예 3:

[0232] 40 mg의 PVK, 12 mg의 PBD, 및 1 mg의 G-1 ( $T_1 = 60$  kcal/mole) 을 2.5 mL의 디클로로에탄에 용해하였고, 이 용액을 ITO 기판 상에 스핀 코팅하였다 (20 초 동안 2,000 rpm으로). 음극을 실시예 1에서와 동일한 방식으로 증착하여 소자를 제조하였다. 평가 결과,  $EL_{max} = 515$  nm의 녹색 발광을 3%의 외부 양자 효율성으로 획득하였다.

[0233] 비교예 4:

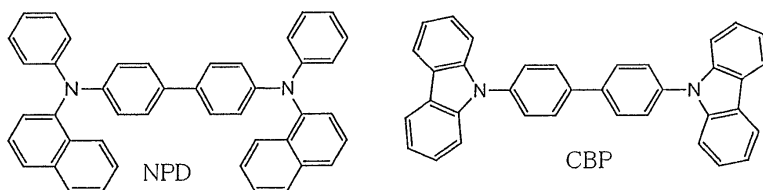
[0234] 일본국특허공개공보 제2002-305085의 실시예 3에 설명한 바와 같이, 적색 EL 소자의 적색 인광 재료 (PtOEP) 대신에 녹색 발광 재료 G-1을 이용하여 소자를 제조하였다. 구리 프탈로시아닌을 ITO 기판 상에 20 nm의 두께로 증착한 다음,  $\alpha$ -NPD (N,N'-디페닐-N,N'-디( $\alpha$ -나프틸)-벤지딘) 을 30 nm의 두께로 증착하였다. 또한,  $BAIq_2$  (비스(8-하이드록시-2-메틸-퀴놀리나토)-비페닐옥시-알루미늄 착물,  $T_1 = 55$  kcal/mole 이하),  $\alpha$ -NPD ( $I_p = 5.5$  eV,  $T_1 = 57$  kcal/mole 이하), 및 G-1을 20/80/4의 중량비로 증착하였다. 또한,  $BAIq_2$ 를 10 nm의 두께로 더 증착한 다음, Alq (트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄 착물)를 40 nm의 두께로 증착하였다. 그런 다음, 음극을 실시예 1에서와 동일한 방식으로 증착하여, 소자를 제조하였다. 평가 결과,  $EL_{max} = 515$  nm의 녹색 발광을 6%의 외부 양자 효율성으로 획득하였다.

[0235] 비교예 5:

[0236] G-1 대신에 청색 발광 재료 G-2를 이용하여 평가하였다는 점을 제외하고 비교예 4에서와 동일한 방식으로 소자를 제조하였다. 그 결과,  $EL_{max} = 465$  nm의 청색 발광을 3%의 외부 양자 효율로 획득하였다.

[0237] 비교예 6:

[0238] 구리 프탈로시아닌을 린성한 ITO 기판 상에 10 nm의 두께로 증착하고, NPD를 50 nm의 두께로 증착하였다. 그런 다음, NPD 층 상에 본 발명의 화합물 중 하나인 CBP ( $T_1 = 60$  kcal/mol) 및  $Ir(ppy)_3$  ( $T_1 = 60$  kcal/mol) 을 36 nm의 두께와 17:1의 질량비로 증착하였다. 또한, 이 층 상에, 본 발명의 화합물 중 하나인 ET-2 ( $T_1 = 60$  kcal/mol) 를 36 nm의 두께로 증착하였다. 그런 다음, 음극을 실시예 1에서와 동일한 방식으로 증착하여, 소자를 제조하였다. 평가 결과,  $EL_{max} = 515$  nm의 녹색 발광을 5%의 외부 양자 효율성으로 획득하였다.



[0239] 실시예 7:

[0241] CBP 대신에, 본 발명의 화합물 A-28 (전자 주입/수송 화합물,  $T_1 = 65$  Kcal/mol) 및 C-12 (정공 주입/수송 화합

물,  $T_1 = 62$  Kcal/mol)의 혼합물을 1:1의 질량비로 비교예 6에서와 동일한 방식으로 소자의 제조를 위하여 이용하였다. 제조된 소자의 평가 결과, 녹색광이 Ir(ppy)<sub>3</sub>에 의하여  $EL_{max} = 515$  nm에서 방출되었다. 그리고, 8%의 외부 양자 효율성을 획득하였다. 500 cd/m<sup>2</sup>에서의 작동 내구성을 평가하여, 비교예 6의 소자의 약 4배의 반감기를 제공하였다.

[0242] 실시예 8:

[0243] CBP 대신에, ET-2 (전자 주입/수송 화합물) 및 CBP (정공 주입/수송 화합물)의 혼합물을 1:10의 질량비로 비교예 6에서와 동일한 방식으로 소자를 제조하기 위하여 이용하였다. 제조된 소자의 평가 결과, 녹색광이 Ir(ppy)<sub>3</sub>에 의하여  $EL_{max} = 515$  nm에서 방출되었다. 그리고, 7%의 외부 양자 효율성을 획득하였다. 500 cd/m<sup>2</sup>에서의 작동 내구성을 평가하여, 비교예 6의 소자의 약 3배의 반감기를 제공하였다.

[0244] 실시예 9:

[0245] CBP 대신에, C-18 (전자 주입/수송 화합물,  $T_1 = 65$  Kcal/mol) 및 C-12 (정공 주입/수송 화합물,  $T_1 = 62$  Kcal/mol)의 혼합물을 1:1의 질량비로 비교예 6에서와 동일한 방식으로 소자를 제조하기 위하여 이용하였다. 제조된 소자의 평가 결과, 녹색광이 Ir(ppy)<sub>3</sub>에 의하여  $EL_{max} = 515$  nm에서 방출되었다. 그리고, 6%의 외부 양자 효율성을 획득하였다. 500 cd/m<sup>2</sup>에서의 작동 내구성을 평가하여, 비교예 6의 소자의 약 2배의 반감기를 제공하였다.

[0246] 실시예 10:

[0247] CBP 대신에, C-22 (전자 주입/수송 화합물,  $T_1 = 68$  Kcal/mol) 및 C-12 (정공 주입/수송 화합물,  $T_1 = 65$  Kcal/mol)의 혼합물을 1:2의 질량비로 비교예 6에서와 동일한 방식으로 소자를 제조하기 위하여 이용하였다. 제조된 소자의 평가 결과, 녹색광이 Ir(ppy)<sub>3</sub>에 의하여  $EL_{max} = 515$  nm에서 방출되었다. 그리고, 7%의 외부 양자 효율성을 획득하였다. 500 cd/m<sup>2</sup>에서의 작동 내구성을 평가하여, 비교예 6의 소자의 약 3배의 반감기를 제공하였다.

[0248] 실시예 11:

[0249] 린성한 ITO 지지체 상에, 구리 프탈로시아닌을 10 nm의 두께로 증착한 다음, NPD를 50 nm의 두께로 증착하였다. 제조된 층 상에, 본 발명의 화합물 C-12 (정공 주입/수송 화합물,  $T_1 = 62$  kcal/mol) 및 Ir(ppy)<sub>3</sub>를 1 nm의 두께와 17:1의 질량비로 증착하였다. 그런 다음, A-28 (전자 주입/수송 화합물,  $T_1 = 65$  kcal/mol) 및 Ir(ppy)<sub>3</sub>를 1 nm의 두께와 17:1의 질량비로 증착하였다. 이러한 사이클을 18회 반복하여 약 36 nm 두께의 발광층을 제공하였다. 이 발광층 상에 36 nm 두께로 ET-2를 증착하여, 소자를 비교예 6에서와 동일한 방식으로 제조하였다. 획득된 소자의 평가 결과, 녹색광이 Ir(ppy)<sub>3</sub>에 의하여  $EL_{max} = 515$  nm에서 방출되었다. 그리고, 8%의 외부 양자 효율성을 획득하였다. 500 cd/m<sup>2</sup>에서의 작동 내구성을 평가하여, 비교예 6의 소자의 약 5배의 반감기를 제공하였다.

[0250] 상기 결과로부터, 높은  $T_1$  값을 갖는 전자 수송 재료를 발광층에 첨가하는 본 발명에 따른 소자는, PBD가 발광층에 첨가된 소자 및 단 2 가지 종류의 화합물만 발광층에 첨가된 소자와 비교하여 높은 외부 양자 효율성을 갖는다. 또한, 에너지 레벨이 규제된 본 발명에 따른 소자는 높은 발광 효율성으로 청색 및/또는 녹색의 광을 방출할 수 있다.

[0251] 본 발명에 따르면, 녹색 또는 청색광을 방출할 수 있고 높은 휘도와 외부 양자 효율성을 가지며 우수한 내구성을 갖는 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0252]

본 명세서는 2002년 12월 27일에 출원된 일본 특허 출원 제2002-381014호, 및 2003년 12월 8일에 출원된 일본 특허 출원 제2003-409183호를 기초로 하고, 상세하게 나타낸 바와 같이 내용 전체가 참고로서 여기에 첨부되어 있다.