



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월13일

(11) 등록번호 10-1560102

(24) 등록일자 2015년10월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C09K 11/06* (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-0183559
- (22) 출원일자 2014년12월18일  
 심사청구일자 2014년12월18일
- (30) 우선권주장  
 1020140162927 2014년11월20일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004071380 A\*  
 JP2012082136 A\*  
 JP2009021336 A\*  
 KR1020140009918 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**주식회사 엘지화학**  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자  
**허정오**  
 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
**이동훈**  
 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
**허원준**  
 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
- (74) 대리인  
**정순성**

전체 청구항 수 : 총 10 항

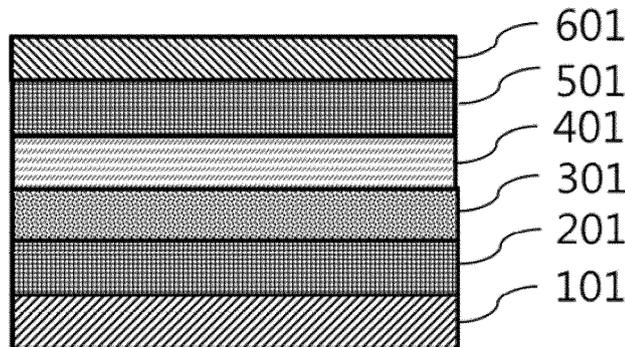
심사관 : 지무근

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자**

**(57) 요약**

본 명세서는 유기 발광 소자에 관한 것이다.

**대표도** - 도1



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

애노드;

캐소드;

상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 구비된 발광층; 및

상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 유기물층을 포함하고,

상기 발광층은 형광 도펀트를 포함하며,

상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 유기물층은 하기 식 1을 만족하고, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고,

청색 형광 발광을 하는 것인 유기 발광 소자:

[식 1]

$$0 \text{ eV} < \lambda_- - \lambda_+ < 0.3 \text{ eV}$$

식 1에 있어서,

$\lambda_-$  는 음이온 라디칼의 재배향 에너지 값을 의미하고,

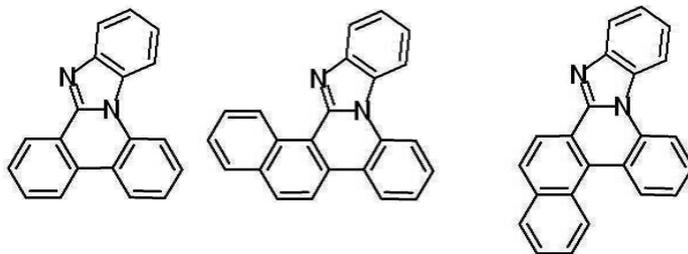
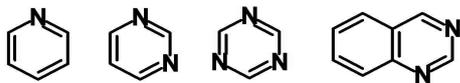
$\lambda_+$ 는 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값을 의미하며,

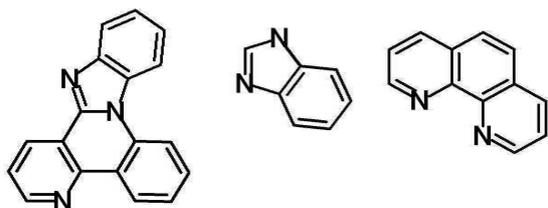
[화학식 1]

**Het—L—D1**

화학식 1에 있어서,

Het는 하기 함질소 헤테로고리기 중 어느 하나이고,

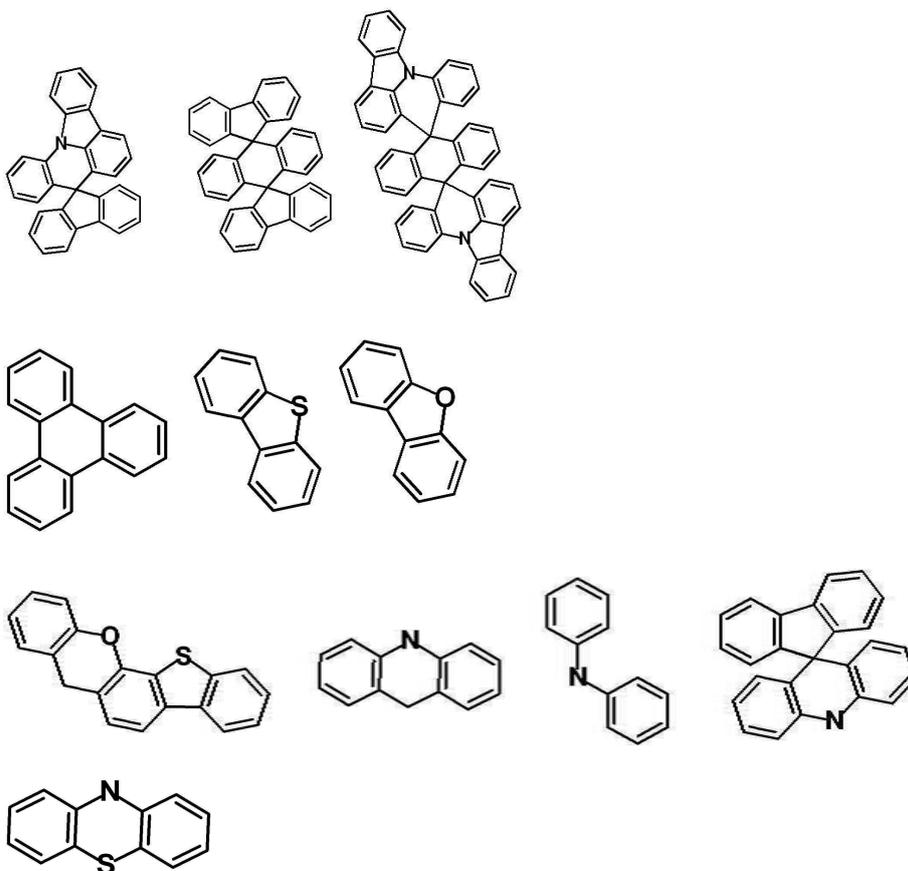




상기 Het는 시아노기; 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환되며,

L은 직접결합; 페닐렌기; 비페닐렌기; 터페닐렌기; 또는 나프틸렌기이고,

D1은 하기 p-타입 구조 중 어느 하나이며,



상기 D1은 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서,

상기 식 1을 만족하는 화합물의 이온화 퍼텐셜 값은 5.5 eV 이상 6.5 eV 미만인 것인 유기 발광 소자.

**청구항 3**

청구항 1에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 하기 식 2를 만족하는 것인 유기 발광 소자:

[식 2]

$$|\Delta IP| < 0.5 \text{ eV}$$

식 2에 있어서,

$\Delta IP$ 는 상기 식 1을 만족하는 화합물의 이온화 퍼텐셜 값과 상기 발광층의 호스트 재료의 이온화 퍼텐셜 값의 차를 의미한다.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,

상기 식 1을 만족하는 화합물의 전자 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것인 유기 발광 소자.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,

상기 식 1을 만족하는 화합물의 정공 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것인 유기 발광 소자.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

청구항 1에 있어서,

상기 발광층은 550nm 이하의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함하는 것인 유기 발광 소자.

**청구항 8**

청구항 1에 있어서,

상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 전자수송층, 전자주입층 또는 전자수송과 전자주입을 동시에 하는 층인 것인 유기 발광 소자.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 상기 발광층과 접하여 구비되는 것인 유기 발광 소자.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

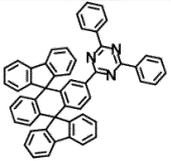
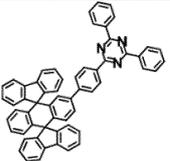
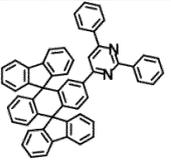
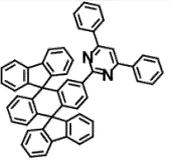
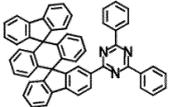
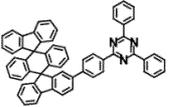
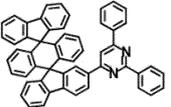
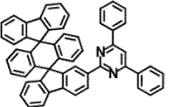
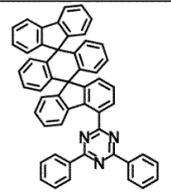
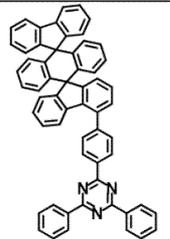
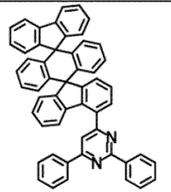
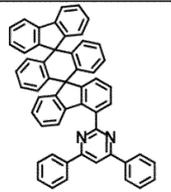
삭제

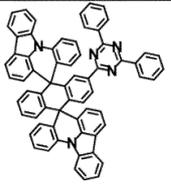
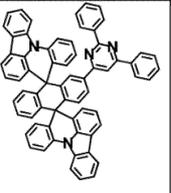
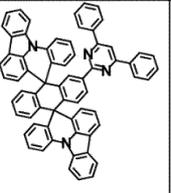
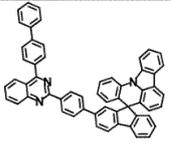
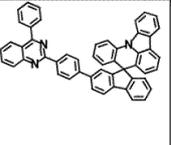
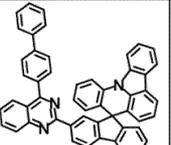
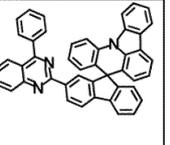
청구항 19

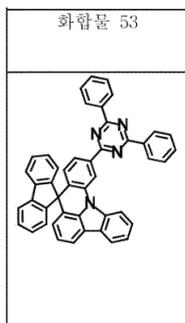
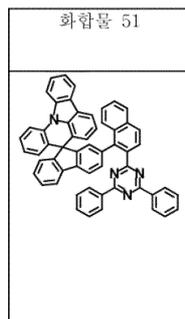
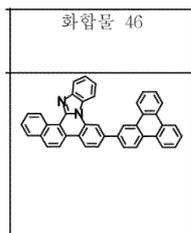
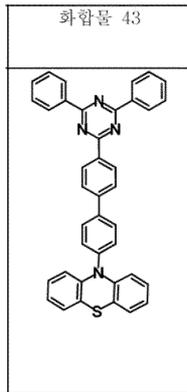
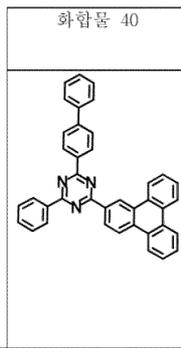
청구항 1에 있어서,

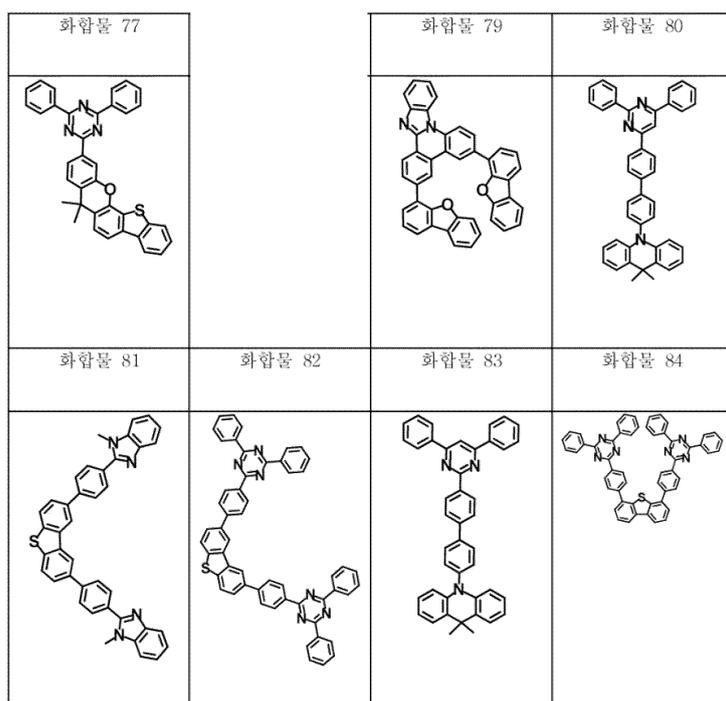
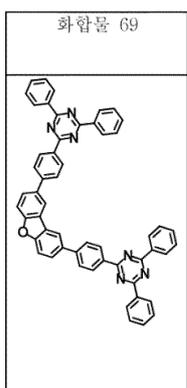
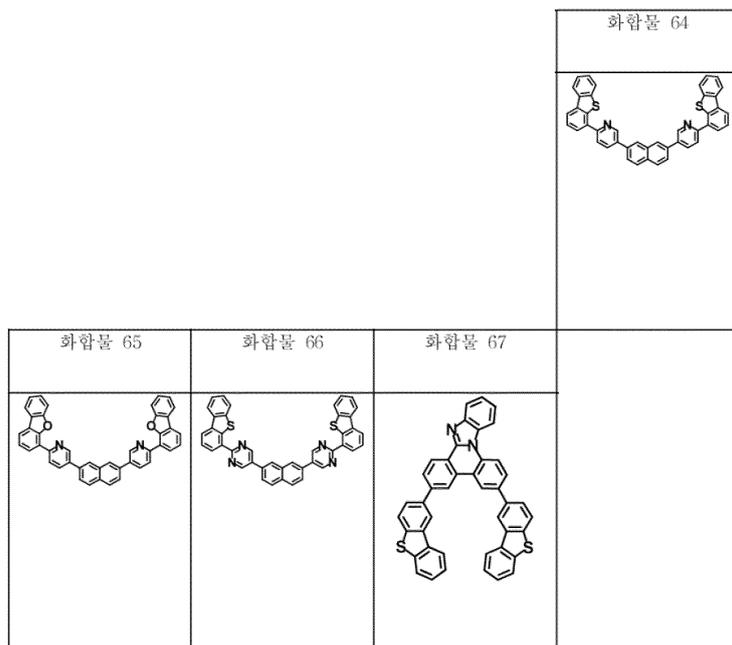
상기 식 1을 만족하는 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나로 표시되는 것인 헤테로환 화합물:

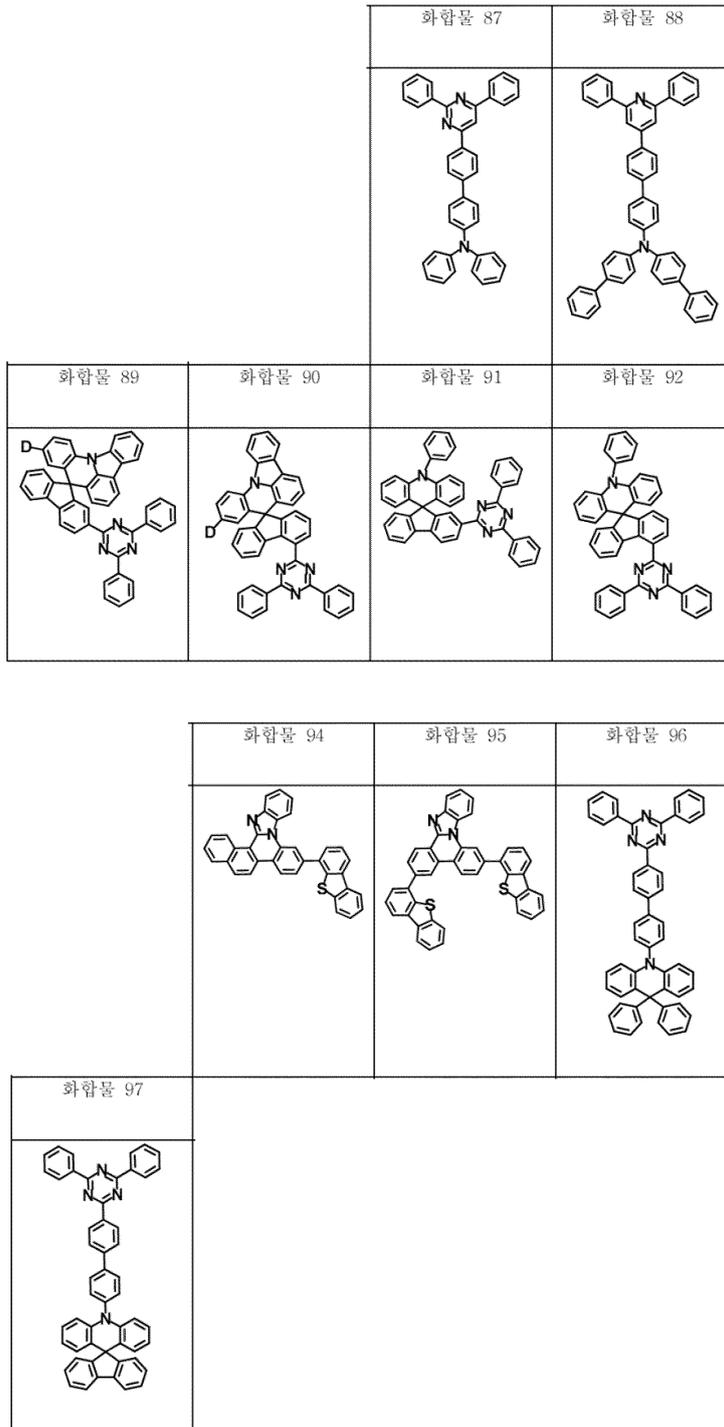
화합물 1	화합물 2	화합물 3	화합물 4
화합물 5	화합물 6	화합물 7	화합물 8
화합물 9	화합물 10	화합물 11	화합물 12

화합물 13	화합물 14	화합물 15	화합물 16
			
화합물 17	화합물 18	화합물 19	화합물 20
			
화합물 21	화합물 22	화합물 23	화합물 24
			

화합물 29	화합물 30	화합물 31	
			
화합물 33	화합물 34	화합물 35	화합물 36
			







**청구항 20**

청구항 1에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층, 전자저지층 및 정공저지층으로 이루어진 균에서 선택되는 1층 또는 2층 이상을 더 포함하는 것인 유기 발광 소자.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 명세서는 2014년 11월 20일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제 10-2014-0162927호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 명세서는 유기 발광 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 유기 발광 현상은 특정 유기 분자의 내부 프로세스에 의하여 전류가 가시광으로 전환되는 예의 하나이다. 유기 발광 현상의 원리는 다음과 같다.

[0004] 애노드와 캐소드 사이에 유기물층을 위치시켰을 때 두 전극 사이에 전압을 걸어주게 되면 캐소드와 애노드로부터 각각 전자와 정공이 유기물층으로 주입된다. 유기물층으로 주입된 전자와 정공은 재결합하여 엑시톤(exciton)을 형성하고, 이 엑시톤이 다시 바닥 상태로 떨어지면서 빛이 나게 된다. 이러한 원리를 이용하는 유기 발광 소자는 일반적으로 캐소드와 애노드 및 그 사이에 위치한 유기물층, 예컨대 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층을 포함하는 유기물층으로 구성될 수 있다.

[0005] 유기 발광 소자에서 사용되는 물질로는 순수 유기 물질 또는 유기 물질과 금속이 착물을 이루는 착화합물이 대부분을 차지하고 있으며, 용도에 따라 정공주입 물질, 정공수송 물질, 발광 물질, 전자수송 물질, 전자주입 물질 등으로 구분될 수 있다. 여기서, 정공주입 물질이나 정공수송 물질로는 p-타입의 성질을 가지는 유기물질, 즉 쉽게 산화가 되고 산화시에 전기화학적으로 안정한 상태를 가지는 유기물이 주로 사용되고 있다. 한편, 전자주입 물질이나 전자수송 물질로는 n-타입 성질을 가지는 유기 물질, 즉 쉽게 환원이 되고 환원시에 전기화학적으로 안정한 상태를 가지는 유기물이 주로 사용되고 있다. 발광층 물질로는 p-타입 성질과 n-타입 성질을 동시에 가진 물질, 즉 산화와 환원 상태에서 모두 안정한 형태를 갖는 물질이 바람직하며, 엑시톤이 형성되었을 때 이를 빛으로 전환하는 발광 효율이 높은 물질이 바람직하다.

[0006] 당 기술분야에서는 높은 효율의 유기 발광 소자의 개발이 요구되고 있다.

**선행기술문헌**

**비특허문헌**

[0007] (비특허문헌 0001) J.Chem.Phys. 24, 966(1956)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 명세서의 목적은 높은 발광 효율의 유기 발광 소자를 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 명세서는 애노드; 캐소드; 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 구비된 발광층; 및 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 유기물층을 포함하고,

[0010] 상기 발광층은 형광 도펀트를 포함하며,

[0011] 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 유기물층은 하기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 것인 유기 발광 소자를 제공한다.

[0012] [식 1]

$$0 \text{ eV} < \lambda_- - \lambda_+ < 0.3 \text{ eV}$$

[0013] 식 1에 있어서,  
 [0014]  $\lambda_-$  는 음이온 라디칼의 재배향 에너지 값을 의미하고,

[0015]  $\lambda_+$  는 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값을 의미하고,

[0016]  $\lambda_+$ 는 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값을 의미한다.

**발명의 효과**

[0017] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 낮은 구동 전압 및/또는 높은 효율을 제공한다.

[0018] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 별도의 정공차단층의 작용이 없이 간단한 구조의 소자를 제공할 수 있어, 비용 및/또는 시간 면에서 경제적인 이점이 있다.

[0019] 또한, 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 장수명의 유기 발광 소자를 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자를 나타낸 도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

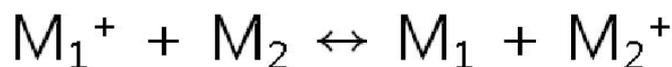
[0022] 본 명세서에서 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0023] 본 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

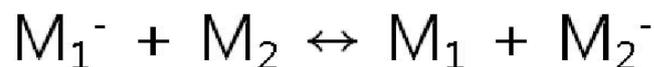
[0024] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 상기 식 1의 값을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층을 포함한다. 상기 식 1의 값은 음이온 라디칼의 재배향 에너지 값과 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값의 차이를 의미한다.

[0025] 재배향 에너지는 전하의 이동 과정에서의 장벽(barrier)를 의미할 수 있으며, 전하의 단위 시간당 이동량을 결정하는 요인이 될 수 있다.

[0026] 동일한 분자 간의 전자 이동이 일어나는 과정은 하기와 같다.



[0027]



[0028]

[0029] 상기와 같이 정공 또는 전자의 전달이 일어날 때의 에너지 장벽인 음이온 라디칼의 재배향 에너지 및 양이온 라디칼의 재배향 에너지인  $\lambda_-$  및  $\lambda_+$ 의 값은 각각 하기 식 3 및 식 4로 구할 수 있다.

[0030] [식 3]

$$\lambda_- = \{ E_{anion}^X - E_{anion}^{X-} \} + \{ E_{neutral}^{X-} - E_{neutral}^X \}$$

[0031]

[0032] [식 4]

$$\lambda_+ = \{ E_{cation}^X - E_{cation}^{X+} \} + \{ E_{neutral}^{X+} - E_{neutral}^X \}$$

[0033]

[0034] 식 3 및 식 4에 있어서,

$E_{geometry}^{charge}$

[0035] 는 기하학(geometry)이 양이온(cation), 음이온(anion) 또는 중성(neutral)으로 최적화된 구조에서

전하(charge)가 0,  $X^+$ , 또는  $X^-$  인 에너지를 의미한다.

[0036] 구체적으로 음이온 라디칼의 재배향 에너지 값( $\lambda_-$ )은 음이온 구조로 안정화된 음이온( $M_1^-$ )분자가 중성( $M_1$ )으로

산화될 때의 에너지( $\{E_{anion}^{X-} - E_{anion}^{X-}\}$ )와 중성 구조로 안정화된 중성( $M_2$ )분자가 음이온( $M_2^-$ )으로 환원될 때의 에너지( $\{E_{neutral}^{X-} - E_{neutral}^{X-}\}$ )의 합으로 나타낼 수 있다.

[0037] 또한, 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값은 ( $\lambda_+$ )은 양이온 구조로 안정화된 양이온( $M_1^+$ )분자가 중성( $M_1$ )으로 산

화될 때의 에너지( $\{E_{cation}^{X+} - E_{cation}^{X+}\}$ )와 중성 구조로 안정화된 중성( $M_2$ )분자가 양이온( $M_2^+$ )으로 산화될 때의 에너지( $\{E_{neutral}^{X+} - E_{neutral}^{X+}\}$ )의 합으로 나타낼 수 있다.

[0038] 본 명세서에서 상기 재배향 에너지의 계산에서 분자 구조의 최적화 및 각각의 에너지의 계산은 액셀리스(Accelrys)사의 양자 화학 계산 프로그램인 Dmol3를 이용하여, BPW91 범함수와 dnd 기저함수를 이용하여 밀도범함수 이론(DFT)으로 구하였다.

[0039] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 상기 식 1의 값이 0 초과 0.3 미만인 값을 만족하는 유기물 층을 포함한다.

[0040] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 청색 형광 발광을 한다.

[0041] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 발광층은 550 nm 이하의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함한다. 구체적인 일 실시상태에 있어서, 상기 발광층은 430 nm 내지 550 nm 의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함한다.

[0042] 본 명세서에서 피크 파장은 스펙트럼 분포의 최대치에서의 파장을 의미한다.

[0043] 종래에는 전자 수송 물질로는 환원성 엑셉터(n-타입) 성질을 가지는 유기 물질, 즉 쉽게 환원이 되고 환원 시에 전기화학적으로 안정한 상태를 가지는 유기물이 주로 사용되고 있었다. 종래에 사용된 물질은 상기와 같은 환원성 성질로 음이온 라디칼의 재배향 에너지 값은 양이온 라디칼의 재배향 에너지 값보다 작은 값을 갖게 되므로, 식 1의 값이 음수의 값을 갖는다.

[0044] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 상기 식 1을 만족하는 화합물은 양수의 값을 갖되, p-타입 구조의 성질에 치우치지 않는 환원성 엑셉터(n-타입)와 산화성 구조(p-타입 구조)의 성질을 갖는 바이폴라(bipolar) 타입을 가져 산화와 환원 상태에서 모두 안정한 상태를 갖는다. 따라서, 엑시톤이 형성되었을 때 이를 빛으로 전환하는 발광 효율이 높은 효과를 볼 수 있다.

[0045] 또한, 본 명세서의 식 1의 값을 만족하는 것은 캐소드로부터의 전자 이동에 있어서, 넘어야 하는 에너지 장벽이 종래의 환원성 엑셉터(n-타입)에 치우친 전자수송물질보다 더 크게 되어 발광층으로 넘어가는 전자의 양이 줄어들게 됨을 의미한다.

[0046] 현재 당업계에서 사용하고 있는 유기 발광 소자는 청색 형광, 녹색 및 적색 인광 또는 청색 형광과 녹색 형광 및 적색 인광 등의 조합으로 사용되고 있다.

[0047] 다만, 상기와 같은 소자 조합의 경우에도 일반적으로 발광 영역이 정공수송층과 발광층의 계면쪽에 치우쳐 있기 때문에 높은 엑시톤 에너지를 가지는 청색 형광 발광을 하는 유기 발광 소자의 경우에는 녹색 또는 적색에 비하여 상대적으로 소자의 수명이 현저히 떨어지는 문제가 있다. 즉, 청색형광의 높은 엑시톤 에너지가 좁은 발광영역이라는 국부적인 영역에 집중되어 있기 때문에 재료가 받는 에너지 스트레스가 증가하게 되고 결국 낮은 수명을 나타내게 된다.

[0048] 종래에는 상기와 같은 문제를 극복하기 위하여 전자수송층 외에 이온화 포텐셜이 큰 유기 화합물을 포함하는 별도의 정공차단층을 발광층과 전자수송층에 구비하여 인위적으로 전자의 양을 조절하여 유기 발광 소자의 효율 및 수명을 향상시키는 노력이 있었다. 그러나, 정공의 축적을 이용하여 구동 전압의 상승이 문제되고, 정공 차

단층 외에 2층 이상의 전자수송층을 사용하여야 하는 문제로 시간 및 비용 면에서 비경제적이다.

[0049] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 식 1의 값이 0을 초과하는 경우 분자 자체가 갖는 전하 장벽을 이용하여 캐소드로부터 발광층으로 전달되는 전자의 양을 조절하여 정공차단층의 구비 없이도 유기 발광 소자의 효율이 상승할 수 있다. 다만, 상기 식 1의 값이 지나치게 크게 된다면, 캐소드로부터 전자 이동에 있어 넘어야 하는 에너지 장벽이 지나치게 커져 발광층으로 전달되는 전자의 양이 과다하게 줄어들어 정공 전자쌍이 서로 만나서 만들어지는 엑시톤의 형성이 감소하게 되어 유기 발광 소자의 효율이 감소할 수 있다. 또한, 상기 식 1의 값이 0.3을 초과하는 경우에는 전자수송층의 계면에서 엑시톤이 형성될 수 있어, 전자수송층 자체의 안정성 문제로 소자의 수명이 문제될 수 있다.

[0050] 따라서, 상기 식 1을 만족하는 화합물은 캐소드로부터 발광층으로 전달되는 전자의 양을 조절하여, 별도의 정공차단층의 구비 없이도 유기 발광 소자의 높은 효율을 유지할 수 있다. 또한, 본 명세서의 일 실시상태에 따른 식 1을 만족하는 화합물은 발광층에 전달되는 전자의 양을 조절하여, 정공수송층과 발광층의 계면이 아닌 발광층에서 엑시톤을 형성하도록 유도하여 유기 발광 소자의 수명이 증가할 수 있다.

[0051] 따라서, 본 명세서의 일 실시상태에 따라, 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층이 발광층과 캐소드 사이에 구비되는 경우에는 높은 효율 및/또는 장수명의 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0052] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물의 이온화 퍼텐셜 값은 5.5 eV 이상 6.5 eV 미만이다.

[0053] 본 명세서의 일 실시상태에 따라, 상기 이온화 퍼텐셜 범위의 값을 갖는 경우에는 전자수송층과 발광층의 이온화 퍼텐셜의 차이가 적절하여, 유기 발광 소자의 구동 중 전자수송층의 계면으로의 정공의 축적을 최소화하면서 정공차단의 역할을 동시에 할 수 있다.

[0054] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 하기 식 2를 만족한다.

[0055] [식 2]

$$|\Delta IP| < 0.5 \text{ eV}$$

[0056]

[0057] 식 2에 있어서,

[0058]  $\Delta IP$ 는 상기 식 1을 만족하는 화합물의 이온화 퍼텐셜 값과 상기 발광층의 호스트 재료의 이온화 퍼텐셜 값의 차를 의미한다.

[0059] 발광층을 형성하는 호스트 재료의 이온화 퍼텐셜과 상기 식 1을 만족하는 화합물의 이온화 퍼텐셜의 차이( $\Delta IP = IP(\text{식 1을 만족하는 화합물}) - IP(\text{발광층 호스트 재료})$ )는 바람직하게는  $-0.5 \text{ eV} < \Delta IP < 0.5 \text{ eV}$ 이다. 본 명세서의 일 실시상태에 따라,  $\Delta IP$ 를 상기 범위로 하면, 발광층과 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층의 이온화 퍼텐셜의 차이에 의한 정공의 축적을 회피하여 전압상승을 억제할 수 있고 동시에 정공차단의 역할을 하여 정공누수로 인한 효율 및 수명저하 현상을 방지할 수 있다.

[0060] 본 명세서에서 상기 이온화 퍼텐셜은 재료에 단색화장치로 분광한 중수소 램프의 빛(여기광)을 조사하고, 방출된 광전자 방출을 전위계로 측정하여, 수득된 광전자 방출의 조사 광자 에너지 곡선으로부터의 광전자 방출의 역치를 외삽법에 의해 구하여 측정했다. 측정 기기로서는 대기중 자외선 광전자 분석장치 AC-3 (RIKEN KEIKI LTD.CO 제품)을 이용했다.

[0061] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물의 전자 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상이다. 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물의 전자 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상  $10^2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이하이다.

[0062] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물의 정공 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상이다. 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물의 정공 이동도는 0.1 MV/cm 전계 조건에서  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상  $10^2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이하이다.

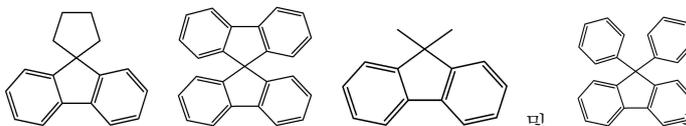
[0063] 본 명세서의 일 실시상태에 따라, 식 1을 만족하는 화합물의 전자 이동도 및/또는 식 1을 만족하는 화합물의 정공 이동도가 상기의 범위를 만족하는 경우에는 발광층에 전달되는 정공 및/또는 전자의 양이 적절하여 발광 효율

율이 우수하며, 발광층 내에서 엑시톤의 형성되는 위치의 조절이 용이하다.

- [0064] 전자 이동도 및 정공 이동도는 당업계에서 사용되는 방법으로 측정할 수 있다. 구체적으로 비행 시간법 (TOF; Time of Flight) 또는 공간 전하 제한된 전류 (SCLC; Space Charge Limited Current) 측정의 방법을 사용할 수 있으며 이에 한정하지 않는다.
- [0065] 본 명세서에서 정공 이동도는 당업계에서 사용되는 방법으로 측정할 수 있다. 구체적으로 비행 시간법 (TOF; Time of Flight) 또는 공간 전하 제한된 전류 (SCLC; Space Charge Limited Current) 측정의 방법을 사용할 수 있으며 이에 한정하지 않는다.
- [0066] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1로 표시되는 화합물의 비행 시간법(TOF; Time of Flight)으로 측정한 전하이동도는  $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상이다.
- [0067] 본 명세서에서 공간 전하 제한된 전류 (SCLC; Space Charge Limited Current)를 측정하기 위하여 물질의 막 두께를 1000 nm 이상으로 하여 전하이동도를 측정할 수 있다.
- [0068] 구체적으로, 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, ITO 기판 상에 바소페난트롤린(Bathophenanthroline)과 리튬 퀴놀레이트 (2%)를 진공 중에서 가열하여 100 nm 두께로 증착한 후, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 200 nm 증착하였다. 상기 층 위에 바소페난트롤린(Bathophenanthroline)과 리튬 퀴놀레이트 (2%)를 다시 100 nm 두께로 증착한 후, 알루미늄 (aluminium)을 100 nm 이상 증착하여, 샘플을 제조하였다. 상기 샘플의 전압 (Voltage) 에 대한 전류밀도 (current density:  $\text{mA}/\text{cm}^2$ )를 측정하여, 공간 전하 제한된 전류 (SCLC; Space Charge Limited Current)영역에서 전하이동도를 계산할 수 있다.
- [0069] 또한, ITO 기판 상에 헥사니트릴 헥사아자트릴페닐렌을 진공 중에서 가열하여 5 nm 두께로 증착한 후, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 200 nm 증착한 후, 알루미늄(aluminium)을 100 nm 이상 증착하여, 샘플을 제조하였다. 상기 샘플의 전압(Voltage)에 대한 전류밀도(currently density:  $\text{mA}/\text{cm}^2$ )를 측정하여, 공간 전하 제한된 전류 SCLC; Space Charge Limited Current) 영역에서 정공이동도를 계산할 수 있다.
- [0070] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 전자수송층, 전자주입 층 또는 전자수송과 전자주입을 동시에 하는 층이다.
- [0071] 본 명세서의 하나의 실시상태에 따르면 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 전자수송층이다.
- [0072] 본 명세서의 다른 실시상태에 따르면 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 전자주입 및 전자수송층이다. 구체적으로 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자에서 전자주입층이 구비되지 않은 경우에는 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 전자주입과 전자수송층의 역할을 동시에 할 수 있다.
- [0073] 또한, 본 명세서의 다른 실시상태에 따르면 상기 유기 발광 소자는 캐소드와 발광층 사이에 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층만을 포함할 수 있다. 다른 실시상태에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 캐소드와 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층 사이; 또는 발광층과 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층 사이에 추가의 유기물층을 더 포함할 수 있다.
- [0074] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층은 상기 발광층과 접하여 구비된다. 이 경우, 캐소드에서 발광층으로 수송되는 전자를 더욱 효과적으로 조절할 수 있다. 구체적으로 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 접하여 구비되는 발광층은 550nm 이하의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함한다.
- [0075] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 2층 이상의 발광층을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 가장 인접한 발광층은 550nm 이하의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함하고, 나머지 발광층은 다른 피크 파장을 포함할 수 있다.
- [0076] 본 명세서에서 가장 인접한 발광층이란 복수 개의 발광층 중 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 물리적으로 가장 가까운 발광층을 의미하며, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 접하여 구비된 발광층뿐만 아니라, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 발광층 사이에 추가의 유기물층을 포함한 경우도 의미할 수 있다.
- [0077] 본 명세서에서 바람직하게는 상기 유기 발광 소자는 2층 이상의 발광층을 포함하고, 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층과 접하여 구비되는 발광층은 550nm 이하의 광발광 스펙트럼의 피크 파장을 포함한다.

- [0078] 본 명세서에서 치환기의 예시들은 아래에서 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 상기 "치환"이라는 용어는 화합물의 탄소 원자에 결합된 수소 원자가 다른 치환기로 바뀌는 것을 의미하며, 치환되는 위치는 수소 원자가 치환되는 위치 즉, 치환기가 치환 가능한 위치라면 한정하지 않으며, 2 이상 치환되는 경우, 2 이상의 치환기는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0080] 본 명세서에서 "치환 또는 비치환된"이라는 용어는 중수소; 할로겐기; 니트릴기; 니트로기; 이미드기; 아미드기; 히드록시기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택된 1 또는 2 이상의 치환기로 치환되었거나 상기 예시된 치환기 중 2 이상의 치환기가 연결된 치환기로 치환되거나, 또는 어떠한 치환기도 갖지 않는 것을 의미한다. 예컨대, "2 이상의 치환기가 연결된 치환기"는 바이페닐기일 수 있다. 즉, 바이페닐기는 아릴기일 수도 있고, 2개의 페닐기가 연결된 치환기로 해석될 수 있다. 상기 예시된 치환기 중 2 이상의 치환기가 연결된 치환기로 치환 또는 비치환된 것을 의미한다. 예컨대, "2 이상의 치환기가 연결된 치환기"는 바이페닐기일 수 있다. 즉, 바이페닐기는 아릴기일 수도 있고, 2개의 페닐기가 연결된 치환기로 해석될 수 있다.
- [0081] 본 명세서에서 유기기로는 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 시클로알케닐기, 아릴기, 아랄킬기 등을 들 수 있다. 이 유기기는 상기 유기기 중에 헤테로 원자 등의 탄화수소기 이외의 결합이나 치환기를 포함하고 있어도 된다. 또한, 상기 유기기는 직쇄상, 분기쇄상, 환상 중 어느 것이어도 된다.
- [0082] 본 명세서에서 1가의 유기기란 유기 화합물에 결합 위치가 1개 있는 1가기를 의미한다.
- [0083] 또한, 상기 유기기는 환상구조를 형성할 수도 있으며, 환상 구조를 형성할 수도 있으며, 발명의 효과가 손상되지 않는한 헤테로 원자를 포함하여 결합을 형성할 수 있다.
- [0084] 구체적으로 산소 원자, 질소 원자, 규소 원자 등의 헤테로 원자를 포함하는 결합을 들 수 있다. 구체예로는, 시아노 결합, 에테르 결합, 티오에테르 결합, 카르보닐 결합, 티오카르보닐 결합, 에스테르 결합, 아미드 결합, 우레탄 결합, 이미노 결합(-N=C(-A)-, -C(=NA)-; A은 수소 원자 또는 유기기를 나타낸다), 카보네이트 결합, 설폰 결합, 설피닐 결합, 아조 결합 등을 들 수 있으며, 이를 한정하지 않는다.
- [0085] 상기 환상 구조로는 전술한 방향족 고리, 지방족고리 등이 있을 수 있으며, 단환 또는 다환일 수 있다.
- [0086] 본 명세서에 있어서, 상기 알킬기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나 1 내지 50인 것이 바람직하다. 구체적인 예로는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소프로필기, 부틸기, t-부틸기, 펜틸기, 헥실기 및 헵틸기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.
- [0087] 본 명세서에 있어서, 상기 알케닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 내지 40인 것이 바람직하다. 구체적인 예로는 비닐, 1-프로페닐, 이소프로페닐, 1-부테닐, 2-부테닐, 3-부테닐, 1-펜테닐, 2-펜테닐, 3-펜테닐, 3-메틸-1-부테닐, 1,3-부타디에닐, 알릴, 1-페닐비닐-1-일, 2-페닐비닐-1-일, 2,2-디페닐비닐-1-일, 2-페닐-2-(나프틸-1-일)비닐-1-일, 2,2-비스(디페닐-1-일)비닐-1-일, 스틸베닐기, 스티레닐기 등이 있으나 이들에 한정되지 않는다.
- [0088] 본 명세서에 있어서, 시클로알킬기는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 3 내지 60인 것이 바람직하며, 특히 시클로펜틸기, 시클로헥실기 등이 있으나, 이를 한정하지 않는다.
- [0089] 본 명세서에 있어서, 아민기는 -NH<sub>2</sub>; 알킬아민기; 아랄킬아민기; 아릴아민기; 및 헤테로아릴아민기로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 1 내지 30인 것이 바람직하다. 아민기의 구체적인 예로는 메틸아민기, 디메틸아민기, 에틸아민기, 디에틸아민기, 페닐아민기, 나프틸아민기, 바이페닐아민기, 안트라세닐아민기, 9-메틸-안트라세닐아민기, 디페닐아민기, 페닐나프틸아민기, 디톨릴아민기, 페닐톨릴아민기, 트리페닐아민기 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0090] 상기 아릴기가 단환식 아릴기인 경우 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 6 내지 25인 것이 바람직하다. 구체적으로 단환식 아릴기로는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0091] 상기 아릴기가 다환식 아릴기인 경우 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 10 내지 24인 것이 바람직하다. 구체적으로 다환식 아릴기로는 나프틸기, 트리페닐레닐기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 파이레닐기, 페릴레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0092] 본 명세서에 있어서, 상기 플루오레닐기는 치환될 수 있으며, 인접한 치환기들이 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.



[0093] 상기 플루오레닐기가 치환되는 경우, , , 및 등이 될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0094] 본 명세서에 있어서, 헤테로고리기는 탄소가 아닌 원자, 이종원자를 1 이상 포함하는 것으로서, 구체적으로 상기 이종 원자는 O, N, Se 및 S 등으로 이루어진 군에서 선택되는 원자를 1 이상 포함할 수 있다. 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 2 내지 60인 것이 바람직하다. 헤테로고리기의 예로는 싸이오펜기, 퓨란기, 피롤기, 이미다졸기, 티아졸기, 옥사졸기, 옥사디아졸기, 트리아졸기, 피리딘기, 비피리딘기, 피리미딘기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딘기, 피리다진기, 피라지닐기, 퀴놀리닐기, 퀴나졸린기, 퀴녹살리닐기, 프탈라지닐기, 피리도 피리미디닐기, 피리도 피라지닐기, 피라지노 피라지닐기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, 벤즈옥사졸기, 벤즈이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조싸이오펜기, 디벤조싸이오펜기, 벤조퓨라닐기, 페난쓰롤린기(phenanthroline), 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤조티아졸릴기, 페노티아지닐기 및 디벤조퓨라닐기 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

[0095] 상기 헤테로고리기는 단환 또는 다환일 수 있으며, 방향족, 지방족 또는 방향족과 지방족의 축합고리일 수 있다.

[0096] 본 명세서에 있어서, 아릴렌기는 아릴기에 결합 위치가 두 개 있는 것 즉 2가기를 의미한다. 이들은 각각 2가기인 것을 제외하고는 전술한 아릴기의 설명이 적용될 수 있다.

[0097] 본 명세서에서 상기 탄화수소고리는 지방족, 방향족 또는 지방족과 방향족의 축합고리일 수 있으며, 1가기가 아닌 것을 제외하고, 상기 시클로알킬기 또는 아릴기의 예시 중에서 선택될 수 있다. 상기 헤테로고리는 지방족, 방향족 또는 지방족과 방향족의 축합고리일 수 있으며, 1가기가 아닌 것을 제외하고, 상기 헤테로고리기의 예시 중에서 선택될 수 있다.

[0098] 본 명세서에서 상기 식 1을 만족하는 화합물이 함질소 헤테로고리 또는 p-타입 구조를 갖는다는 의미는 화합물 구조 내에서 코어 구조로 포함되는 경우뿐만 아니라, 치환기로서 포함되는 경우도 포함되는 경우도 의미한다.

[0099] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물은 적어도 함질소 헤테로고리기를 갖는다.

[0100] 본 명세서의 상기 함질소 헤테로고리는 식 1을 만족하는 화합물에서 n-타입 구조로 작용할 수 있다.

[0101] 본 명세서에서 상기 함질소 헤테로고리기는 5원환 또는 6원환일 수 있으며, 상기 5원환 또는 6원환을 포함하는 고리는 단환 또는 다환일 수 있다.

[0102] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 함질소 헤테로고리기는 하기 구조 중 어느 하나이다.

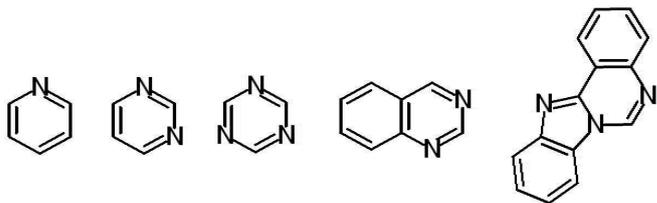


[0103] X1 내지 X3는 각각 N 또는 CR이고,  
 [0104] 상기 R은 1가의 유기기이며,

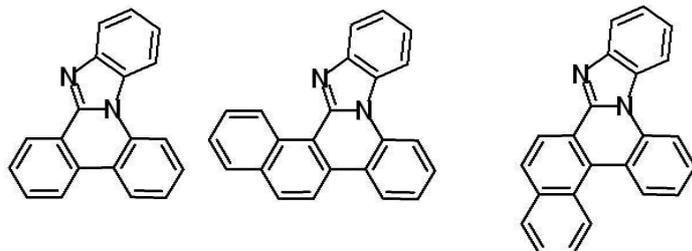
[0105] 상기 구조에 탄화수소고리 또는 헤테로고리가 축합될 수 있다.  
 [0106]

[0107] 본 명세서에서 탄화수소 고리 또는 헤테로고리가 축합된다는 것의 의미는 상기 구조에 탄화수소고리 또는 헤테로고리가 서로 결합하여 다환의 고리를 형성하는 것을 의미할 수 있다.

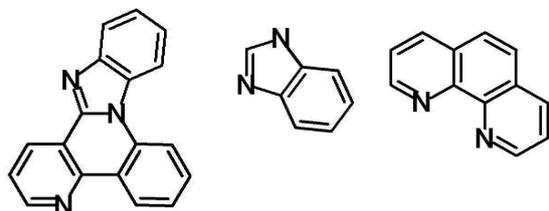
[0108] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 합질소 헤테로고리기는 하기 구조 중 어느 하나이다.



[0109]



[0110]

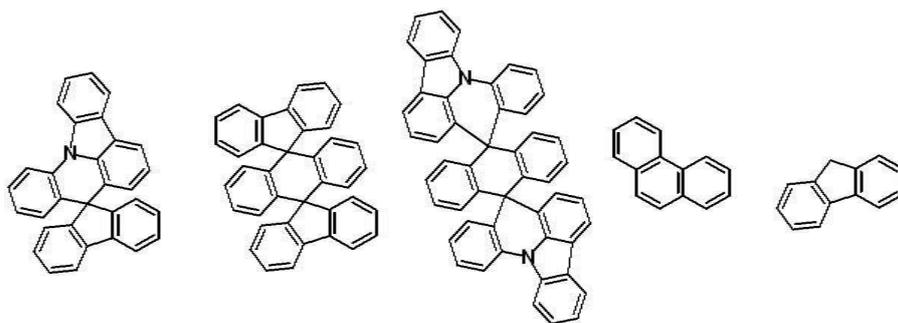


[0111]

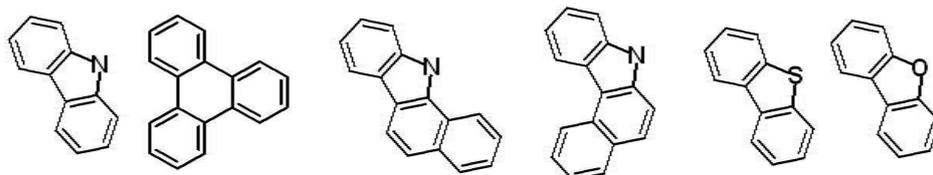
[0112] 상기 구조는 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0113] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물은 p-타입 구조를 갖는다. 본 명세서에서 p-타입 구조란, 쉽게 산화되고, 산화 시에 전기 화학적으로 안정한 상태를 갖는 치환기를 의미하며, 산화성 도너를 의미할 수 있다.

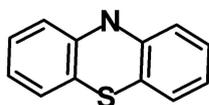
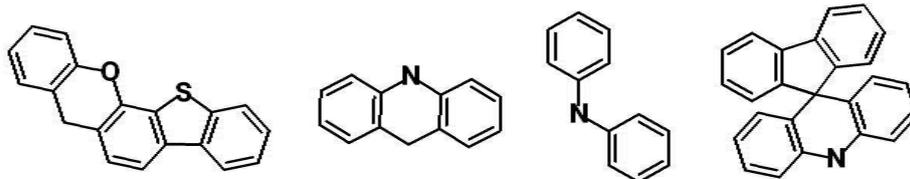
[0114] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 p-타입 구조는 하기 구조 중 어느 하나이다.



[0115]



[0116]



[0117]

[0118]

[0119] 상기 구조는 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0120] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다.

[0121] [화학식 1]

### Het—L—D1

[0122]

[0123] 화학식 1에 있어서,

[0124] Het는 치환 또는 비치환된 함질소 헤테로고리기이고,

[0125] L은 직접결합; 치환 또는 비치환된 아릴렌기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이며,

[0126] D1은 치환 또는 비치환된 p-타입 구조다.

[0127] 상기 화학식 1에서의 함질소 헤테로고리기 및 p-타입 구조는 전술한 바와 동일할 수 있다.

[0128] 본 명세서에서 상기 함질소 헤테로고리는 식 1을 만족하는 화합물에서 n-타입 구조로 작용하며, 상기 p-타입 구조와 연결되어, 바이폴라(bipolar)타입의 구조를 제공할 수 있다. 따라서, 본 명세서의 일 실시상태에 따른 캐소드와 발광층 사이에 구비되는 화합물은 바이 폴라 타입으로 산화와 환원 상태에서 모두 안정하여 발광 효율이 우수하다.

[0129] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 직접결합; 치환 또는 비치환된 페닐렌기; 치환 또는 비치환된 비페닐렌기; 치환 또는 비치환된 터페닐렌기; 또는 치환 또는 비치환된 나프틸렌이다.

[0130] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 직접결합이다.

[0131] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 L은 치환 또는 비치환된 페닐렌기이다.

[0132] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L은 페닐렌기이다.

[0133] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 1,3-페닐렌기이다.

[0134] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 L은 1,4-페닐렌기이다.

[0135] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 헤테로고리기로 치환된 페닐렌기이다.

[0136] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 함질소 헤테로고리기로 치환된 페닐렌기이다.

[0137] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L은 카바졸기로 치환된 페닐렌기이다.

[0138] 다른 실시상태에 있어서, 상기 L은 치환 또는 비치환된 비페닐렌기이다.

[0139] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L은 비페닐렌기이다.

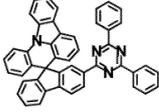
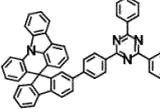
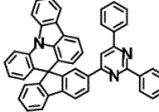
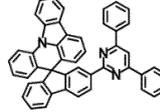
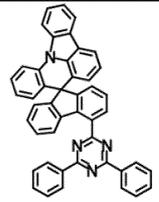
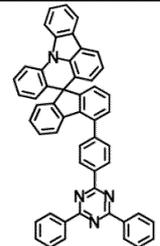
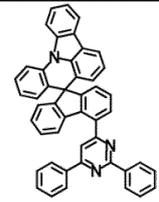
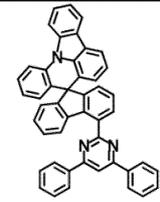
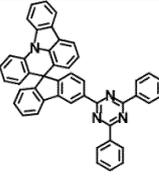
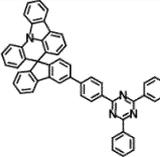
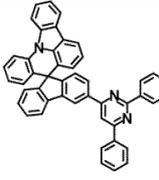
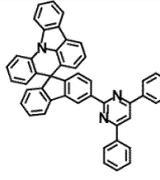
[0140] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 치환 또는 비치환된 터페닐렌기이다.

[0141] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L은 터페닐렌기이다.

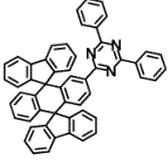
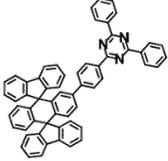
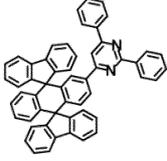
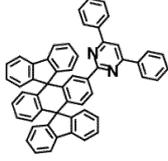
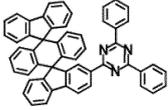
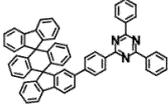
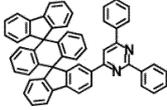
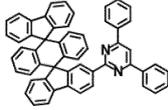
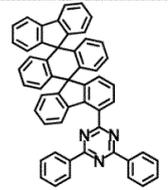
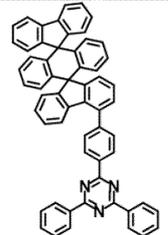
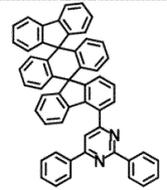
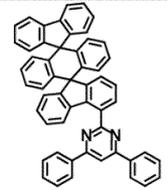
[0142] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 치환 또는 비치환된 나프틸렌기이다.

[0143] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L은 나프틸렌기이다.

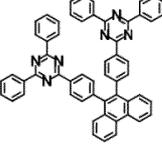
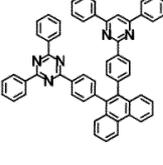
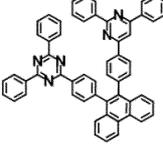
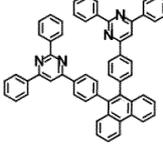
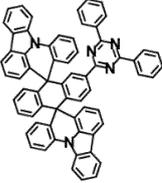
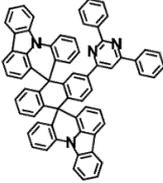
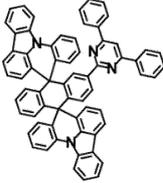
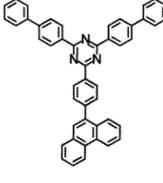
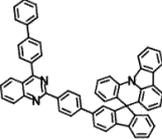
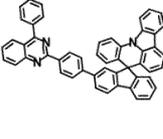
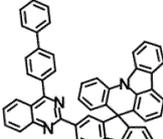
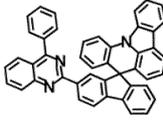
- [0144] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L은 1,2- 나프틸렌기이다.
- [0145] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Het는 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0146] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Het는 시아노기; 치환 또는 비치환된 메틸기; 치환 또는 비치환된 페닐기; 치환 또는 비치환된 비페닐기; 치환 또는 비치환된 나프틸기; 치환 또는 비치환된 플루오레닐기; 치환 또는 비치환된 카바졸기; 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜; 및 치환 또는 비치환된 디벤조퓨란으로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0147] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Het는 시아노기; 메틸기; 페닐기; 카바졸기로 치환된 페닐기; 비페닐기; 페닐기로 치환된 플루오레닐기; 디벤조티오펜기로 치환된 피리딘기로 치환된 나프틸기; 디벤조퓨란기로 치환된 피리딘기로 치환된 나프틸기; 디벤조티오펜기로 치환된 피리미딘기로 치환된 나프틸기; 카바졸기; 디벤조티오펜기; 및 디벤조퓨란기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0148] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 D1은 중수소; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0149] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 D1은 중수소; 치환 또는 비치환된 메틸기; 및 치환 또는 비치환된 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0150] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 D1은 중수소; 메틸기; 페닐기; 아릴기로 치환된 트리아진기로 치환된 페닐기; 아릴기로 치환된 피리미딘기로 치환된 페닐기; 알킬기로 치환된 이미다졸기로 치환된 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0151] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 D1은 중수소; 메틸기; 페닐기; 페닐기로 치환된 트리아진기로 치환된 페닐기; 페닐기로 치환된 피리미딘기로 치환된 페닐기; 메틸기로 치환된 이미다졸기로 치환된 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된다.
- [0152] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 식 1을 만족하는 화합물은 하기 화합물 1 내지 100 중 어느 하나로 표시된다.

화합물 1	화합물 2	화합물 3	화합물 4
			
화합물 5	화합물 6	화합물 7	화합물 8
			
화합물 9	화합물 10	화합물 11	화합물 12
			

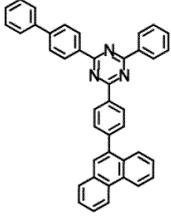
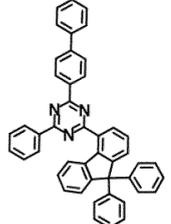
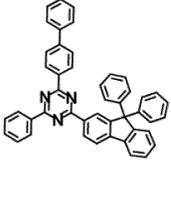
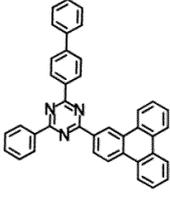
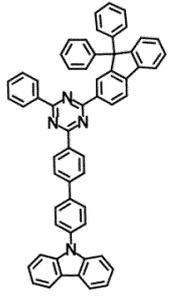
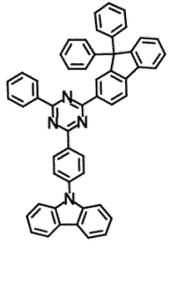
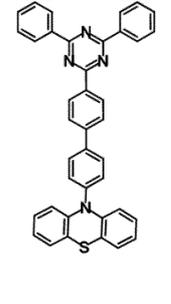
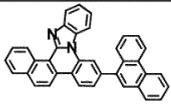
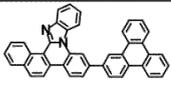
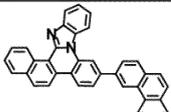
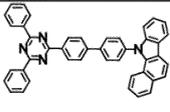
[0153]

화합물 13	화합물 14	화합물 15	화합물 16
			
화합물 17	화합물 18	화합물 19	화합물 20
			
화합물 21	화합물 22	화합물 23	화합물 24
			

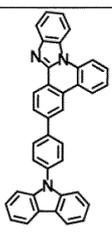
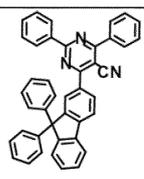
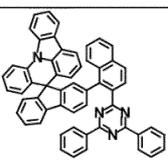
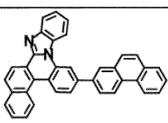
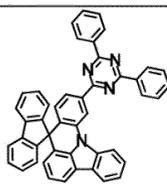
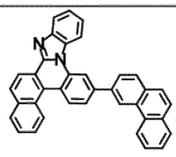
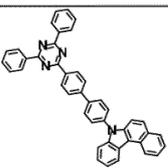
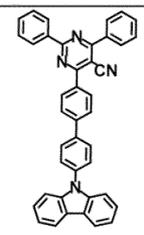
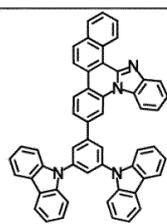
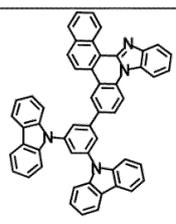
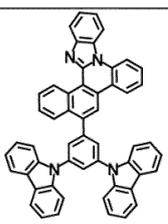
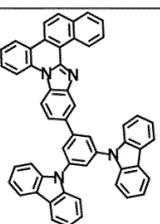
[0154]

화합물 25	화합물 26	화합물 27	화합물 28
			
화합물 29	화합물 30	화합물 31	화합물 32
			
화합물 33	화합물 34	화합물 35	화합물 36
			

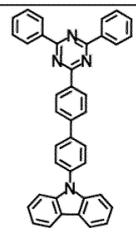
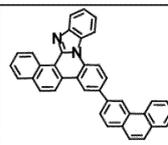
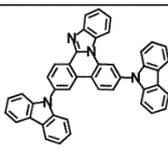
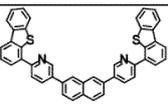
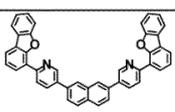
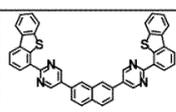
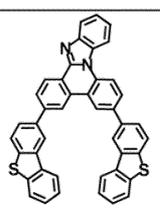
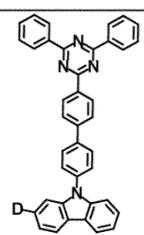
[0155]

<p>화합물 37</p>	<p>화합물 38</p>	<p>화합물 39</p>	<p>화합물 40</p>
			
<p>화합물 41</p>	<p>화합물 42</p>	<p>화합물 43</p>	<p>화합물 44</p>
			
<p>화합물 45</p>	<p>화합물 46</p>	<p>화합물 47</p>	<p>화합물 48</p>
			

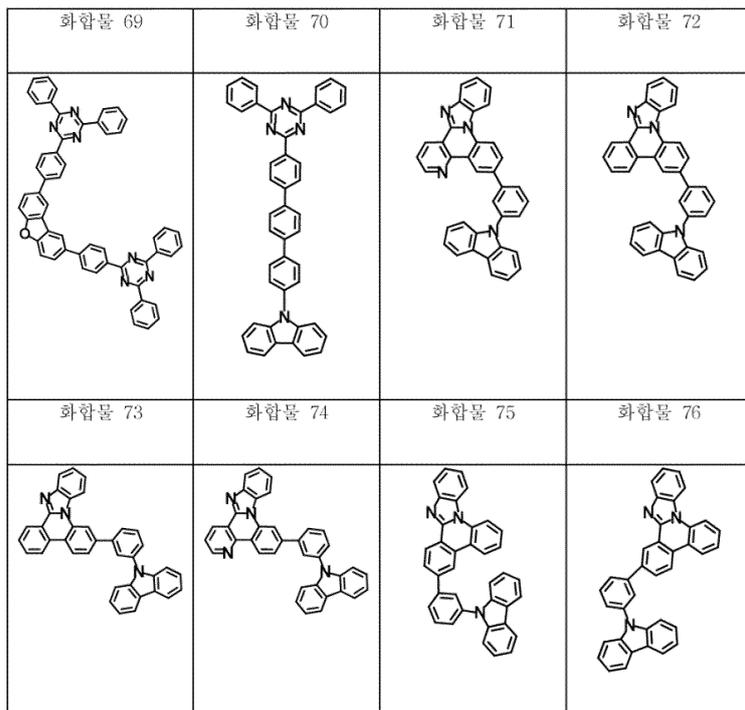
[0156]

화합물 49	화합물 50	화합물 51	화합물 52
			
화합물 53	화합물 54	화합물 55	화합물 56
			
화합물 57	화합물 58	화합물 59	화합물 60
			

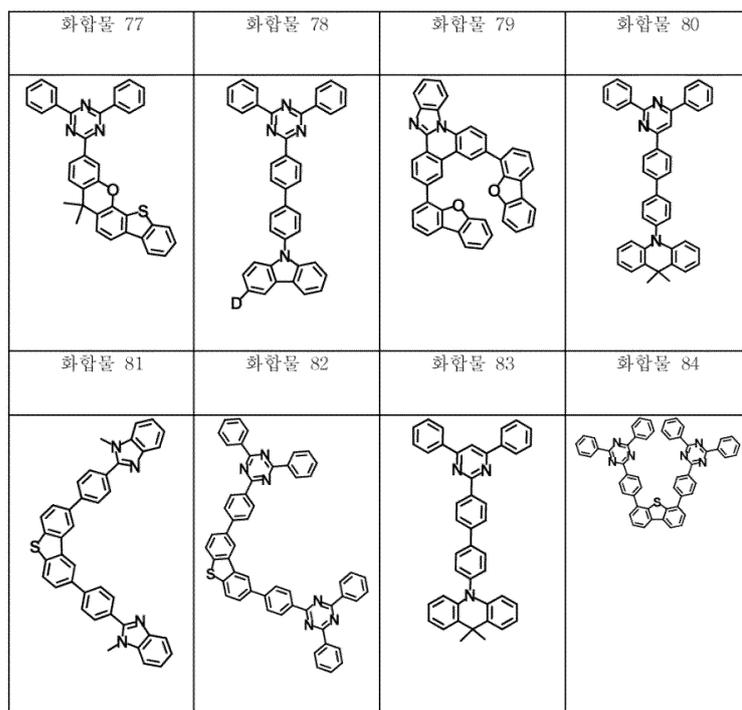
[0157]

화합물 61	화합물 62	화합물 63	화합물 64
			
화합물 65	화합물 66	화합물 67	화합물 68
			

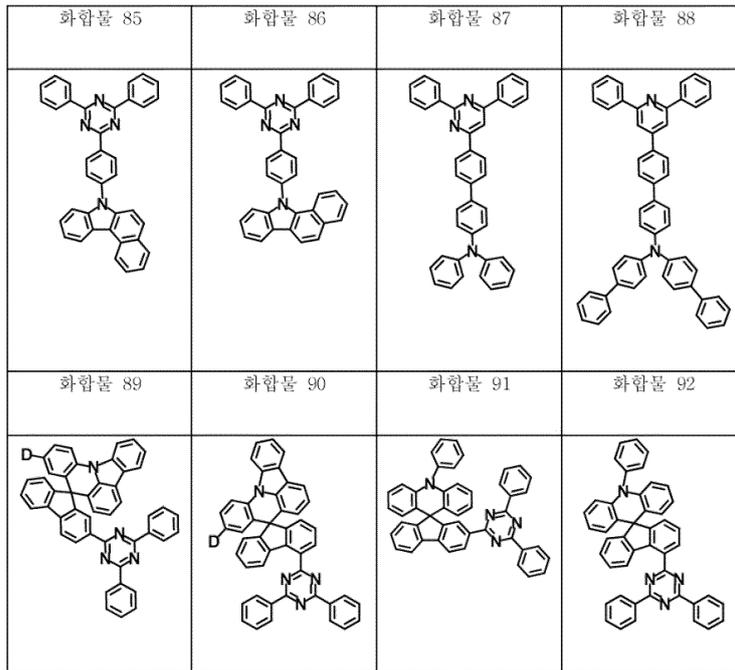
[0158]



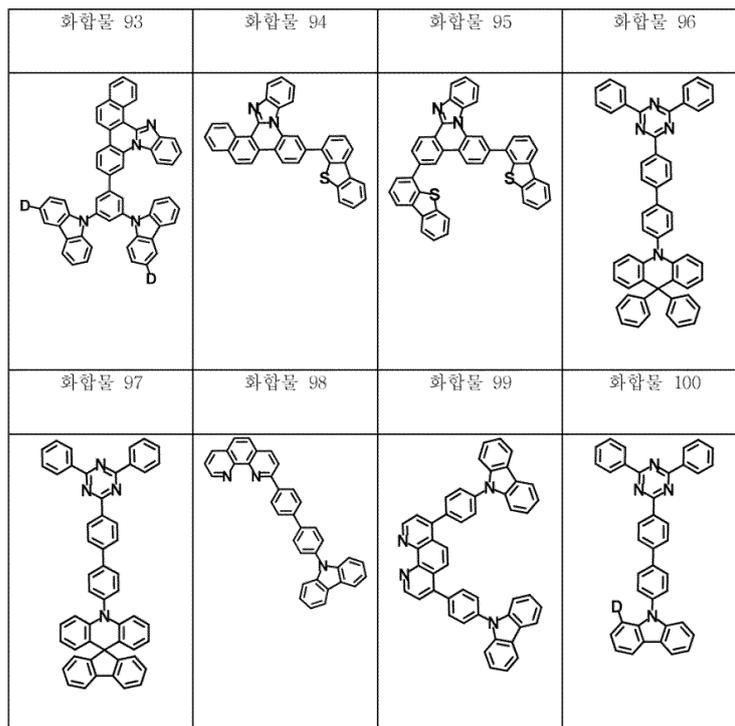
[0159]



[0160]



[0161]



[0162]

[0163]

본 명세서의 유기 발광 소자는 전술한 상기 식 1을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층을 포함하는 것을 제외하고는 당 기술분야에 알려져 있는 재료와 방법으로 제조될 수 있다.

[0164]

예컨대, 본 명세서의 유기 발광 소자는 기판 상에 애노드, 유기물층 및 캐소드를 순차적으로 적층시킴으로써 제조할 수 있다. 이 때 스퍼터링법(sputtering)이나 전자빔 증발법(e-beam evaporation)과 같은 PVD(physical Vapor Deposition)방법을 이용하여, 기판 상에 금속 또는 전도성을 가지는 금속 산화물 또는 이들의 합금을 증착시켜 애노드를 형성하고, 그 위에 정공 주입층, 정공 수송층, 전자차단층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층을 포함하는 유기물층을 형성한 후, 그 위에 캐소드로 사용할 수 있는 물질을 증착시킴으로써 제조될 수 있다. 이와 같은 방법 외에도, 기판 상에 캐소드 물질부터 유기물층, 애노드 물질을 차례로 증착시켜 유기 발광 소자

를 만들 수 있다. 이와 같은 방법 외에도, 기관 상에 애노드 물질부터 유기물층, 캐소드 물질을 차례로 증착시켜 유기 발광 소자를 만들 수 있다.

- [0165] 본 명세서의 유기 발광 소자의 유기물층은 1층 이상의 유기물층이 적층된 다층 구조로 이루어질 수 있다.
- [0166] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 정공 주입층, 정공 수송층, 전자수송층, 전자주입층, 전자차단층 및 정공 차단층으로 이루어진 군에서 선택되는 1 층 또는 2 층 이상을 더 포함할 수 있다.
- [0167] 예컨대, 본 명세서의 유기 발광 소자의 구조는 도 1에 나타난 것도 같은 구조를 가질 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [0168] 도 1에는 기관(101) 위에 애노드(201), 정공 수송층(301), 발광층(401), 전자수송층(501) 및 캐소드(601)이 순차적으로 적층된 유기 발광 소자의 구조가 예시되어 있다. 도 1에서 상기 전자수송층(501)에는 식 1을 만족하는 화합물이 포함된다.
- [0169] 상기 도 1은 본 명세서의 실시상태에 따른 예시적인 구조이며, 다른 유기물층을 더 포함할 수 있다.
- [0170] 상기 유기 발광 소자가 복수개의 유기물층을 포함하는 경우, 상기 유기물층은 동일한 물질 또는 다른 물질로 형성될 수 있다.
- [0171] 상기 애노드 물질로는 통상 유기물층으로 정공 주입이 원활할 수 있도록 일함수가 큰 물질이 바람직하다. 본 발명에서 사용될 수 있는 양극 물질의 구체적인 예로는 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금과 같은 금속 또는 이들의 합금; 아연 산화물, 인듐 산화물, 인듐주석 산화물(ITO), 인듐아연 산화물(IZO)과 같은 금속 산화물; ZnO:Al 또는  $\text{SnO}_2$  : Sb와 같은 금속과 산화물의 조합; 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDOT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0172] 상기 캐소드 물질로는 통상 유기물층으로 전자 주입이 용이하도록 일함수가 작은 물질인 것이 바람직하다. 음극 물질의 구체적인 예로는 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 티타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 알루미늄, 은, 주석 및 납과 같은 금속 또는 이들의 합금; LiF/Al 또는  $\text{LiO}_2/\text{Al}$ 과 같은 다층 구조 물질 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0173] 상기 정공 주입 물질로는 전극으로부터 정공을 주입하는 층으로, 정공 주입 물질로는 정공을 수송하는 능력을 가져 양극에서의 정공 주입효과, 발광층 또는 발광재료에 대하여 우수한 정공 주입 효과를 갖고, 발광층에서 생성된 여기자의 전자주입층 또는 전자주입재료에의 이동을 방지하며, 또한, 박막 형성 능력이 우수한 화합물이 바람직하다. 정공 주입 물질의 HOMO(highest occupied molecular orbital)가 양극 물질의 일함수와 주변 유기물층의 HOMO 사이인 것이 바람직하다. 정공 주입 물질의 구체적인 예로는 금속 포피린(porphyrin), 올리고티오펜, 아릴아민 계열의 유기물, 핵사니트릴핵사아자트리페닐렌 계열의 유기물, 퀴나크리돈(quinacridone)계열의 유기물, 페릴렌(perylene) 계열의 유기물, 안트라퀴논 및 폴리아닐린과 폴리티오펜 계열의 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정 되는 것은 아니다.
- [0174] 상기 정공수송층은 정공주입층으로부터 정공을 수취하여 발광층까지 정공을 수송하는 층으로, 정공 수송 물질로는 양극이나 정공 주입층으로부터 정공을 수송받아 발광층으로 옮겨줄 수 있는 물질로 정공에 대한 이동성이 큰 물질이 적합하다. 구체적인 예로는 아릴아민 계열의 유기물, 전도성 고분자, 및 공액 부분과 비공액 부분이 함께 있는 블록 공중합체 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0175] 상기 발광 물질로는 정공 수송층과 전자수송층으로부터 정공과 전자를 각각 수송받아 결합시킴으로써 가시광선 영역의 빛을 낼 수 있는 물질로서, 형광이나 인광에 대한 양자 효율이 좋은 물질이 바람직하다. 구체적인 예로는 8-히드록시-퀴놀린 알루미늄 착물( $\text{AlQ}_3$ ); 카르바졸 계열 화합물; 이량체화 스티릴(dimerized styryl) 화합물; BA1q; 10-히드록시벤조 퀴놀린-금속 화합물; 벤조사졸, 벤즈티아졸 및 벤즈이미다졸 계열의 화합물; 폴리(p-페닐렌비닐렌)(PPV) 계열의 고분자; 스피로(spiro) 화합물; 폴리플루오렌, 루브렌 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0176] 상기 발광층은 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함할 수 있다. 호스트 재료는 축합 방향족환 유도체 또는 헤테로환 함유 화합물 등이 있다. 구체적으로 축합 방향족환 유도체로는 안트라센 유도체, 피렌 유도체, 나프탈렌 유도체, 펜타센 유도체, 페난트렌 화합물, 플루오란텐 화합물 등이 있고, 헤테로환 함유 화합물로는 카바졸 유도체, 디벤조퓨란 유도체, 래더형 퓨란 화합물, 피리미딘 유도체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0177] 상기 형광 발광층은 호스트 물질로 디스티릴아릴렌(distyrylarylene; DSA), 디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴벤젠(distyrylbenzene; DSB), 디스티릴벤젠 유도체, DPVBi (4,4'-bis(2,2'-diphenyl vinyl) -1,1'-biphenyl), DPVBi 유도체, 스피로-DPVBi 및 스피로-6P(spiro-sexyphenyl)로 이루어진 군에서 1 또는 2 이상이 선택된다.
- [0178] 상기 형광 발광층은 도펀트 물질로 스티릴아민(styrylamine)계, 페릴렌(phenylene)계 및 DSBP(distyrylbiphenyl)계로 이루어진 군에서 1 또는 2 이상이 선택된다.
- [0179] 상기 전자주입층은 전극으로부터 전자를 주입하는 층으로, 전자를 수송하는 능력을 갖고, 음극으로부터의 전자 주입 효과, 발광층 또는 발광 재료에 대하여 우수한 전자주입 효과를 가지며, 발광층에서 생성된 여기자의 정공 주입층에의 이동을 방지하고, 또한, 박막형성능력이 우수한 화합물이 바람직하다. 구체적으로는 플루오레논, 안트라퀴노다이메탄, 다이페노퀴논, 티오피란 다이옥사이드, 옥사졸, 옥사디아아졸, 트리아졸, 이미다졸, 페릴렌 테트라카복실산, 프레오레닐렌 메탄, 안트론 등과 그들의 유도체, 금속 착체 화합물 및 합질소 5원환 유도체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0180] 상기 금속 착체 화합물로서는 8-하이드록시퀴놀리나토 리튬, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)아연, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)구리, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)망간, 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄, 트리스(2-메틸-8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄, 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)갈륨, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)아연, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)클로로갈륨, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(o-크레졸라토)갈륨, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(1-나프톨라토)알루미늄, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(2-나프톨라토)갈륨 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0181] 상기 정공 차단층은 정공의 음극 도달을 저지하는 층으로, 일반적으로 정공주입층과 동일한 조건으로 형성될 수 있다. 구체적으로 옥사디아아졸 유도체나 트리아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, BCP, 알루미늄 착물 (aluminum complex) 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0182] 본 명세서에 따른 유기 발광 소자는 사용되는 재료에 따라 전면 발광형, 후면 발광형 또는 양면 발광형일 수 있다.
- [0183] 또한, 본 명세서에 따른 유기 발광 소자는 하부 전극이 애노드이고 상부전극이 캐소드인 정구조(normal type)일 수 있고, 하부전극이 캐소드이고 상부전극이 애노드인 역구조(inverted type)일 수도 있다.
- [0184] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 구조는 유기 태양 전지, 유기 감광체, 유기 트랜지스터 등을 비롯한 유기 전자 소자에서도 유기 발광 소자에 적용되는 것과 유사한 원리로 작용할 수 있다.
- [0185] 이하, 본 명세서를 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 명세서에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 명세서의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 명세서를 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.
- [0186] 실험예 1.
- [0187] 상기 화합물 1 내지 100으로 표시되는 화합물의 식 1의 값을 하기 표 1에 기재하였다.
- [0188] 식 1에서 분자 구조의 최적화 및 각각의 에너지의 계산은 액셀리스(Accelrys)사의 양자 화학 계산 프로그램인 Dmol3를 이용하여, BPW91 범함수와 dnd 기저함수를 이용하여 밀도범함수 이론(DFT)으로 구하였다.

표 1

[0189]

화합물 1	화합물 2	화합물 3	화합물 4
0.14	0.16	0.2	0.07
화합물 6	화합물 13	화합물 25	화합물 32
0.14	0.1	0.02	0.04
화합물 33	화합물 34	화합물 35	화합물 37
0.13	0.08	0.14	0.08
화합물 38	화합물 39	화합물 40	화합물 41
0.11	0.07	0.1	0.12
화합물 42	화합물 44	화합물 45	화합물 46
0.15	0.1	0.09	0.1
화합물 47	화합물 48	화합물 49	화합물 50

0.1	0.14	0.12	0.11
화합물 51	화합물 52	화합물 53	화합물 54
0.16	0.08	0.1	0.09
화합물 55	화합물 56	화합물 57	화합물 61
0.12	0.13	0.23	0.17
화합물 62	화합물 63	화합물 64	화합물 65
0.07	0.12	0.1	0.06
화합물 66	화합물 67	화합물 68	화합물 69
0.1	0.1	0.17	0.04
화합물 70	화합물 71	화합물 72	화합물 73
0.2	0.13	0.09	0.21
화합물 74	화합물 75	화합물 76	화합물 77
0.26	0.18	0.18	0.07
화합물 78	화합물 79	화합물 81	화합물 86
0.17	0.09	0.1	0.05
화합물 87	화합물 88	화합물 89	화합물 90
0.22	0.18	0.14	0.09
화합물 91	화합물 92	화합물 93	화합물 94
0.11	0.09	0.23	0.1
화합물 95	화합물 100		
0.12	0.17		

[0190] <실시예>

[0191] <실시예 1> 유기 발광 소자의 제조

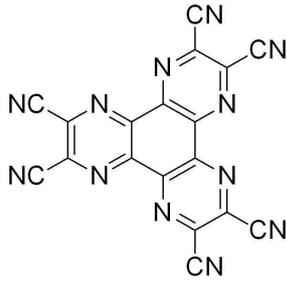
[0192] ITO (indium tin oxide)가 1,000 Å의 두께로 박막 코팅된 유리 기판(corning 7059 glass)을 세제를 녹인 증류수에 넣고 초음파로 세척하였다. 이 때, 세제로는 Fischer Co.의 제품을 사용하였으며 증류수로는 Millipore Co. 제품의 필터(Filter)로 2차로 걸러진 증류수를 사용하였다. ITO를 30분간 세척한 후, 증류수로 2회 반복하여 초음파 세척을 10분간 진행하였다. 증류수 세척이 끝난 후, 이소프로필알콜, 아세톤, 메탄올 등의 용제로 초음파 세척을 하고 건조시킨 후 플라즈마 세정기로 이송시켰다. 또한, 산소 플라즈마를 이용하여 상기 기판을 5분간 건식 세정한 후 진공 증착기로 기판을 이송시켰다.

[0193] 상기와 같이 준비된 ITO 투명 전극 위에 하기 화학식의 화합물인 헥사니트릴헥사아자트리페닐렌(hexanitrihexaazatriphenylene: 이하 HAT라 함)을 500Å의 두께로 열 진공 증착하여 박막을 형성하였다. 이 박막에 의하여 기판과 정공주입층 사이의 계면 특성을 향상시킬 수 있다. 이어서, 상기 박막 위에 하기 화학식 HT-1의 화합물을 400Å의 두께로 증착하여 정공수송층을 형성하고, 그 위에 하기 EB-1의 화합물을 250Å의 두께로 증착하여 전자차단층을 형성하였다. 그 위에 발광층의 호스트로 하기 H1과 도판트로 하기 D1의 화합물을 200 Å 두께로 진공증착하였다. 상기 발광층 위에 상기 화합물 2의 전자수송층물질과 리튬 퀴놀레이트(LiQ, Lithium Quinolate)를 1: 1의 중량비로 진공증착하여 300Å의 두께로 전자 주입 및 수송층을 형성하였다. 상기 전자수송층 위에 순차적으로 12Å 두께의 리튬 플루오라이드 (LiF)와 2,000Å 두께의 알루미늄을 증착하여 음극을 형성하였다.

[0194] 상기의 과정에서 유기물의 증착속도는 0.3 ~ 0.8 Å/sec로 유지하였다. 또한,

[0195] 음극의 리튬플루오라이드는 0.3 Å/sec, 알루미늄은 1.5 ~ 2.5 Å/sec의 증착 속도를 유지하였다. 증착시 진공도는  $1 \sim 3 \times 10^{-7}$ 로 유지하였다.

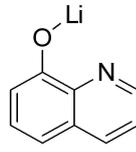
[0196] [HAT] [LiQ]



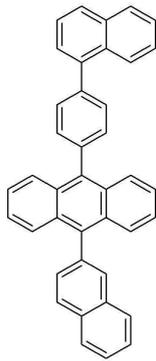
[0197]

[0198]

[H1]



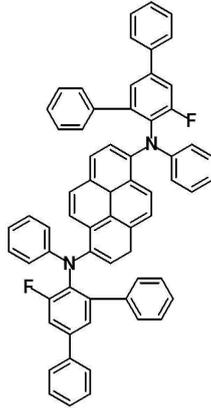
[D1]



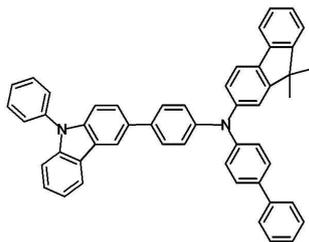
[0199]

[0200]

[HT-1]



[EB-1]



[0201]

[0202]

<실시예 2>

[0203]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 13을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0204]

<실시예 3> 유기 발광 소자의 제조

[0205]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 25를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0206]

<실시예 4> 유기 발광 소자의 제조

[0207]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 35를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0208]

<실시예 5> 유기 발광 소자의 제조

[0209]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 37을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0210]

<실시예 6> 유기 발광 소자의 제조

[0211]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 38을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기

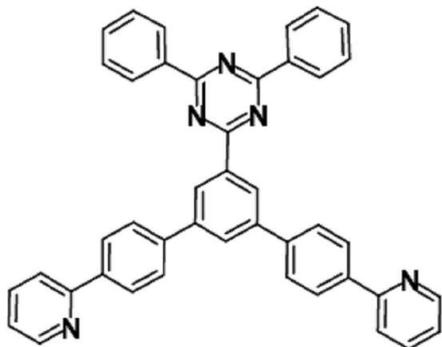
발광 소자를 제작하였다.

- [0212] <실시예 7> 유기 발광 소자의 제조
- [0213] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 39를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0214] <실시예 8> 유기 발광 소자의 제조
- [0215] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 41을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0216] <실시예 9> 유기 발광 소자의 제조
- [0217] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 42를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0218] <실시예 10> 유기 발광 소자의 제조
- [0219] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 44를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0220] <실시예 11> 유기 발광 소자의 제조
- [0221] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 48을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0222] <실시예 12> 유기 발광 소자의 제조
- [0223] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 52를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0224] <실시예 13> 유기 발광 소자의 제조
- [0225] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 55을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0226] <실시예 14> 유기 발광 소자의 제조
- [0227] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 56을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0228] <실시예 15> 유기 발광 소자의 제조
- [0229] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 57을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0230] <실시예 16> 유기 발광 소자의 제조
- [0231] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 61을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0232] <실시예 17> 유기 발광 소자의 제조
- [0233] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 69를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0234] <실시예 18> 유기 발광 소자의 제조
- [0235] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 94를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [0236] <실시예 19> 유기 발광 소자의 제조
- [0237] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 화합물 100을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0238] <비교예 1> 유기 발광 소자의 제조

[0239] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0240] [화학식 ET-1]



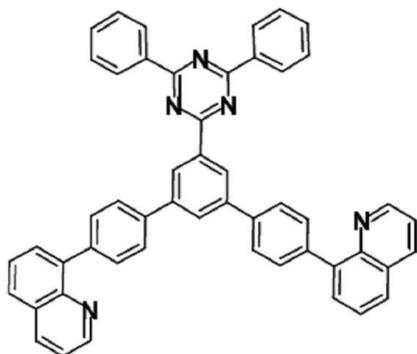
[0241]

[0242]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.01$

[0243] <비교예 2> 유기 발광 소자의 제조

[0244] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0245] [화학식 ET-2]



[0246]

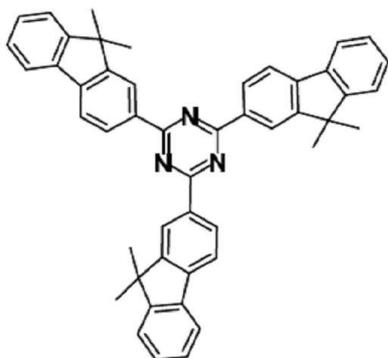
[0247]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.07$

[0248] <비교예 3> 유기 발광 소자의 제조

[0249] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0250]

[화학식 ET-3]



[0251]

[0252]

$$\lambda_- - \lambda_+ = -0.01$$

[0253]

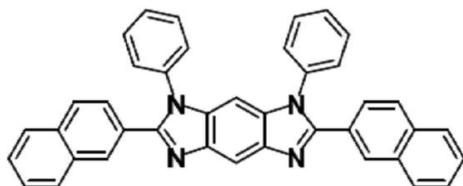
<비교예 4> 유기 발광 소자의 제조

[0254]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-4을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0255]

[화학식 ET-4]



[0256]

[0257]

$$\lambda_- - \lambda_+ = -0.02$$

[0258]

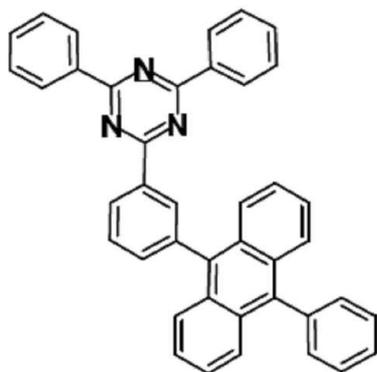
<비교예 5> 유기 발광 소자의 제조

[0259]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-5을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0260]

[화학식 ET-5]



[0261]

[0262]

$$\lambda_- - \lambda_+ = -0.08$$

[0263]

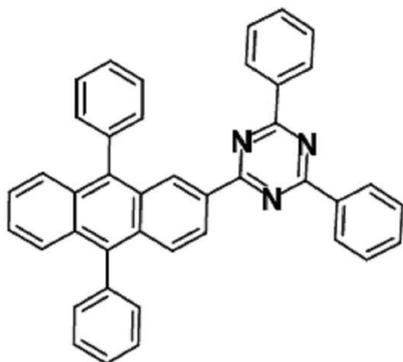
<비교예 6> 유기 발광 소자의 제조

[0264]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-6을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로

유기 발광 소자를 제작하였다.

[0265] [화학식 ET-6]



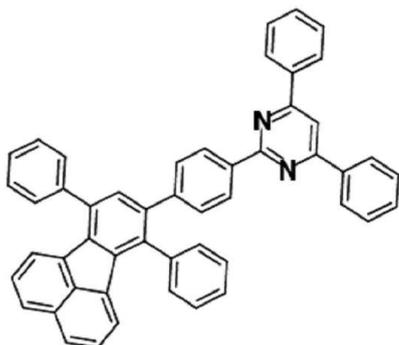
[0266]

[0267]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.04$

[0268] <비교예 7> 유기 발광 소자의 제조

[0269] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-7을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0270] [화학식 ET-7]



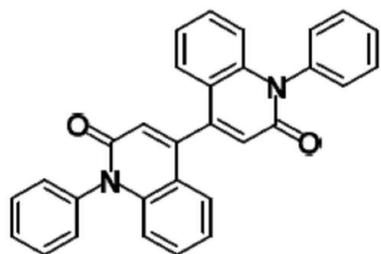
[0271]

[0272]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.04$

[0273] <비교예 8>

[0274] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-8을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0275] [화학식 ET-8]



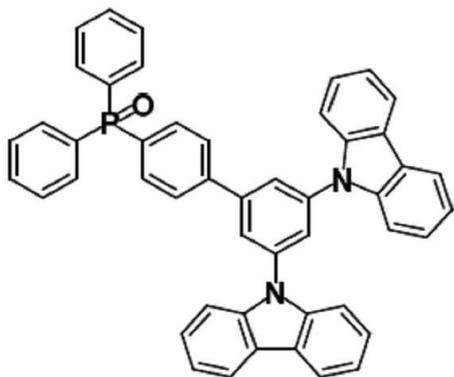
[0276]

[0277]  $\lambda_- - \lambda_+ = 0.35$

[0278] <비교예 9>

[0279] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-9를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0280] [화학식 ET-9]



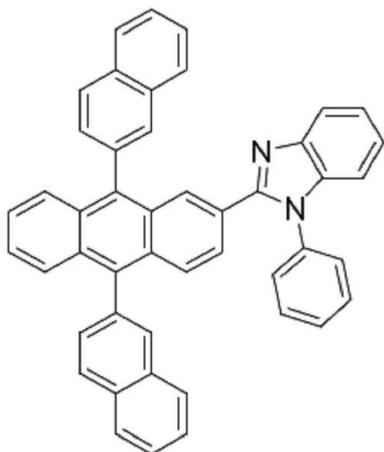
[0281]

[0282]  $\lambda_- - \lambda_+ = 0.36$

[0283] <비교예 10>

[0284] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0285] [화학식 ET-10]



[0286]

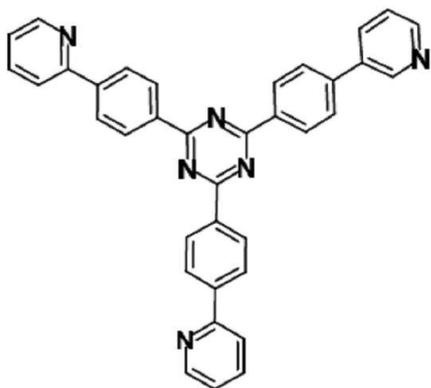
[0287]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.08$

[0288] <비교예 11>

[0289] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-11을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0290]

[화학식 ET-11]



[0291]

[0292]

$$\lambda_- - \lambda_+ = -0.1$$

[0293]

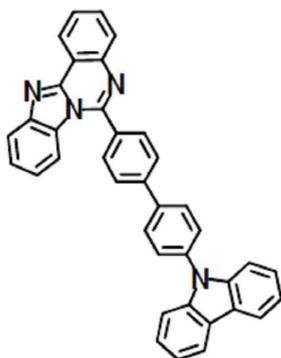
<비교예 12>

[0294]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-12를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0295]

[화학식 ET-12]



[0296]

[0297]

$$\lambda_- - \lambda_+ = 0.46$$

[0298]

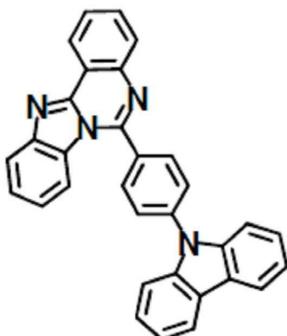
<비교예 13>

[0299]

상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-13을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0300]

[화학식 ET-13]



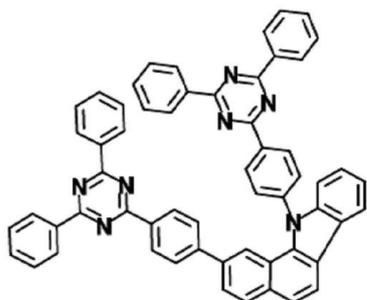
[0301]

[0302]  $\lambda_- - \lambda_+ = 0.45$

[0303] <비교예 14>

[0304] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-14를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0305] [화학식 ET-14]



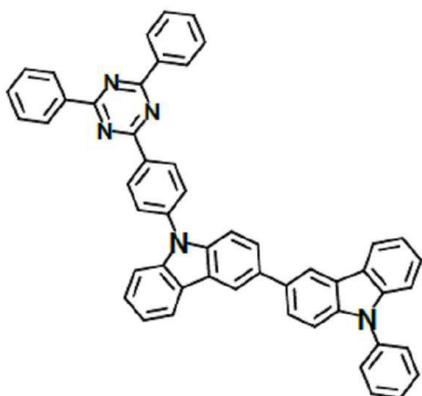
[0306]

[0307]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.01$

[0308] <비교예 15>

[0309] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-15를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0310] [화학식 ET-15]



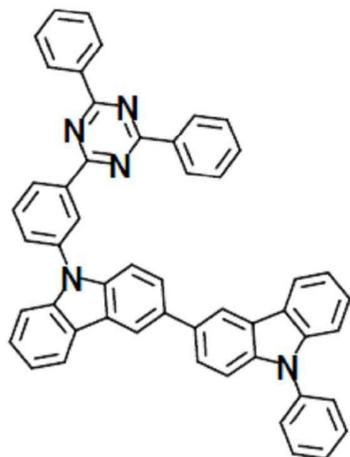
[0311]

[0312]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.01$

[0313] <비교예 16>

[0314] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2 대신 하기 화학식 ET-16을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0315] [화학식 ET-16]



[0316]

[0317]  $\lambda_- - \lambda_+ = -0.02$

[0318] <비교예 17>

[0319] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0320] <비교예 18>

[0321] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 13을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0322] <비교예 19>

[0323] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 35를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0324] <비교예 20>

[0325] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 39를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0326] <비교예 21>

[0327] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 56을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0328] <비교예 22>

[0329] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 57을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0330] <비교예 23>

[0331] 상기 실시예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 61을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0332] <비교예 24>

[0333] 상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0334] <비교예 25>

[0335] 상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 13을 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동

일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0336]

<비교예 26>

[0337]

상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 35를 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0338]

<비교예 27>

[0339]

상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 39를 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0340]

<비교예 28>

[0341]

상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 56을 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0342]

<비교예 29>

[0343]

상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 57을 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0344]

<비교예 30>

[0345]

상기 비교예 1에서 화학식 H1 대신 발광층의 호스트 물질로 화합물 61을 사용한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0346]

전술한 방법으로 제조한 유기 발광 소자를 10 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 구동전압과 발광 효율을 측정하였고, 20mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 초기 휘도 대비 98%가 되는 시간(LT98)을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0347]

	전압(V)	전류효율 (cd/A)	색좌표 (x,y)	Life Time 98 at 20mA/cm <sup>2</sup>
실시예 1	3.98	5.66	(0.137, 0.142)	43
실시예 2	4.18	5.78	(0.138, 0.142)	59
실시예 3	4.1	5.65	(0.138, 0.143)	44
실시예 4	4.02	5.78	(0.139, 0.143)	35
실시예 5	3.89	5.88	(0.138, 0.142)	43
실시예 6	4.01	5.71	(0.139, 0.142)	52
실시예 7	4.01	5.58	(0.138, 0.142)	41
실시예 8	3.98	5.65	(0.138, 0.143)	48
실시예 9	4.11	5.64	(0.138, 0.142)	42
실시예 10	3.99	5.79	(0.138, 0.143)	41
실시예 11	4.07	5.66	(0.138, 0.142)	38
실시예 12	4.01	5.66	(0.139, 0.142)	51
실시예 13	4.01	5.65	(0.139, 0.142)	49
실시예 14	3.71	5.15	(0.138, 0.142)	35
실시예 15	4.04	5.79	(0.138, 0.142)	42
실시예 16	4	5.56	(0.138, 0.142)	71
실시예 17	4.02	5.64	(0.138, 0.142)	49
실시예 18	4.09	5.51	(0.138, 0.142)	55
실시예 19	4	5.57	(0.138, 0.142)	70
비교예 1	4.35	5.15	(0.138, 0.142)	28
비교예 2	4.51	5.05	(0.138, 0.142)	22
비교예 3	4.41	5.21	(0.138, 0.142)	11
비교예 4	4.33	4.99	(0.138, 0.143)	22
비교예 5	4.43	5.11	(0.138, 0.141)	27
비교예 6	4.28	5.25	(0.137, 0.142)	30

비교예 7	4.39	5.16	(0.138, 0.142)	28
비교예 8	4.29	5.05	(0.139, 0.142)	5
비교예 9	4.24	4.84	(0.138, 0.142)	26
비교예 10	4.19	5.06	(0.138, 0.142)	22
비교예 11	4.31	5.03	(0.138, 0.141)	20
비교예 12	4.24	4.79	(0.138, 0.142)	20
비교예 13	4.3	4.89	(0.138, 0.141)	23
비교예 14	4.48	5.01	(0.137, 0.142)	15
비교예 15	4.39	5.06	(0.138, 0.142)	19
비교예 16	4.19	5.15	(0.139, 0.142)	9
비교예 17	4	5.05	(0.138, 0.142)	18
비교예 18	4.05	5.21	(0.139, 0.142)	19
비교예 19	4.04	5.25	(0.138, 0.142)	7
비교예 20	4.03	5.22	(0.138, 0.142)	15
비교예 21	4.42	4.14	(0.138, 0.152)	12
비교예 22	4.5	3.05	(0.138, 0.146)	15
비교예 23	5.11	4.05	(0.138, 0.144)	16
비교예 24	5.01	3.98	(0.138, 0.142)	11
비교예 25	4.51	4.02	(0.138, 0.142)	20
비교예 26	4.64	4.24	(0.138, 0.142)	23
비교예 27	4.6	5.05	(0.138, 0.142)	8
비교예 28	4.75	5.03	(0.138, 0.141)	14
비교예 29	4.55	5.01	(0.138, 0.142)	15
비교예 30	4.32	4.74	(0.138, 0.142)	18

- [0348] 본 명세서의 일 실시상태에 따라, 화학식 1의 화합물에 포함되는 바이폴라 타입의 화합물은 산화 환원 상태에서 안정하여 유기 발광 소자에서 우수한 효율을 기대할 수 있다. 다만, 화학식 1에 포함되는 화합물이더라도 형광 발광을 하는 유기 발광 소자, 특히 청색 형광하는 발광층을 포함하는 유기 발광 소자는 식 1을 추가로 만족해야 한다.
- [0349] 이는 상기 표 2의 실시예 1 내지 19와 비교예 1 내지 16의 결과와 같이, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물 범위 내이더라도 식 1의 값을 만족하는 경우에는 식 1의 값을 만족하지 않는 경우보다 동일하거나 유사한 색좌표 범위 내에서 낮은 구동전압, 높은 전류 효율을 제공하고, 특히 장수명의 유기 발광 소자를 제공함을 확인할 수 있다.
- [0350] 또한, 비교예 17 내지 30의 결과로 상기 식 1을 만족하는 화합물은 캐소드와 발광층 사이에 구비되는 경우에 유기 발광 소자 내에서 전압, 효율 및/또는 수명 면에서 효과를 발휘하는 것을 확인할 수 있다.
- [0351] 이는 식 1의 값이 0 eV를 초과하는 경우 분자 자체가 갖는 전하 장벽을 이용하여 캐소드로부터 발광층으로 전달되는 전자의 양을 조절하여 정공차단층의 구비 없이도 유기 발광 소자의 효율이 상승하나, 식 1의 값이 3 eV를 초과하는 경우, 캐소드로부터 전자 이동에 있어 넘어야 하는 에너지 장벽이 지나치게 커져 발광층으로 전달되는 전자의 양이 과다하게 줄어들어 정공 전자쌍이 서로 만나서 만들어지는 엑시톤의 형성이 감소하게 되어 유기 발광 소자의 효율이 감소하기 때문이다.
- [0352] 따라서, 본 명세서의 일 실시상태에 따라 식 1의 값을 만족하는 화합물을 포함하는 유기물층이 발광층과 캐소드 사이에 구비되는 경우, 높은 효율 및/또는 장수명의 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

**부호의 설명**

- [0353] 101: 기판
- 201: 애노드
- 301: 정공 수송층
- 401: 발광층
- 501: 전자수송층

601: 캐소드

도면

도면1

