

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 2월 18일 (18.02.2016)

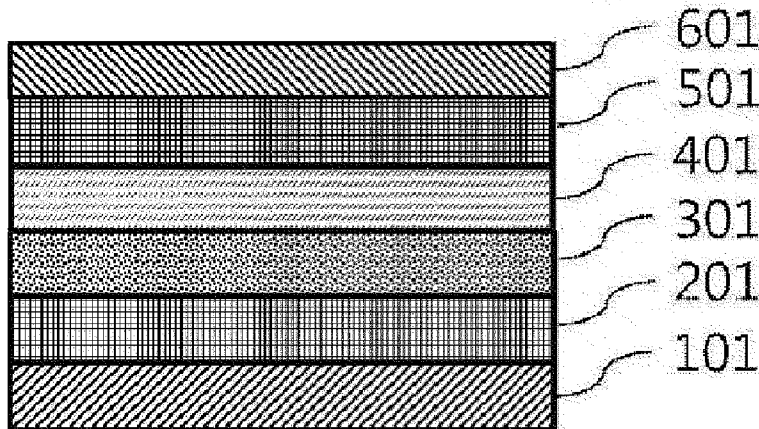


(10) 국제공개번호
WO 2016/024728 A1

- (51) 국제특허분류:
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
 - (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/007418
 - (22) 국제출원일: 2015년 7월 16일 (16.07.2015)
 - (25) 출원언어: 한국어
 - (26) 공개언어: 한국어
 - (30) 우선권정보:
10-2014-0104507 2014년 8월 12일 (12.08.2014) KR
10-2015-0028550 2015년 2월 27일 (27.02.2015) KR
 - (71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.)
[KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
 - (72) 발명자: 허정오 (HUH, Jungoh); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 이 동훈 (LEE, Dong Hoon); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 천민승 (CHUN, Minseung); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 장분재 (JANG, Boonjae); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 정원익 (JEONG, Wonik); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR).
 - (74) 대리인: 정순성 (CHUNG, Soon-Sung); 135-911 서울시 강남구 테헤란로 19길 5, 삼보빌딩 6층, Seoul (KR).
 - (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

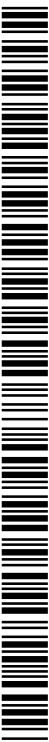
(54) Title: ORGANIC LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) 발명의 명칭 : 유기 발광 소자



(57) Abstract: The present specification relates to an organic light-emitting element, which comprises: a cathode; an anode formed opposite to the cathode; a light-emitting layer formed between the cathode and the anode; and an electron transport layer formed between the cathode and the light-emitting layer; and an electron adjustment layer formed between the light-emitting layer and the electron transport layer, wherein the electron transport layer includes an organic compound containing an aromatic hetero ring, the electron adjustment layer includes a hetero ring compound represented by chemical formula 1, and the ionization potential (Ipa) of the electron transport layer is larger than the ionization potential (Ipa) of the electron adjustment layer.

(57) 요약서: 본 명세서는, 캐소드; 상기 캐소드와 대향하여 구비된 애노드; 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 구비된 발광층; 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 전자수송층; 및 상기 발광층과 상기 전자수송층 사이에 구비된 전자조절층을 포함하고, 상기 전자수송층은 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기화합물을 포함 하며, 상기 전자조절층은 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물을 포함하고, 상기 전자수송층의 이온화 퍼텐셜(Ipm)은 상기 전자조절층의 이온화퍼텐셜(Ipa)보다 큰 것인 유기 발광소자에 관한 것이다.



WO 2016/024728 A1

명세서

발명의 명칭: 유기 발광 소자

기술분야

- [1] 본 명세서는 2014년 8월 12일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제 10-2014-0104507호 및 2015년 2월 27일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제 10-2015-0028550호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 명세서에 포함된다.
- [2] 본 명세서는 유기 발광 소자에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 유기 발광 현상은 특정 유기 분자의 내부 프로세스에 의하여 전류가 가시광으로 전환되는 예의 하나이다. 유기 발광 현상의 원리는 다음과 같다.
- [4] 양극과 음극 사이에 유기물층을 위치시켰을 때 두 전극 사이에 전압을 걸어주게 되면 음극과 양극으로부터 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 음극과 양극 및 그 사이에 위치한 유기물층, 예컨대 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층을 포함하는 유기물층으로 구성될 수 있다.
- [5] 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.
- [6] 당 기술분야에서는 높은 효율의 유기 발광 소자의 개발이 요구되고 있다.
- [7] [선행기술문헌]
- [8] [비특허문헌]
- [9] Applied Physics Letters 51, p. 913, 1987

발명의 상세한 설명

기술적 과제

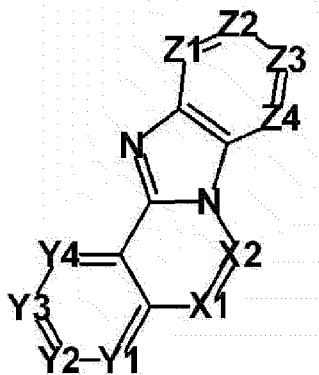
- [10] 본 명세서의 목적은 높은 발광 효율의 유기 발광 소자를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [11] 본 명세서는 캐소드; 상기 캐소드와 대향하여 구비된 애노드; 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 구비된 발광층; 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 전자수송층; 및 상기 발광층과 상기 전자수송층 사이에 구비된 전자조절층을 포함하고,
- [12] 상기 전자수송층은 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기화합물을 포함하며,
- [13] 상기 전자조절층은 하기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물을 포함하고,
- [14] 상기 전자수송층의 이온화퍼텐셜(I_{p_m})은 상기 전자조절층의 이온화퍼텐셜(I_{p_a})보다 큰 것인 유기 발광 소자를 제공한다.

[15] [화학식 1]

[16]



- [17] 화학식 1에 있어서,
- [18] X1은 CR1 또는 N이고, X2는 CR2 또는 N이며,
- [19] Y1은 CR5 또는 N이고, Y2는 CR6 또는 N이며, Y3는 CR7 또는 N이고, Y4는 CR8 또는 N이며,
- [20] Z1은 CR9 또는 N이고, Z2는 CR10 또는 N이며, Z3는 CR11 또는 N이고, Z4는 CR12 또는 N이며,
- [21] X1, X2, Y1 내지 Y4 및 Z1 내지 Z4는 동시에 N은 아니고,
- [22] R1, R2 및 R5 내지 R12는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, R1, R2 및 R5 내지 R12 중 인접하는 치환기는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리를 형성한다.

발명의 효과

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

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자의 예를 도시한 것이다.

- [25] [부호의 설명]
- [26] 101: 기판
- [27] 201: 애노드
- [28] 301: 발광층
- [29] 401: 전자조절층
- [30] 501: 전자수송층
- [31] 601: 캐소드

발명의 실시를 위한 최선의 형태

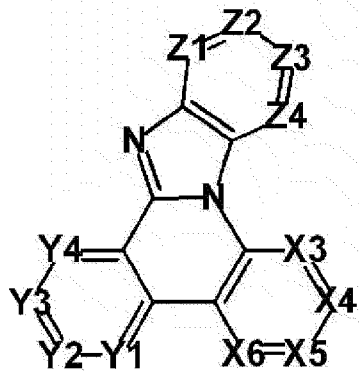
- [32] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.
- [33] 본 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [34] 본 명세서는 캐소드; 상기 캐소드와 대향하여 구비된 애노드; 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 구비된 발광층; 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 전자수송층; 및 상기 발광층과 상기 전자수송층 사이에 구비된 전자조절층을 포함하고, 상기 수송층은 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기화합물을 포함하며, 상기 전자조절층은 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물을 포함하는 것인 유기 발광 소자를 제공한다.
- [35] 상기 전자조절층은 유기 발광 소자에서 발광층의 에너지 준위에 따라서, 전자의 이동도를 조절하는 역할을 하는 층을 의미한다.
- [36] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 전자수송층의 이온화퍼텐셜(I_{p_m})은 상기 전자조절층의 이온화퍼텐셜(I_{p_a})보다 크다. 이 경우, 애노드에서 공급되는 정공이 캐소드 쪽으로 넘어가지 않도록 정공 장벽의 역할을 할 수 있고, 전자조절층의 전자 이동도의 조절 능력이 극대화될 수 있다.
- [37] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 전자조절층은 상기 발광층과 접하여 구비된다. 이 경우, 전자조절층은 전자 이동도를 조절하는 역할 및 애노드로부터 공급되는 정공이 캐소드 특히, 전자수송층으로 넘어가지 않도록 하는 정공장벽 역할을 동시에 수행할 수 있다.
- [38] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 전자수송층의 두께는 상기 전자조절층의 두께보다 두껍다. 전자의 이동을 조절하는 전자조절층의 두께가 전자수송층의 두께보다 두꺼울 경우에는 단위 시간 당 발광층으로 이동할 수 있는 전자의 양이 줄어 상대적으로 애노드로부터 정공이 캐소드로 지나치게 공급되어 소자의 효율이 낮아질 수 있다. 따라서, 전자 수송층의 두께가 전자조절층의 두께보다 두꺼운 경우에는 단위 시간당 발광층으로 이동할 수 있는 전자의 양을 적절히 조절하여 애노드로부터 공급되는 정공의 양과 균형을 맞출 수 있어 발광층의 엑시톤 형성의 극대화 및 높은 소자의 효율을 기대할 수 있다.

- [39] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함한다.
- [40] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 도펀트는 형광 도펀트이다.
- [41] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 도펀트는 청색 형광 도펀트이다.
- [42] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기 발광 소자는 청색 형광 발광을 한다.
- [43] 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. 다만, 높은 엑시톤 에너지를 가지는 청색 형광 발광을 하는 유기 발광 소자의 경우에는 녹색 또는 적색에 비하여 상대적으로 소자의 수명이 현저히 떨어지는 문제가 있다. 즉, 청색 형광의 높은 엑시톤 에너지가 좁은 발광영역이라는 국부적인 영역에 집중되어 있기 때문에 재료가 받는 에너지 스트레스가 증가하게 되고 결국 낮은 수명을 나타내게 된다. 따라서 상기와 같은 문제를 극복하기 위하여 전자수송층 외에 별도의 전자조절층을 발광층과 전자수송층에 구비하여 인위적으로 전자의 양을 조절하여 유기 발광 소자의 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.
- [44] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 전자수송층은 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기 화합물을 포함한다.
- [45] 본 명세서에서 방향족 헤테로고리를 함유한다는 의미는 전자수송층에 포함되는 화합물이 방향족 헤테로고리가 코어로 포함되거나, 전자수송층에 포함되는 화합물의 치환기 중 적어도 하나가 방향족 헤테로고리인 것을 의미할 수 있다.
- [46] 또 하나의 실시상태에 있어서, 전자수송층은 함질소 단환 고리 또는 함질소 다환 고리를 함유하는 유기 화합물을 포함한다.
- [47] 상기 함질소 단환 고리란, 단환의 탄화 수소의 고리원 내에 탄소 대신 질소 원자가 적어도 하나 치환된 고리를 의미하며, 예컨대, 피리딘기, 피리미딘기, 피리다진기, 피라진기, 트리아진기, 테트라진기, 펜타진기, 피롤기, 티아졸기, 이미다졸기 및 옥사졸기 등이 있으나, 이에 한정하지 않는다.
- [48] 상기 함질소 다환 고리란 다환의 탄화 수소의 고리원 내에 탄소 대신 질소 원자가 적어도 하나 치환된 고리를 의미하며, 퀴놀린기, 시놀린기, 퀴나졸린기, 퀴녹살린기, 피리도피라진기, 피라지노피라진기, 피라지노퀴녹살린기, 아크리딘기, 페난트롤린기, 벤즈이미다졸기, 벤즈이미다조페난트리딘기, 벤조벤즈이미다조페난트리딘기 등이 있으나, 이에 한정하지 않는다.
- [49] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 전자수송층은 함질소 단환고리를 함유하는 유기 화합물을 포함한다.
- [50] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기화합물은 방향족 헤테로고리가 코어로 포함된다.
- [51] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 X1 및 X2는 각각 CR1 및 CR2이고, 상기 R1 및 R2는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리를 형성한다.

- [52] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 벤젠고리를 형성한다.
- [53] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 서로 결합하여, 벤젠고리를 형성한다.
- [54] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 X1은 N이다.
- [55] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 X2는 CR2이다.
- [56] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R7 및 R8은 서로 결합하여, 탄화수소 고리를 형성한다.
- [57] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R7 및 R8은 서로 결합하여, 벤젠 고리를 형성한다.
- [58] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R5 및 R6는 서로 결합하여, 탄화수소 고리를 형성한다.
- [59] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R5 및 R6는 서로 결합하여, 벤젠 고리를 형성한다.
- [60] 본 명세서에서 상기 벤젠고리나 탄화수소고리는 치환 또는 비치환될 수 있다.
- [61] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1A 또는 화학식 1B로 표시된다.

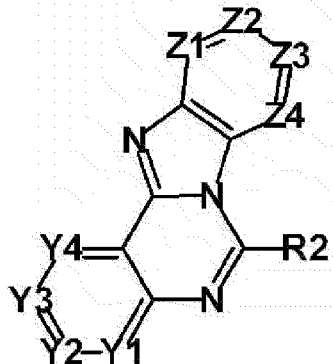
[62] [화학식 1A]

[63]



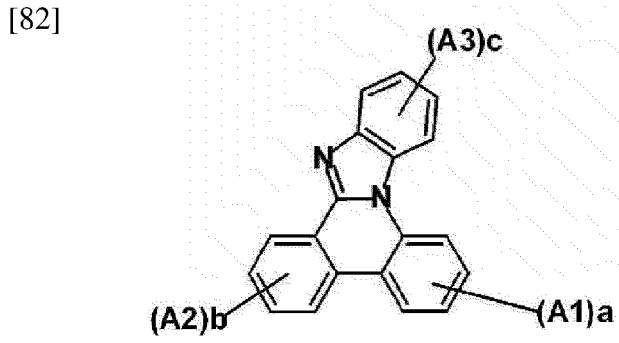
[64] [화학식 1B]

[65]

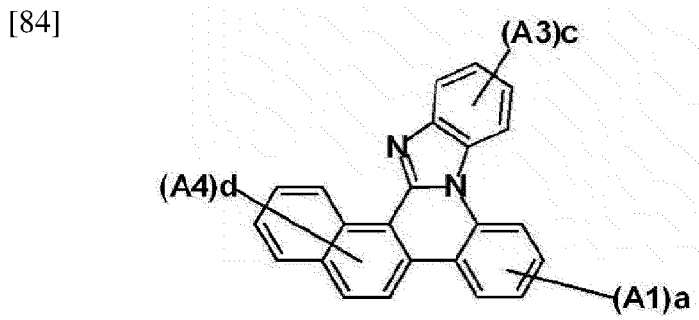


- [66] 화학식 1A 및 화학식 1B에 있어서,
- [67] Y1 내지 Y4, Z1 내지 Z4 및 R2는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하고,
- [68] X3 내지 X6은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 CR3 또는 N이며,
- [69] R3는 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리를 형성한다.
- [70] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, Y1은 CR5이다.
- [71] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Y2는 CR6이다.
- [72] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 Y3는 CR7이다.
- [73] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Y4는 CR8이다.
- [74] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Z1는 CR9이다.
- [75] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Z2는 CR10이다.
- [76] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Z3는 CR11이다.
- [77] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Z4는 CR12이다.
- [78] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 X3 내지 X6은 각각 CR3이다.
- [79] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 X3 내지 X6의 각 CR3는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.
- [80] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-1 내지 1-4 중 어느 하나로 표시된다.

[81] [화학식 1-1]

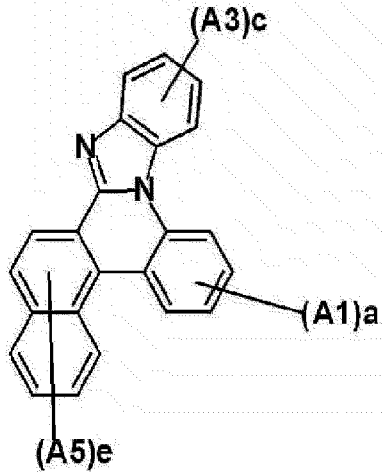


[83] [화학식 1-2]



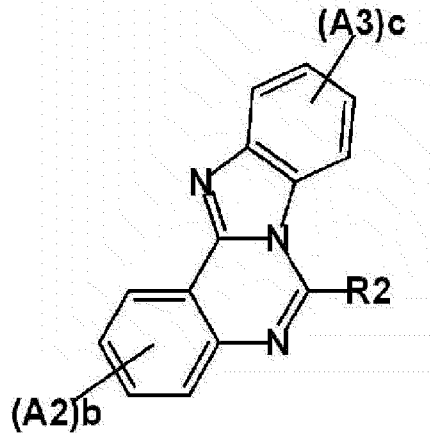
[85] [화학식 1-3]

[86]



[87] [화학식 1-4]

[88]



[89] 화학식 1-1 내지 1-4 에 있어서,

[90] a, b 및 c는 각각 1 내지 4의 정수이고,

[91] d 및 e는 각각 1 내지 6의 정수이며,

[92] a, b, c, d 및 e 가 각각 2 이상의 정수인 경우, 각각의 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 동일하거나 상이하고,

[93] A1 내지 A5 및 R2는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이다.

[94] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1, R2 및 R5 내지 R12 중 적어도 하나는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 탄화수소고리를 형성한다.

- [95] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 내지 R3 및 R5 내지 R12 중 적어도 하나는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 벤젠고리를 형성한다.
- [96] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1 내지 R3 및 R5 내지 R12는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 벤젠고리를 형성한다.
- [97] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1 내지 R3 및 R5 내지 R12는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 피리딘기로 치환된 페닐기; 퀴놀린기로 치환된 페닐기; 파이렌기로 치환된 페닐기; 나프틸기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 페난트레닐기로 치환된 나프틸기; 화학식 1B 및 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 1 또는 2 이상이 치환된 플루오레닐기; 시아노기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 안트라센기로 치환된 페닐기; 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 포스핀옥사이드기; 나프틸기; 나프틸기로 치환된 페닐기; 바이페닐기; 터페닐기; 트리페닐렌기; 페닐기로 치환된 나프틸기; 또는 페난트레닐기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여, 피리딘기로 치환된 페닐기; 퀴놀린기로 치환된 페닐기; 파이렌기로 치환된 페닐기; 나프틸기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 페난트레닐기로 치환된 나프틸기; 화학식 1B 및 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 1 또는 2 이상이 치환된 플루오레닐기; 시아노기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 안트라센기로 치환된 페닐기; 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 포스핀옥사이드기; 나프틸기; 나프틸기로 치환된 페닐기; 바이페닐기; 터페닐기; 트리페닐렌기; 페닐기로 치환된 나프틸기; 및 페난트레닐기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 치환 또는 비치환된 벤젠고리를 형성한다.
- [98] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1은 수소이다.
- [99] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R2는 수소이다.

- [100] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [101] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R2는 시아노기, 아릴기, 헥테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [102] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환된 아릴기이다.
- [103] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 파이렌기로 치환된 아릴기이다.
- [104] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환된 페닐기이다.
- [105] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R2는 파이렌기로 치환된 페닐기이다.
- [106] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 안트라센기로 치환된 페닐기이다.
- [107] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 나프틸기로 치환된 안트라센기로 치환된 페닐기이다.
- [108] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환된 나프틸기이다.
- [109] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R2는 페난트레닐기로 치환된 나프틸기이다.
- [110] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환된 나프틸기이다.
- [111] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R2는 시아노기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기이다.
- [112] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R2는 나프틸기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기이다.
- [113] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R2는 치환 또는 비치환된 화학식 1B로 치환된 화학식 1B 및 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 1 또는 2 이상이 치환된 플루오레닐기이다.
- [114] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R2는 화학식 1B 및 나프틸기로 치환된 플루오레닐기이다.
- [115] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 수소이다.
- [116] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [117] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 시아노기, 아릴기, 헥테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이다.
- [118] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 아릴기로 치환된 아릴기이다.
- [119] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 나프틸기로 치환된 아릴기이다.
- [120] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 나프틸기로 치환된 페닐기이다.
- [121] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 페닐기로 치환된 아릴기이다.

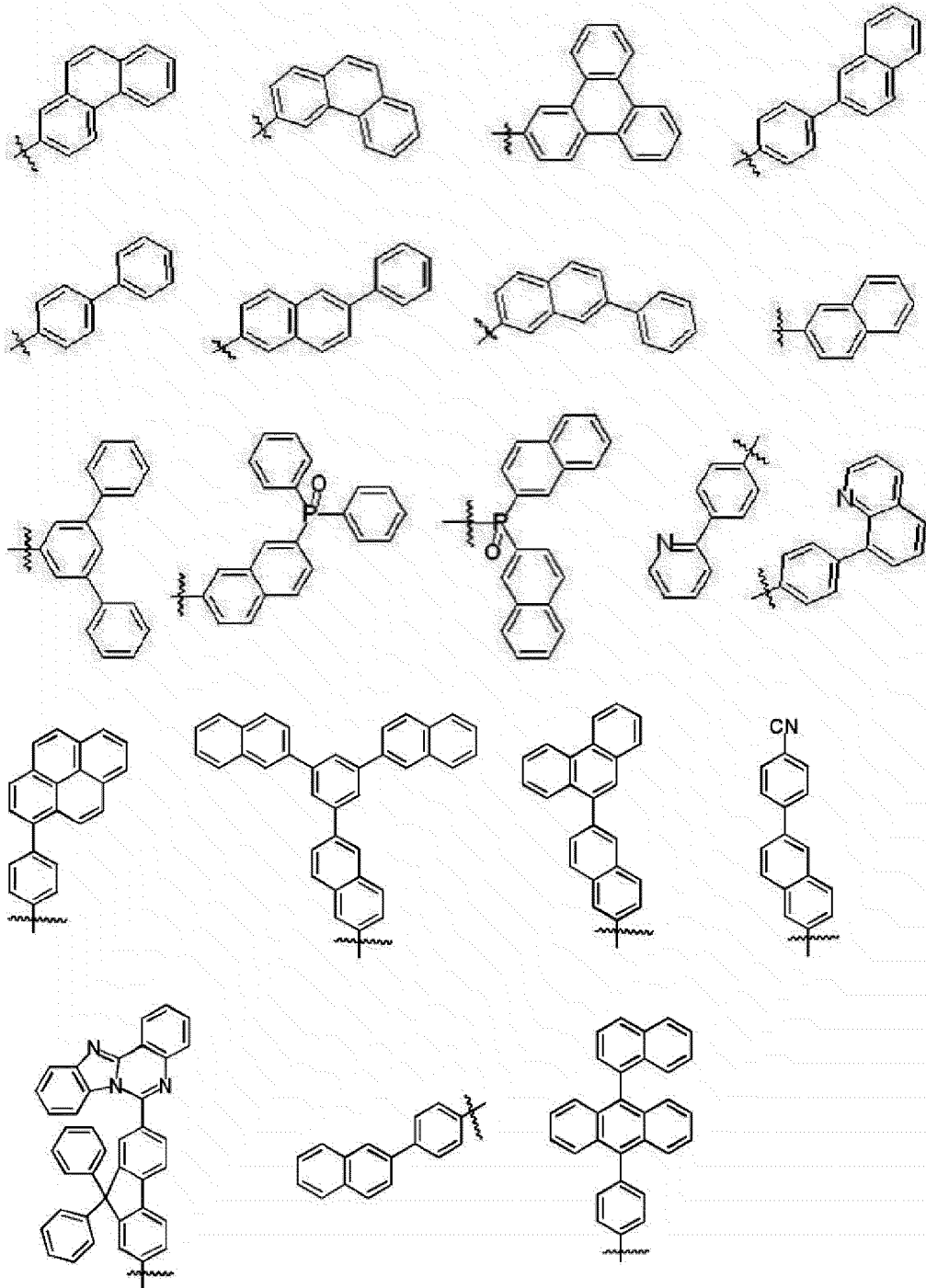
- [122] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 아릴기로 치환된 페닐기이다.
- [123] 본 명세서의 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 아릴기로 치환된 나프틸기이다.
- [124] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 페닐기로 치환된 페닐기이다.
- [125] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 페닐기로 치환된 나프틸기이다.
- [126] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 비치환된 아릴기이다.
- [127] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 나프틸기이다.
- [128] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 페난트레닐기이다.
- [129] 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 터페닐기이다.
- [130] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 트리페닐렌기이다.
- [131] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 바이페닐기이다.
- [132] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 헥테로고리기로 치환된 아릴기이다.
- [133] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 피리딘기로 치환된 아릴기이다.
- [134] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R3는 피리딘기로 치환된 페닐기이다.
- [135] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 포스핀옥사이드기로 치환된 아릴기이다.
- [136] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [137] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [138] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 페닐기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [139] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R3는 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기이다.
- [140] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R3는 나프틸기로 치환된 포스핀옥사이드기이다.
- [141] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R5는 수소이다.
- [142] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R6는 수소이다.
- [143] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R6는 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [144] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R6는 시아노기, 아릴기, 헥테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [145] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R6는 헥테로고리기로 치환된 아릴기이다.
- [146] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R6는 피리딘기로 치환된 아릴기이다.
- [147] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R6는 피리딘기로 치환된 페닐기이다.
- [148] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R7은 수소이다.
- [149] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 포스핀옥사이드기로 치환된 아릴기이다.

- [150] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [151] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [152] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 페닐기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기이다.
- [153] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [154] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R7은 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [155] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 헤테로고리기로 치환된 아릴기이다.
- [156] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R7은 퀴놀린기로 치환된 아릴기이다.
- [157] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R7은 퀴놀린기로 치환된 페닐기이다.
- [158] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R8은 수소이다.
- [159] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R9는 수소이다.
- [160] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R10은 수소이다.
- [161] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R10은 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [162] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R10은 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [163] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R10은 헤테로고리기로 치환된 아릴기이다.
- [164] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 R10은 퀴놀린기로 치환된 아릴기이다.
- [165] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 R10은 퀴놀린기로 치환된 페닐기이다.
- [166] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R11은 수소이다.
- [167] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R12는 수소이다.
- [168] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, A1 내지 A3 중 적어도 하나는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이다.
- [169] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 A1 내지 A5는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이다.
- [170] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 A1 내지 A5는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 피리딘기로 치환된 페닐기; 퀴놀린기로 치환된

페닐기; 파이렌기로 치환된 페닐기; 나프틸기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 페난트레닐기로 치환된 나프틸기; 화학식 1B 및 페닐기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 1 또는 2 이상이 치환된 플루오레닐기; 시아노기로 치환된 페닐기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 안트라센기로 치환된 페닐기; 아릴기로 치환된 포스핀옥사이드기로 치환된 나프틸기; 나프틸기로 치환된 포스핀옥사이드기; 나프틸기; 나프틸기로 치환된 페닐기; 바이페닐기; 터페닐기; 트리페닐렌기; 페닐기로 치환된 나프틸기; 또는 페난트레닐기이다.

[171] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1 내지 R3 및 R5 내지 R12 중 적어도 하나는 하기 구조 중에서 선택된다.

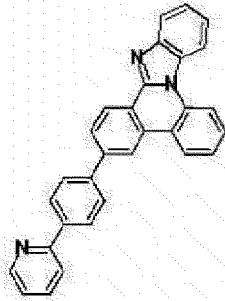
[172]



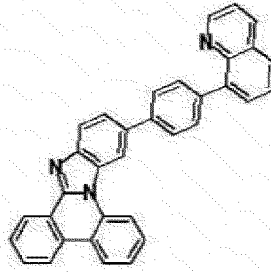
[173] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 A1 내지 A5 중 적어도 하나는 상기 구조 중에서 선택될 수 있다.

[174] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-1-1 내지 1-1-7 중 어느 하나로 표시된다.

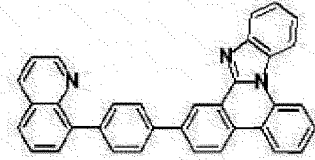
[175]



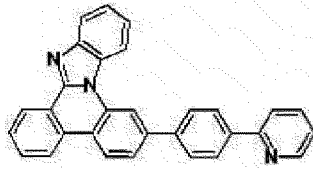
[화학식 1-1-1]



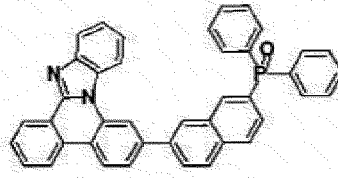
[화학식 1-1-2]



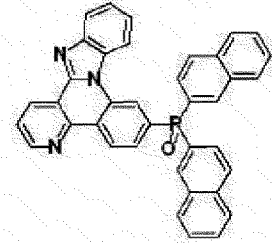
[화학식 1-1-3]



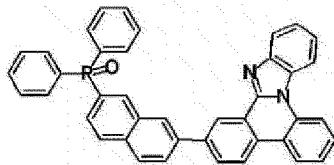
[화학식 1-1-4]



[화학식 1-1-5]



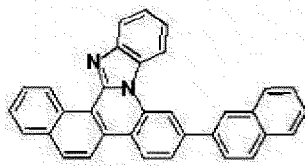
[화학식 1-1-6]



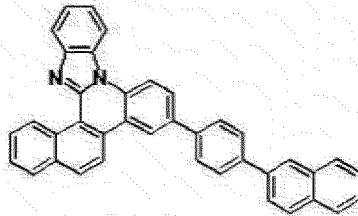
[화학식 1-1-7]

[176] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-2-1 내지 1-2-10 중 어느 하나로 표시된다.

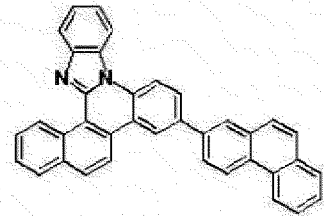
[177]



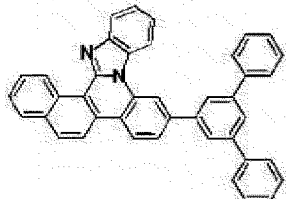
[화학식 1-2-1]



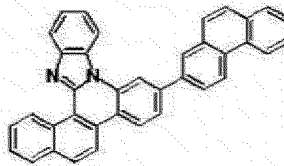
[화학식 1-2-2]



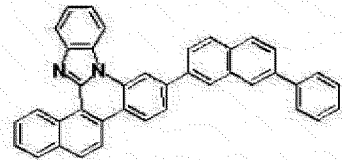
[화학식 1-2-3]



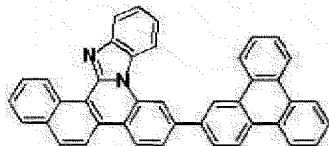
[화학식 1-2-4]



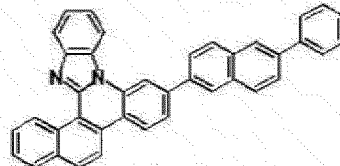
[화학식 1-2-5]



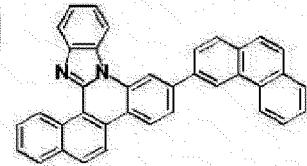
[화학식 1-2-6]



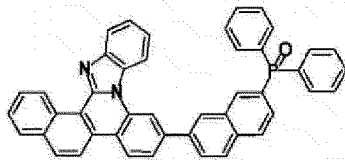
[화학식 1-2-7]



[화학식 1-2-8]



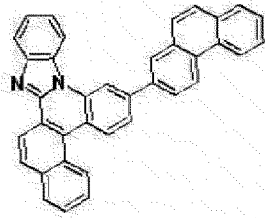
[화학식 1-2-9]



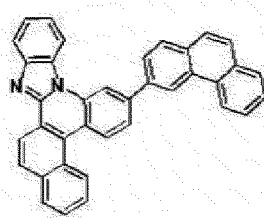
[화학식 1-2-10]

[178] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-3-1 내지 1-3-5 중 어느 하나로 표시된다.

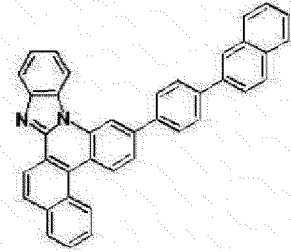
[179]



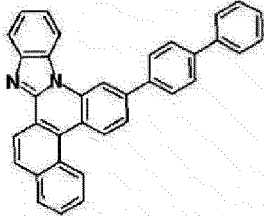
[화학식 1-3-1]



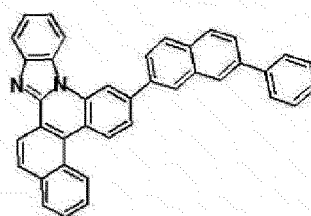
[화학식 1-3-2]



[화학식 1-3-3]



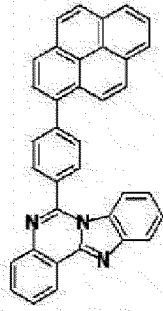
[화학식 1-3-4]



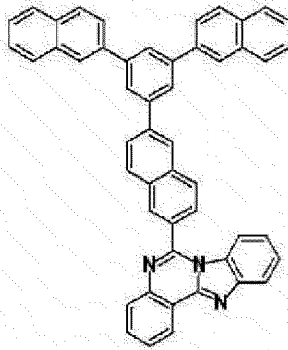
[화학식 1-3-5]

[180] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-4-1 내지 1-4-7 중 어느 하나로 표시된다.

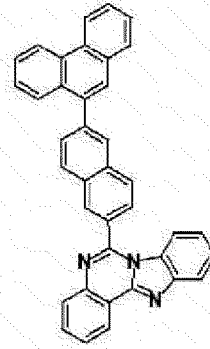
[181]



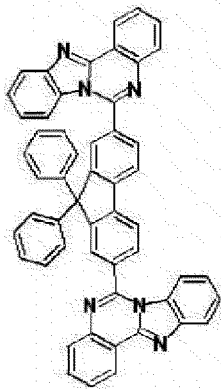
[화학식 1-4-1]



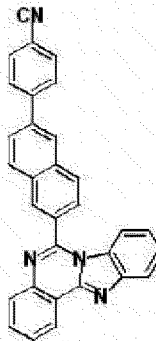
[화학식 1-4-2]



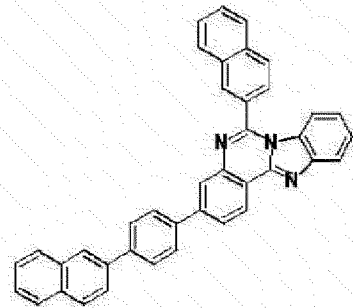
[화학식 1-4-3]



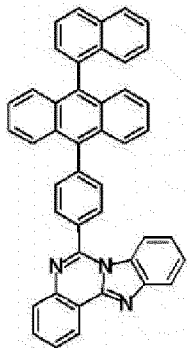
[화학식 1-4-4]



[화학식 1-4-5]



[화학식 1-4-6]

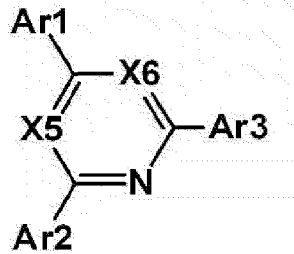


[화학식 1-4-7]

[182] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 전자수송층은 하기 화학식 2로 표시되는 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기 화합물을 포함한다.

[183] [화학식 2]

[184]



[185]

화학식 2에 있어서,

[186]

X5 및 X6은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 N 또는 CH 이고,

[187]

Ar1 내지 Ar3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기이다.

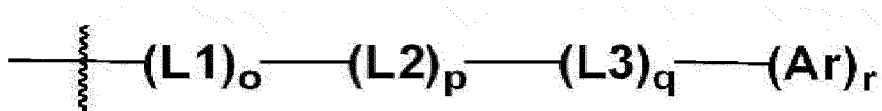
[188]

본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, Ar1 내지 Ar3 중 적어도 하나는 하기 화학식 3으로 표시된다.

[189]

[화학식 3]

[190]



[191]

화학식 3에 있어서,

[192]

o, p 및 q는 0 또는 1이고,

[193]

$1 \leq o + p + q \leq 3$ 이며,

[194]

r은 1 또는 2이고,

[195]

r이 2 인 경우, 2개의 Ar은 서로 동일하거나 상이하며,

[196]

L1 내지 L3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 페닐렌기; 또는 나프탈렌기; 또는 플루오레닐렌기이고,

[197]

Ar은 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.

[198]

본 명세서의 일 실시상태에 있어서, o는 1이다.

[199]

또 다른 실시상태에 있어서, 상기 o는 0이다.

[200]

본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 p는 0이다.

[201]

또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 p는 1이다.

[202]

본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 q는 0이다.

[203]

또 다른 실시상태에 있어서, 상기 q는 1이다.

[204]

본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 r은 1이다.

[205]

또 다른 실시상태에 있어서, 상기 r은 2이다.

[206]

본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L1은 페닐렌기이다.

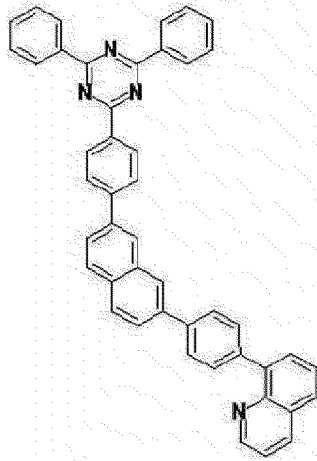
- [207] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L1은 나프탈렌기이다.
- [208] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L1은 플루오레닐렌기이다.
- [209] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L2는 페닐렌기이다.
- [210] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L2는 나프탈렌기이다.
- [211] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L2는 플루오레닐렌기이다.
- [212] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 L3는 페닐렌기이다.
- [213] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L3는 나프탈렌기이다.
- [214] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 L3는 플루오레닐렌기이다.
- [215] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [216] 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [217] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 퀴놀린기이다.
- [218] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 아릴기로 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [219] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [220] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환된 피리미딘기이다.
- [221] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환된 피리딘기이다.
- [222] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환된 트리아진기이다.
- [223] 본 명세서의 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 피리딘기이다.
- [224] 본 명세서의 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 카바졸기이다.
- [225] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기이다.
- [226] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기이다.
- [227] 본 명세서의 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 아릴기로 치환된 아릴기이다.
- [228] 또 하나의 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환된 아릴기이다.
- [229] 또 다른 실시상태에 있어서, 상기 Ar은 페닐기로 치환된 플루오레닐렌기이다.
- [230] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, Ar1 내지 Ar3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기; 치환 또는 비치환된 바이페닐기; 치환 또는 비치환된 나프틸기; 또는 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기이다.
- [231] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 Ar1 내지 Ar3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 페닐; 비페닐; 나프탈렌; 페닐-나프탈렌-페닐-퀴놀린; 페닐-나프탈렌-페닐-피리미딘-페닐; 페닐-나프탈렌-페닐-피리딘-페닐;

페닐-나프탈렌-페닐-피리미딘; 플루오렌-페닐; 페닐-터페닐; 비페닐-페닐;
나프틸-플루오렌-페닐; 페닐-플루오렌-페닐; 비페닐-카바졸; 또는
페닐-나프탈렌-페닐-트리아진-페닐이다.

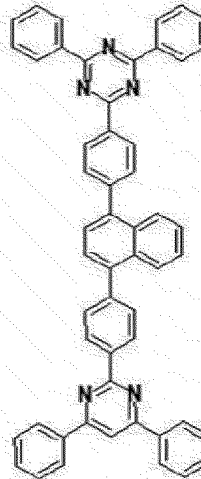
[232] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 "-나프탈렌-"은 2,7-나프탈렌 또는 1,4-나프탈렌이다.

[233] 본 명세서의 하나의 실시상태에 있어서, 상기 화학식 2로 표시되는 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기 화합물은 하기 화학식 2-1 내지 2-13 중 어느 하나로 표시된다.

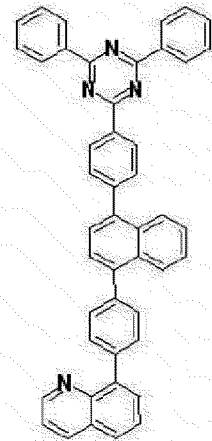
[234]



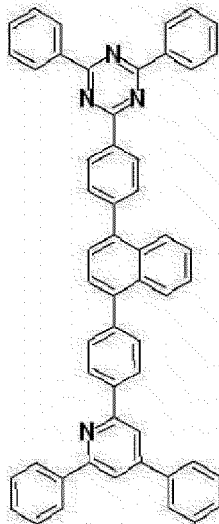
[화학식 2-1]



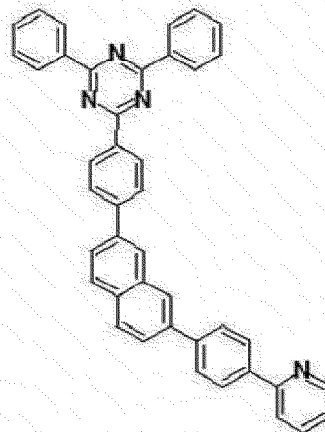
[화학식 2-2]



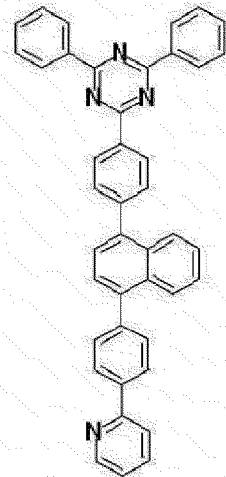
[화학식 2-3]



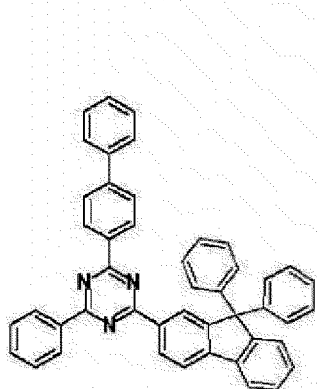
[화학식 2-4]



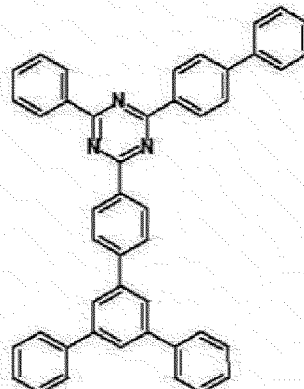
[화학식 2-5]



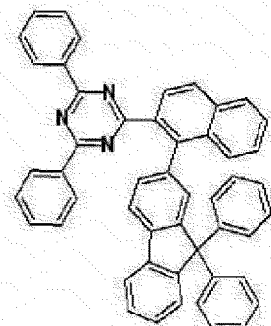
[화학식 2-6]



[화학식 2-7]

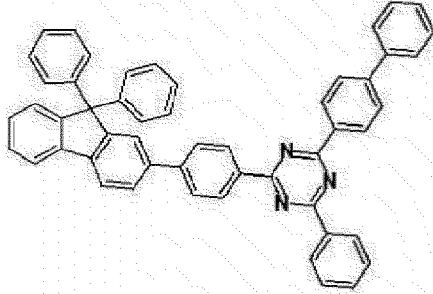


[화학식 2-8]

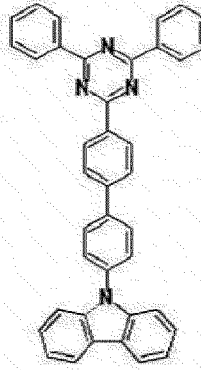


[화학식 2-9]

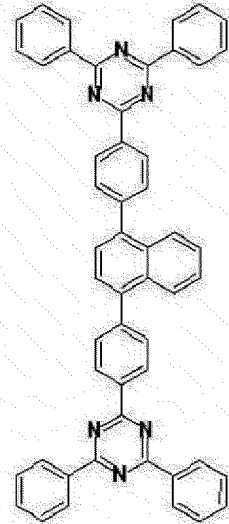
[235]



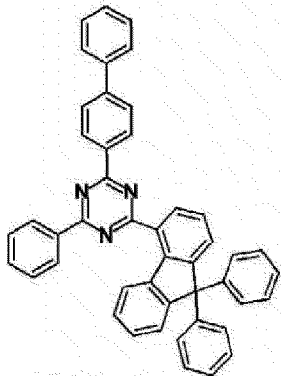
[화학식 2-10]



[화학식 2-11]




[화학식 2-12]



[화학식 2-13]

- [236] 상기 치환기의 예시들은 아래에서 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [237] 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.
- [238] 본 명세서에서 "치환 또는 비치환된"이라는 용어는 중수소; 할로젠기; 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.

[239]

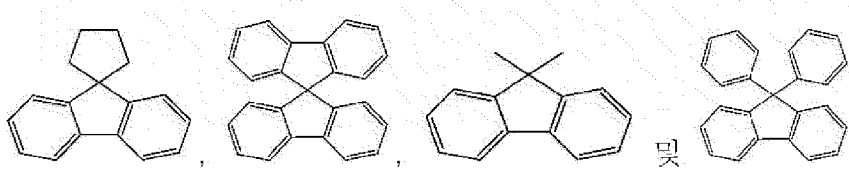
[240] 본 명세서에 있어서,  는 다른 치환기 또는 결합부에 결합되는 부위를

의미한다.

[241] 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.

[242] 상기 아릴기가 다환식 아릴기인 경우 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 10 내지 24인 것이 바람직하다. 구체적으로 다환식 아릴기로는 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 파이레닐기, 페릴레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

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

[244] 상기 플루오레닐기가 치환되는 경우,  등이 될 수 있다.

다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[245] 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, 피리딜기, 비피리딜기, 피리미딜기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딜기, 피리다진기, 피라지닐기, 퀴놀리닐기, 퀴나졸린기, 퀴녹살리닐기, 프탈라지닐기, 피리도 피리미디닐기, 피리도 피라지닐기, 피라지노 피라지닐기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, 벤즈옥사졸기, 벤즈이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조싸이오펜기, 디벤조싸이오펜기, 벤조푸라닐기, 페난쓰롤린기(phenanthroline), 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤조티아졸릴기, 페노티아지닐기 및 디벤조푸라닐기 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

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

[247] 본 명세서에 있어서, "인접한" 기는 해당 치환기가 치환된 원자와 직접 연결된 원자에 치환된 치환기, 해당 치환기와 입체구조적으로 가장 가깝게 위치한 치환기, 또는 해당 치환기가 치환된 원자에 치환된 다른 치환기를 의미할 수 있다. 예컨대, 벤젠고리에서 오르토(ortho)위치로 치환된 2개의 치환기 및 지방족

- 고리에서 동일 탄소에 치환된 2개의 치환기는 서로 "인접한" 기로 해석될 수 있다.
- [248] 본 명세서에서 인접하는 기가 서로 결합하여, 탄화수소고리 또는 헤테로고리를 형성하는 것은 인접하는 치환기가 결합을 형성하여, 5원 내지 7원의 단환 또는 다환의 탄화수소고리 또는 5원 내지 7원의 단환 또는 다환의 헤테로고리기를 형성하는 것을 의미한다.
- [249] 본 명세서에서 탄화수소고리는 시클로알킬기; 시클로알케닐기; 방향족고리기; 또는 지방족고리기를 모두 포함하며, 단환 또는 다환일 수 있으며, 이들이 1 또는 2 이상이 결합하여 축합된 고리를 모두 포함한다.
- [250] 본 명세서에서 형성된 헤테로고리는 상기 탄화수소고리 중 적어도 하나의 탄소원자가 N, O, 또는 S 원자로 치환된 것을 의미하며, 지방족고리 또는 방향족고리일 수 있으며, 단환 또는 다환일 수 있다.
- [251] 본 명세서의 유기 발광 소자는 전자수송층 및 전자조절층을 포함하는 것을 제외하고는 당 기술분야에 알려져 있는 재료와 방법으로 제조될 수 있다.
- [252] 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, 발광층, 전자조절층 및 전자 수송층을 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 소자를 만들 수 있다.
- [253] 본 명세서의 유기 발광 소자의 유기물층은 2층 이상의 유기물층이 적층된 다층 구조로 이루어질 수 있다.
- [254] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층, 전자저지층 및 정공저지층으로 이루어진 균에서 선택되는 1 층 또는 2 층 이상을 더 포함할 수 있다.
- [255] 예컨대, 본 명세서의 유기 발광 소자의 구조는 도 1에 나타난 것과 같은 구조를 가질 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [256] 도 1에는 기판(101) 위에 애노드(201), 발광층(301), 전자조절층(401), 전자 수송층(501) 및 캐소드(601)이 순차적으로 적층된 유기 발광 소자의 구조가 예시되어 있다. 상기 도 1은 본 명세서의 실시상태에 따른 예시적인 구조이며, 다른 유기물층을 더 포함할 수 있다.
- [257] 상기 유기 발광 소자가 복수개의 유기물층을 포함하는 경우, 상기 유기물층은 동일한 물질 또는 다른 물질로 형성될 수 있다.
- [258] 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 $\text{SNO}_2 : \text{Sb}$ 와 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.
- [259] 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 LiO_2/Al 과 같은 다층 구조 물질 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [260] 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, 헥사니트릴헥사아자트리페닐렌 계열의 유기물, 퀴나크리돈(quinacridone)계열의 유기물, 페릴렌(perylene) 계열의 유기물, 안트라퀴논 및 폴리아닐린과 폴리티오펜 계열의 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정 되는 것은 아니다.
- [261] 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.
- [262] 상기 발광 물질로는 정공 수송층과 전자 수송층으로부터 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(Alq_3); 카르바졸 계열 화합물; 이량체화 스티릴(dimerized styryl) 화합물; BAlq; 10-히드록시벤조 퀴놀린-금속 화합물; 벤족사졸, 벤즈티아졸 및 벤즈이미다졸 계열의 화합물; 폴리(p-페닐렌비닐렌)(PPV) 계열의 고분자; 스피로(spiro) 화합물; 폴리플루오렌, 루브렌 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [263] 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.

[264] 도펀트 재료로는 유기 화합물, 금속 또는 금속 화합물이 있다.

[265] 도펀트 재료로서의 유기 화합물로는 방향족 아민 유도체, 스테릴아민 화합물, 붕소 착체, 플루오란텐 화합물 등이 있다. 구체적으로 방향족 아민 유도체로는 치환 또는 비치환된 아릴아미노기를 갖는 축합 방향족환 유도체로서, 아릴아미노기를 갖는 피렌, 안트라센, 크리센, 페리플란텐 등이 있으며, 스테릴아민 화합물로는 치환 또는 비치환된 아릴아민에 적어도 1개의 아릴비닐기가 치환되어 있는 화합물로, 아릴기, 실릴기, 알킬기, 시클로알킬기 및 아릴아미노기로 이루어진 군에서 1 또는 2 이상 선택되는 치환기가 치환 또는 비치환된다. 구체적으로 스테릴아민, 스테릴디아민, 스테릴트리아민, 스테릴테트라아민 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다. 또한, 금속 또는 금속 화합물로는 일반적인 금속 또는 금속 화합물을 사용할 수 있으며, 구체적으로 금속 착체를 사용할 수 있다. 상기 금속 착체로는 이리듐 착체, 백금 착체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[266] 상기 전자주입층은 전극으로부터 전자를 주입하는 층으로, 전자를 수송하는 능력을 갖고, 음극으로부터의 전자주입 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, 페릴렌테트라카복실산, 프레오레닐리덴 메탄, 안트론 등과 그들의 유도체, 금속 착체 화합물 및 함질소 5원환 유도체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[267] 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.

[268] 상기 정공저지층은 정공의 음극 도달을 저지하는 층으로, 일반적으로 정공주입층과 동일한 조건으로 형성될 수 있다. 구체적으로 옥사디아졸

유도체나 트리아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, BCP, 알루미늄 착물 (aluminum complex) 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [269] 본 명세서에 따른 유기 발광 소자는 사용되는 재료에 따라 전면 발광형, 후면 발광형 또는 양면 발광형일 수 있다.
- [270] 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.
- [271] 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.

발명의 실시를 위한 형태

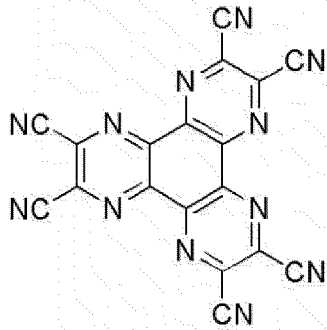
- [272] 이하, 본 명세서를 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 명세서에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 명세서의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 명세서를 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.
- [273] <실시예 1> 유기 발광 소자의 제조
- [274] ITO (indium tin oxide)가 1,000 Å의 두께로 박막 코팅된 유리 기판(coming 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.
- [275] 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 1-1-1을 100Å의 두께로 증착하여 전자조절층을 형성하였고 그 위에 상기 화합물 2-1의 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.

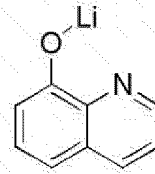
[276] 상기의 과정에서 유기물의 증착속도는 0.3 ~ 0.8 Å/sec로 유지하였다. 또한, 음극의 리튬플루오라이드는 0.3 Å/sec, 알루미늄은 1.5 ~ 2.5 Å/sec의 증착 속도를 유지하였다. 증착시 진공도는 $1 \sim 3 \times 10^{-7}$ 로 유지하였다.

[277]

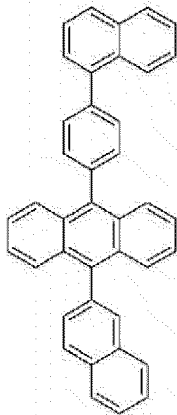
[HAT]



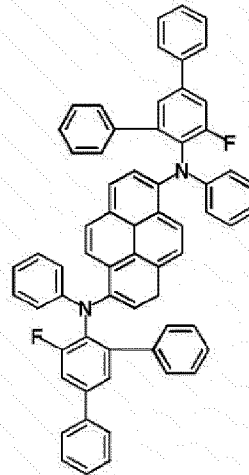
[LiQ]



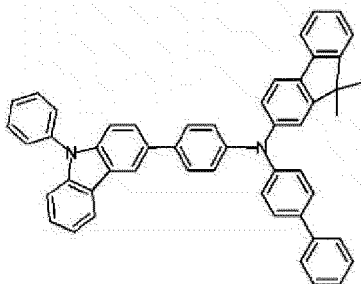
[H1]



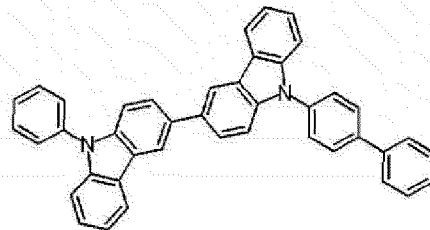
[D1]



[HT-1]



[EB-1]



[278] <실시예 2> 유기 발광 소자의 제조

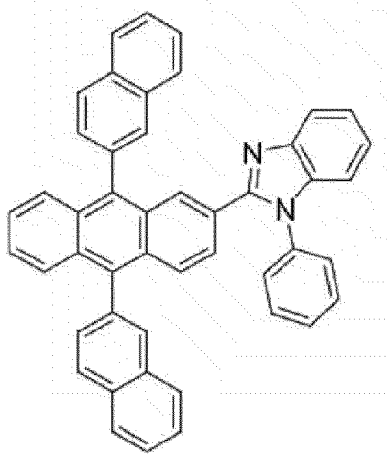
[279] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

- [280] <실시예 3> 유기 발광 소자의 제조
- [281] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-4를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [282] <실시예 4> 유기 발광 소자의 제조
- [283] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-7를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [284] <실시예 5> 유기 발광 소자의 제조
- [285] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-8을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [286] <실시예 6> 유기 발광 소자의 제조
- [287] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-13을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [288] <실시예 7> 유기 발광 소자의 제조
- [289] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [290] <실시예 8> 유기 발광 소자의 제조
- [291] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [292] <실시예 9> 유기 발광 소자의 제조
- [293] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [294] <실시예 10> 유기 발광 소자의 제조
- [295] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [296] <실시예 11> 유기 발광 소자의 제조
- [297] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [298] <실시예 12> 유기 발광 소자의 제조
- [299] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [300] <실시예 13> 유기 발광 소자의 제조
- [301] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [302] <실시예 14> 유기 발광 소자의 제조
- [303] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [304] <실시예 15> 유기 발광 소자의 제조
- [305] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을

- 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [306] <실시예 16> 유기 발광 소자의 제조
- [307] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [308] <실시예 17> 유기 발광 소자의 제조
- [309] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [310] <실시예 18> 유기 발광 소자의 제조
- [311] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [312] <실시예 19> 유기 발광 소자의 제조
- [313] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [314] <실시예 20> 유기 발광 소자의 제조
- [315] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [316] <실시예 21> 유기 발광 소자의 제조
- [317] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [318] <실시예 22> 유기 발광 소자의 제조
- [319] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [320] <실시예 23> 유기 발광 소자의 제조
- [321] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [322] <실시예 24> 유기 발광 소자의 제조
- [323] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [324] <실시예 25> 유기 발광 소자의 제조
- [325] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [326] <실시예 26> 유기 발광 소자의 제조
- [327] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [328] <실시예 27> 유기 발광 소자의 제조
- [329] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [330] <실시예 28> 유기 발광 소자의 제조

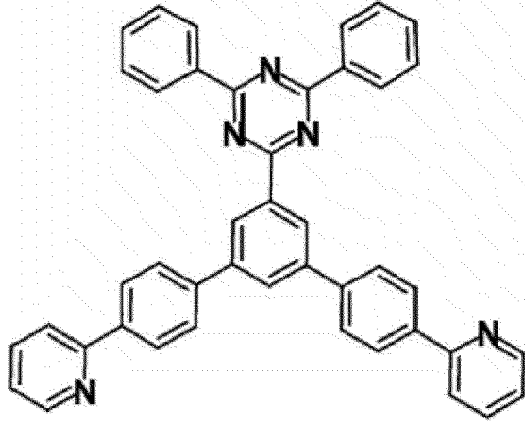
- [331] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [332] <실시예 29> 유기 발광 소자의 제조
- [333] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [334] <실시예 30> 유기 발광 소자의 제조
- [335] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [336] <실시예 31> 유기 발광 소자의 제조
- [337] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [338] <실시예 32> 유기 발광 소자의 제조
- [339] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [340] <실시예 33> 유기 발광 소자의 제조
- [341] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [342] <실시예 34> 유기 발광 소자의 제조
- [343] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [344] <실시예 35> 유기 발광 소자의 제조
- [345] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [346] <실시예 36> 유기 발광 소자의 제조
- [347] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [348] <비교예 1> 유기 발광 소자의 제조
- [349] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [350] [화학식 ET-1]

[351]



- [352] <비교예 2> 유기 발광 소자의 제조
- [353] 상기 실시예 2에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [354] <비교예 3> 유기 발광 소자의 제조
- [355] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [356] <비교예 4> 유기 발광 소자의 제조
- [357] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [358] <비교예 5> 유기 발광 소자의 제조
- [359] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [360] <비교예 6> 유기 발광 소자의 제조
- [361] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-1을 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [362] <비교예 7> 유기 발광 소자의 제조
- [363] 상기 실시예 1에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-2을 사용한 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [364] [화학식 ET-2]

[365]



[366] <비교예 8> 유기 발광 소자의 제조

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

[368] <비교예 9> 유기 발광 소자의 제조

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

[370] <비교예 10> 유기 발광 소자의 제조

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

[372] <비교예 11> 유기 발광 소자의 제조

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

[374] <비교예 12> 유기 발광 소자의 제조

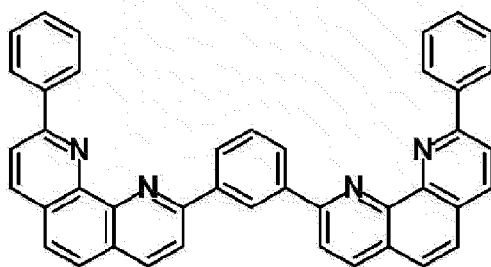
[375] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-2을 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[376] <비교예 13> 유기 발광 소자의 제조

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

[378] [화학식 ET-3]

[379]



[380] <비교예 14> 유기 발광 소자의 제조

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

- 제외하고, 실시예 2과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [382] <비교예 15> 유기 발광 소자의 제조
- [383] 상기 실시예 3에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 3과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [384] <비교예 16> 유기 발광 소자의 제조
- [385] 상기 실시예 4에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 4과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [386] <비교예 17> 유기 발광 소자의 제조
- [387] 상기 실시예 5에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 5과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [388] <비교예 18> 유기 발광 소자의 제조
- [389] 상기 실시예 6에서 상기 화합물 1-1-1 대신 하기 화학식 ET-3을 사용한 것을 제외하고, 실시예 6과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [390] <비교예 19> 유기 발광 소자의 제조
- [391] 상기 실시예 1에서 발광층 위에 상기 화합물 2-1의 전자수송층물질과 리튬 퀴놀레이트(LiQ, Lithium Quinolate)를 1: 1의 중량비로 진공증착하여 400Å의 두께로 전자 주입 및 수송층을 형성하였다.
- [392] <비교예 20> 유기 발광 소자의 제조
- [393] 상기 비교예 19에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 19와 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [394] <비교예 21> 유기 발광 소자의 제조
- [395] 상기 비교예 19에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-4를 사용한 것을 제외하고, 비교예 19과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [396] <비교예 22> 유기 발광 소자의 제조
- [397] 상기 비교예 19에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-7를 사용한 것을 제외하고, 비교예 19과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [398] <비교예 23> 유기 발광 소자의 제조
- [399] 상기 비교예 19에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-8을 사용한 것을 제외하고, 비교예 19과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [400] <비교예 24> 유기 발광 소자의 제조
- [401] 상기 비교예 19에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-13을 사용한 것을 제외하고, 비교예 19과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [402] <비교예 25> 유기 발광 소자의 제조
- [403] 상기 실시예 1에서 발광층 위에 상기 화합물 1-1-1을 300Å의 두께로 증착하여 전자조절층을 형성하였고 그 위에 상기 화합물 2-1의 전자수송층물질과 리튬 퀴놀레이트(LiQ, Lithium Quinolate)를 1: 1의 중량비로 진공증착하여 100Å의 두께로 전자 주입 및 수송층을 형성하였다.
- [404] <비교예 26> 유기 발광 소자의 제조

- [405] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-3을 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [406] <비교예 27> 유기 발광 소자의 제조
- [407] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-4를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [408] <비교예 28> 유기 발광 소자의 제조
- [409] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-7를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [410] <비교예 29> 유기 발광 소자의 제조
- [411] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-8을 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [412] <비교예 30> 유기 발광 소자의 제조
- [413] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 2-1 대신 화합물 2-13을 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [414] <비교예 31> 유기 발광 소자의 제조
- [415] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [416] <비교예 32> 유기 발광 소자의 제조
- [417] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [418] <비교예 33> 유기 발광 소자의 제조
- [419] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [420] <비교예 34> 유기 발광 소자의 제조
- [421] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [422] <비교예 35> 유기 발광 소자의 제조
- [423] 상기 비교예 25에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 25과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [424] <비교예 36> 유기 발광 소자의 제조
- [425] 상기 비교예 26에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 26과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [426] <비교예 37> 유기 발광 소자의 제조
- [427] 상기 비교예 26에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 26과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [428] <비교예 38> 유기 발광 소자의 제조
- [429] 상기 비교예 26에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 26과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

- [430] <비교예 39> 유기 발광 소자의 제조
- [431] 상기 비교예 26에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 26과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [432] <비교예 40> 유기 발광 소자의 제조
- [433] 상기 비교예 26에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 26과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [434] <비교예 41> 유기 발광 소자의 제조
- [435] 상기 비교예 27에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 27과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [436] <비교예 42> 유기 발광 소자의 제조
- [437] 상기 비교예 27에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 27과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [438] <비교예 43> 유기 발광 소자의 제조
- [439] 상기 비교예 27에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 27과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [440] <비교예 44> 유기 발광 소자의 제조
- [441] 상기 비교예 27에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 27과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [442] <비교예 45> 유기 발광 소자의 제조
- [443] 상기 비교예 27에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 27과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [444] <비교예 46> 유기 발광 소자의 제조
- [445] 상기 비교예 28에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 28과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [446] <비교예 47> 유기 발광 소자의 제조
- [447] 상기 비교예 28에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 28과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [448] <비교예 49> 유기 발광 소자의 제조
- [449] 상기 비교예 28에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 28과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [450] <비교예 50> 유기 발광 소자의 제조
- [451] 상기 비교예 28에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 28과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [452] <비교예 51> 유기 발광 소자의 제조
- [453] 상기 비교예 28에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 28과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [454] <비교예 52> 유기 발광 소자의 제조
- [455] 상기 비교예 29에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을

- 제외하고, 비교예 29과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [456] <비교예 53> 유기 발광 소자의 제조
- [457] 상기 비교예 29에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 29과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [458] <비교예 54> 유기 발광 소자의 제조
- [459] 상기 비교예 29에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 29과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [460] <비교예 55> 유기 발광 소자의 제조
- [461] 상기 비교예 29에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 29과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [462] <비교예 56> 유기 발광 소자의 제조
- [463] 상기 비교예 29에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 29과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [464] <비교예 57> 유기 발광 소자의 제조
- [465] 상기 비교예 30에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-3를 사용한 것을 제외하고, 비교예 30과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [466] <비교예 58> 유기 발광 소자의 제조
- [467] 상기 비교예 30에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-2-10을 사용한 것을 제외하고, 비교예 30과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [468] <비교예 59> 유기 발광 소자의 제조
- [469] 상기 비교예 30에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 30과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [470] <비교예 60> 유기 발광 소자의 제조
- [471] 상기 비교예 30에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-3-2를 사용한 것을 제외하고, 비교예 30과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [472] <비교예 61> 유기 발광 소자의 제조
- [473] 상기 비교예 30에서 상기 화합물 1-1-1 대신 화합물 1-4-1를 사용한 것을 제외하고, 비교예 30과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.
- [474] 전술한 방법으로 제조한 유기 발광 소자를 10 mA/cm²의 전류밀도에서 구동전압과 발광 효율을 측정하였고, 20mA/cm²의 전류밀도에서 초기 휘도 대비 98%가 되는 시간(LT98)을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[475] [표1]

	전압(V)	전류효율 (cd/A)	색좌표 (x,y)	Life Time 98 at 20mA/cm ²
실시예 1	4.15	5.66	(0.137, 0.142)	55
실시예 2	4.08	5.88	(0.138, 0.142)	51
실시예 3	4.1	5.87	(0.138, 0.143)	50
실시예 4	4.06	5.78	(0.139, 0.143)	58
실시예 5	3.89	5.88	(0.138, 0.142)	43
실시예 6	4.06	5.79	(0.139, 0.142)	57
실시예 7	4.14	5.58	(0.138, 0.142)	51
실시예 8	4.11	5.59	(0.138, 0.143)	58
실시예 9	4.13	5.61	(0.138, 0.142)	52
실시예 10	4.11	5.45	(0.138, 0.143)	51
실시예 11	4.10	5.77	(0.138, 0.142)	48
실시예 12	4.09	5.91	(0.139, 0.142)	51
실시예 13	4.08	5.84	(0.139, 0.142)	49
실시예 14	4.09	5.83	(0.138, 0.142)	35
실시예 15	4.1	5.71	(0.138, 0.142)	42
실시예 16	4.05	5.48	(0.138, 0.142)	71
실시예 17	4.1	5.87	(0.138, 0.142)	49
실시예 18	4.1	5.87	(0.138, 0.142)	55
실시예 19	4.1	5.87	(0.138, 0.142)	65
실시예 20	4.1	5.87	(0.138, 0.142)	48
실시예 21	4.1	5.87	(0.138, 0.142)	55
실시예 22	4.06	5.78	(0.138, 0.142)	59
실시예 23	4.09	5.78	(0.138, 0.142)	57
실시예 24	4.1	5.49	(0.138, 0.142)	52
실시예 25	4.12	5.71	(0.138, 0.142)	48
실시예 26	4.15	5.75	(0.138, 0.142)	44
실시예 27	3.91	5.63	(0.138, 0.142)	52
실시예 28	4.01	5.57	(0.138, 0.142)	54

실시예 29	4.04	5.62	(0.138, 0.142)	50
실시예 30	4.05	5.66	(0.138, 0.142)	49
실시예 31	3.99	5.63	(0.138, 0.142)	49
실시예 32	4.09	5.91	(0.138, 0.142)	48
실시예 33	4.1	5.55	(0.138, 0.142)	52
실시예 34	4.11	5.78	(0.138, 0.142)	56
실시예 35	4.07	5.69	(0.138, 0.142)	58
실시예 36	4.08	5.79	(0.138, 0.142)	58
비교예 1	4.45	5.15	(0.138, 0.142)	28
비교예 2	4.33	5.25	(0.138, 0.142)	14
비교예 3	4.38	5.21	(0.138, 0.142)	13
비교예 4	4.35	5.18	(0.138, 0.143)	25
비교예 5	4.29	5.28	(0.138, 0.141)	15
비교예 6	4.28	5.30	(0.137, 0.142)	21
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	5.01	5.29	(0.138, 0.142)	7
비교예 20	5.21	5.31	(0.138, 0.142)	15
비교예 21	5.33	5.29	(0.138, 0.152)	12
비교예 22	5.11	5.31	(0.138, 0.146)	15
비교예 23	5.18	5.28	(0.138, 0.144)	16

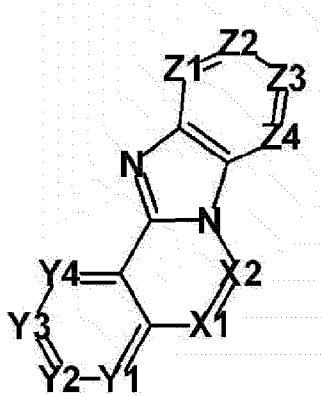
비교예 24	5.10	5.19	(0.138, 0.142)	11
비교예 25	5.01	5.19	(0.138, 0.142)	20
비교예 26	4.89	5.09	(0.138, 0.142)	23
비교예 27	4.99	5.07	(0.138, 0.142)	8
비교예 28	5.11	5.06	(0.138, 0.141)	14
비교예 29	4.88	5.02	(0.138, 0.142)	15
비교예 30	4.65	4.90	(0.138, 0.142)	18
비교예 31	4.55	5.13	(0.138, 0.142)	18
비교예 32	4.69	5.21	(0.138, 0.142)	14
비교예 33	4.70	4.90	(0.138, 0.142)	16
비교예 34	4.71	4.88	(0.138, 0.142)	11
비교예 35	4.75	4.89	(0.138, 0.142)	10
비교예 36	4.70	4.74	(0.138, 0.142)	31
비교예 37	4.59	5.10	(0.138, 0.142)	20
비교예 38	5.01	5.11	(0.138, 0.142)	18
비교예 39	4.96	5.09	(0.138, 0.142)	15
비교예 40	5.12	4.99	(0.138, 0.142)	17
비교예 41	5.13	5.00	(0.138, 0.142)	10
비교예 42	4.95	5.02	(0.138, 0.142)	16
비교예 43	5.16	4.91	(0.138, 0.142)	14
비교예 44	5.21	5.13	(0.138, 0.142)	18
비교예 45	4.98	5.11	(0.138, 0.142)	19
비교예 46	5.11	4.90	(0.138, 0.142)	21
비교예 47	5.09	4.88	(0.138, 0.142)	25
비교예 48	5.08	4.90	(0.138, 0.142)	18
비교예 49	5.1	4.74	(0.138, 0.142)	17
비교예 50	5.11	5.05	(0.138, 0.142)	25
비교예 51	4.78	4.89	(0.138, 0.142)	18
비교예 52	5.20	5.01	(0.138, 0.142)	21
비교예 53	5.21	5.02	(0.138, 0.142)	18
비교예 54	4.75	4.95	(0.138, 0.142)	23

비교예 55	4.95	5.13	(0.138, 0.142)	20
비교예 56	4.79	5.06	(0.138, 0.142)	14
비교예 57	4.92	4.71	(0.138, 0.142)	18
비교예 58	5.32	5.19	(0.138, 0.142)	16
비교예 59	5.22	5.14	(0.138, 0.142)	29
비교예 60	5.12	4.84	(0.138, 0.142)	30
비교예 61	5.11	4.75	(0.138, 0.142)	31

- [476] 상기 표 1의 실시예 1 내지 36과 비교예 1 내지 18의 결과와 같이, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 전자조절층으로 사용하였을 때 동일하거나 유사한 색좌표 범위 내에서 낮은 구동전압, 높은 전류 효율을 제공하고, 특히 장수명의 유기 발광 소자를 제공함을 확인할 수 있다.
- [477] 또한, 비교예 19 내지 24의 결과로 상기 화학식 2를 만족하는 화합물은 화학식 1로 표시되는 전자조절층이 발광층과 전자수송층 사이에 구비되었을 경우에 유기 발광 소자 내에서 전압, 효율 및/또는 수명 면에서 효과를 발현하는 것을 확인할 수 있으며, 비교예 25 내지 비교예 61의 결과는 전자조절층과 전자수송층의 두께와 관련한 유기 발광 소자의 뚜렷한 성능 차이를 나타냄을 확인할 수 있다.
- [478] 따라서, 본 명세서의 일 실시상태에 따라 화학식 1로 표시되는 전자조절층과 화학식 2로 표시되는 전자수송층을 동시에 구비하는 유기 발광 소자의 조합시, 높은 효율 및/또는 장수명의 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 캐소드;
 상기 캐소드와 대향하여 구비된 애노드;
 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 구비된 발광층;
 상기 캐소드와 상기 발광층 사이에 구비된 전자수송층; 및
 상기 발광층과 상기 전자수송층 사이에 구비된 전자조절층을 포함하고,
 상기 전자수송층은 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기화합물을 포함하며,
 상기 전자조절층은 하기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물을 포함하고,
 상기 전자수송층의 이온화퍼텐셜(I_{p_m})은 상기 전자조절층의 이온화퍼텐셜(I_{p_a})보다 큰 것인 유기 발광 소자:
 [화학식 1]



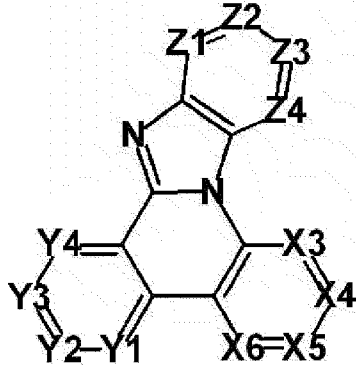
- 화학식 1에 있어서,
 X1은 CR1 또는 N이고, X2는 CR2 또는 N이며,
 Y1은 CR5 또는 N이고, Y2는 CR6 또는 N이며, Y3는 CR7 또는 N이고,
 Y4는 CR8 또는 N이며,
 Z1은 CR9 또는 N이고, Z2는 CR10 또는 N이며, Z3는 CR11 또는 N이고,
 Z4는 CR12 또는 N이며,
 X1, X2, Y1 내지 Y4 및 Z1 내지 Z4는 동시에 N은 아니고,
 R1, R2 및 R5 내지 R12는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, R1, R2 및 R5 내지 R12 중 인접하는 치환기는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리를 형성한다.

- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 전자조절층은 상기 발광층과 접하여 구비되는 것인 유기 발광 소자.

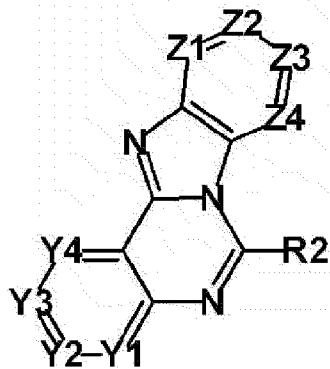
[청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 전자수송층의 두께는 상기 전자조절층의 두께보다 두꺼운 것인
유기 발광 소자.

[청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1A 또는
화학식 1B로 표시되는 것인 유기 발광 소자:

[화학식 1A]



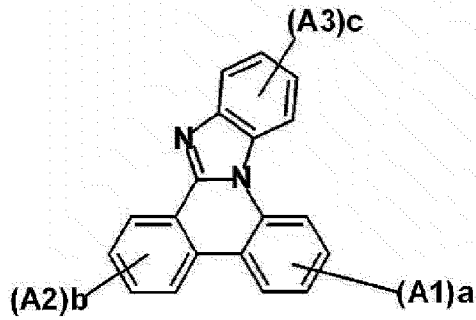
[화학식 1B]



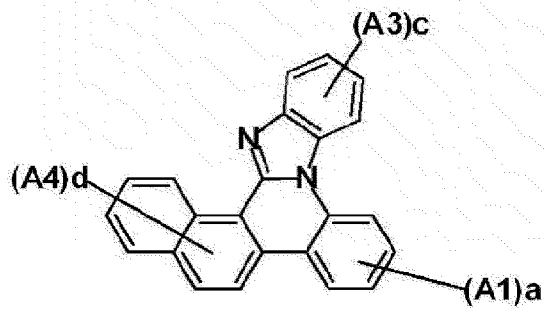
화학식 1A 및 화학식 1B에 있어서,
Y1 내지 Y4, Z1 내지 Z4 및 R2는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하고,
X3 내지 X6은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 CR3 또는
N이며,
R3는 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지
30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는
치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로
결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리; 또는 치환 또는 비치환된
헤테로고리를 형성한다.

[청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-1 내지 1-4

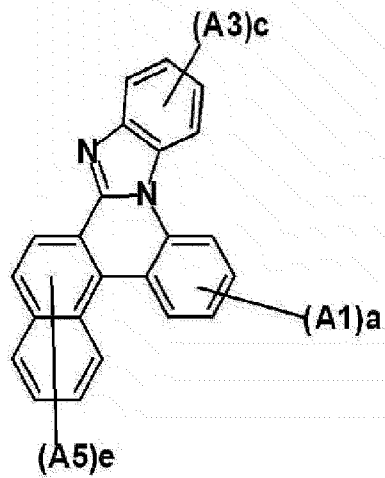
중 어느 하나로 표시되는 것인 유기 발광 소자:
 [화학식 1-1]



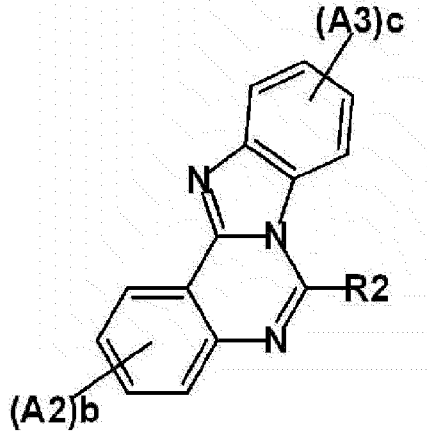
[화학식 1-2]



[화학식 1-3]



[화학식 1-4]



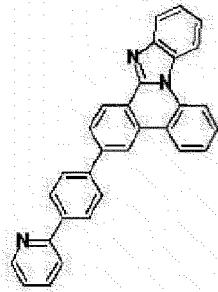
화학식 1-1 내지 1-4 에 있어서,
 a, b 및 c는 각각 1 내지 4의 정수이고,
 d 및 e는 각각 1 내지 6의 정수이며,
 a, b, c, d 및 e 가 각각 2 이상의 정수인 경우, 각각의 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 동일하거나 상이하고,
 A1 내지 A5 및 R2는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 헤테로고리기; 또는 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이다.

[청구항 6]

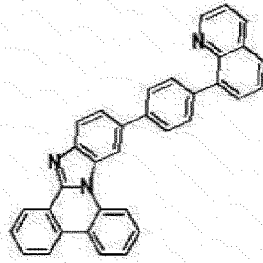
청구항 1에 있어서,
 R1, R2 및 R5 내지 R12 중 적어도 하나는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기이거나, 인접하는 치환기는 서로 결합하여 시아노기, 아릴기, 헤테로고리기 및 포스핀옥사이드기로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 탄화수소고리를 형성하는 것인 유기 발광 소자.

[청구항 7]

청구항 1에 있어서,
 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로환 화합물은 하기 화학식 1-1-1 내지 1-1-7, 1-2-1 내지 1-2-10, 1-3-1 내지 1-3-5 및 1-4-1 내지 1-4-7 중 어느 하나로 표시되는 것인 유기 발광 소자:



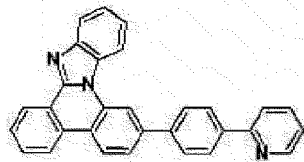
[화학식 1-1-1]



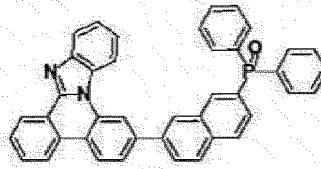
[화학식 1-1-2]



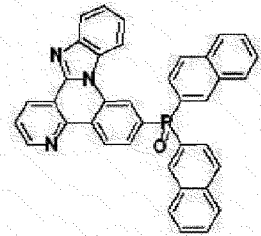
[화학식 1-1-3]



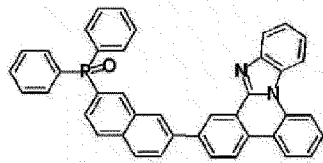
[화학식 1-1-4]



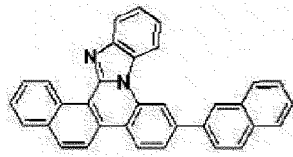
[화학식 1-1-5]



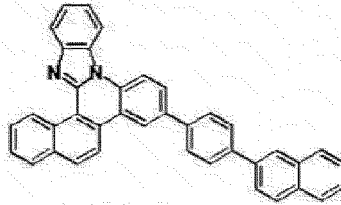
[화학식 1-1-6]



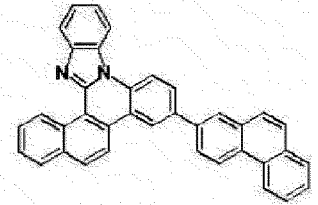
[화학식 1-1-7]



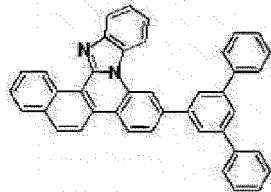
[화학식 1-2-1]



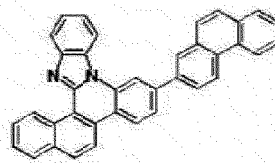
[화학식 1-2-2]



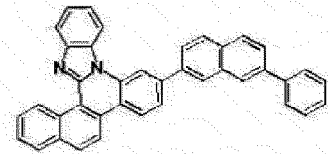
[화학식 1-2-3]



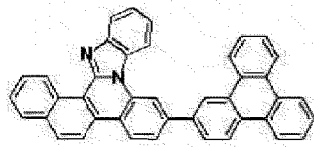
[화학식 1-2-4]



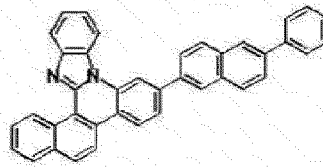
[화학식 1-2-5]



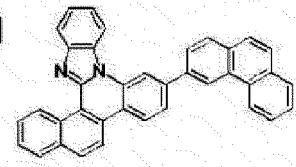
[화학식 1-2-6]



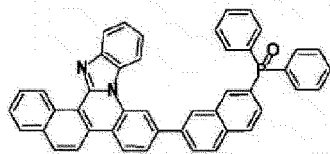
[화학식 1-2-7]



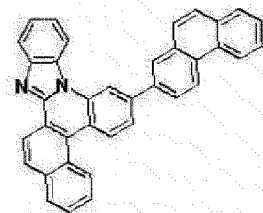
[화학식 1-2-8]



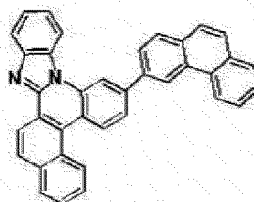
[화학식 1-2-9]



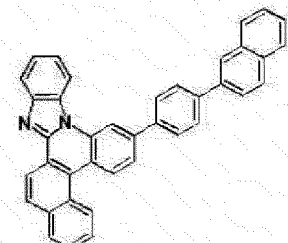
[화학식 1-2-10]



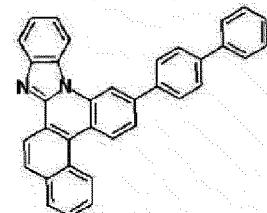
[화학식 1-3-1]



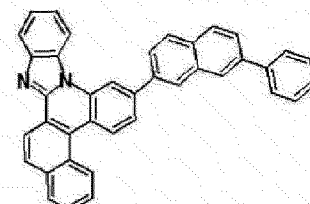
[화학식 1-3-2]



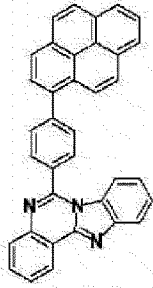
[화학식 1-3-3]



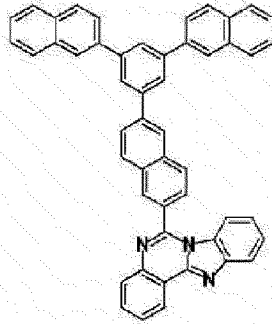
[화학식 1-3-4]



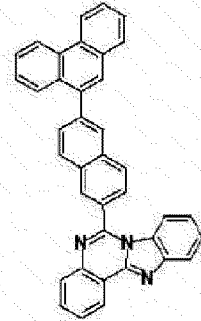
[화학식 1-3-5]



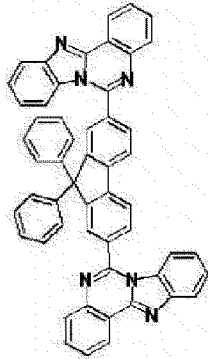
[화학식 1-4-1]



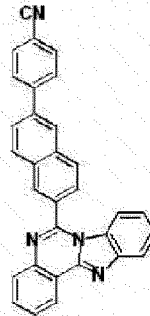
[화학식 1-4-2]



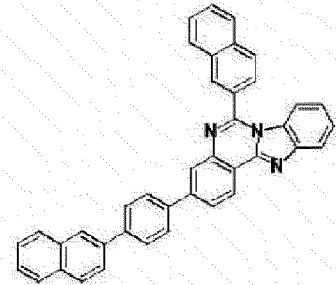
[화학식 1-4-3]



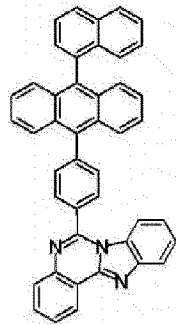
[화학식 1-4-4]



[화학식 1-4-5]



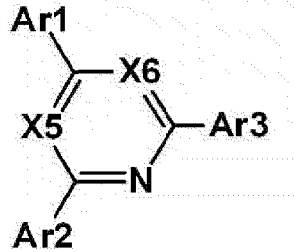
[화학식 1-4-6]



[화학식 1-4-7]

[청구항 8]

청구항 1에 있어서,
 상기 전자수송층은 하기 화학식 2로 표시되는 방향족 헤테로고리를
 함유하는 유기 화합물을 포함하는 것인 유기 발광 소자:
 [화학식 2]



화학식 2에 있어서,
 X5 및 X6은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 N 또는 CH 이고,
 Ar1 내지 Ar3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는
 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 2
 내지 30의 헤테로고리기이다.

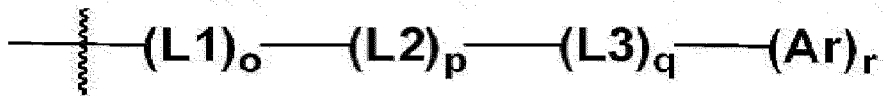
[청구항 9]

청구항 8에 있어서,
 Ar1 내지 Ar3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는
 비치환된 페닐기; 치환 또는 비치환된 바이페닐기; 치환 또는 비치환된
 나프틸기; 또는 치환 또는 비치환된 플루오레닐기인 것인 유기 발광 소자.

[청구항 10]

청구항 8에 있어서,
 Ar1 내지 Ar3 중 적어도 하나는 하기 화학식 3으로 표시되는 것인 유기
 발광 소자:

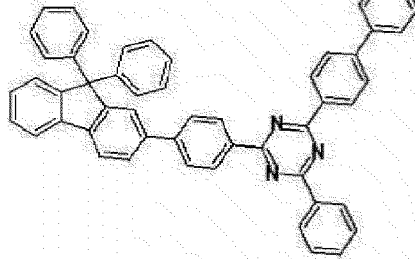
[화학식 3]



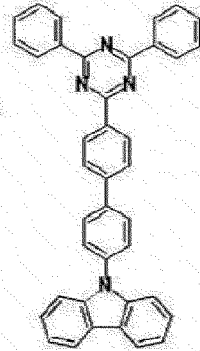
화학식 3에 있어서,
 o, p 및 q는 0 또는 1이고,
 $1 \leq o + p + q \leq 3$ 이며,
 r은 1 또는 2이고,
 r이 2 인 경우, 2개의 Ar은 서로 동일하거나 상이하며,
 L1 내지 L3는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 페닐렌기;
 또는 나프탈렌기; 또는 플루오레닐렌기이고,
 Ar은 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2
 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 아릴기 및
 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 치환기로
 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.

[청구항 11]

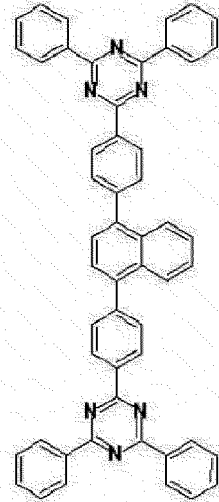
청구항 8에 있어서,
 상기 화학식 2로 표시되는 방향족 헤테로고리를 함유하는 유기 화합물은
 하기 화학식 2-1 내지 2-13 중 어느 하나로 표시되는 것인 유기 발광 소자:



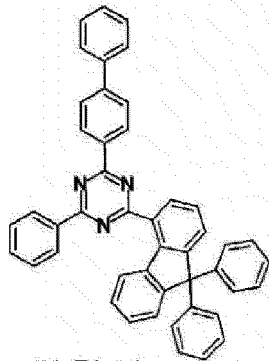
[화학식 2-10]



[화학식 2-11]



[화학식 2-12]

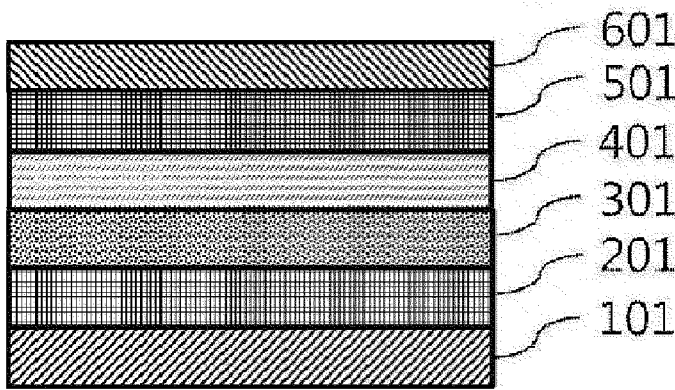


[화학식 2-13]

[청구항 12] 청구항 1에 있어서,
상기 유기 발광 소자는 청색 형광 발광을 하는 것인 유기 발광 소자.

[청구항 13] 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.

[도 1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/007418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(2006.01)i, H01L 51/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09K 11/06; H05B 33/12; C07D 471/04; H01L 51/50; H01L 51/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: organic light emitting device, electron transport layer, electron control layer.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2014-0065357 A (LG CHEM, LTD.) 29 May 2014 See chemical formula 1 and claims 1-19.	1-13
A	WO 2013-051875 A2 (LG CHEM, LTD.) 11 April 2013 See chemical formula 1 and claims 1-19.	1-13
A	WO 2013-009013 A2 (LG CHEM, LTD.) 17 January 2013 See chemical formula 1 and claims 1-24.	1-13
A	WO 2012-163465 A1 (MERCK PATENT GMBH.) 06 December 2012 See chemical formula 1.	1-13

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 NOVEMBER 2015 (10.11.2015)

Date of mailing of the international search report

12 NOVEMBER 2015 (12.11.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
 Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/007418

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0065357 A	29/05/2014	NONE	
WO 2013-051875 A2	11/04/2013	CN 103548172 A	29/01/2014
		EP 2750214 A2	02/07/2014
		EP 2750214 A4	22/07/2015
		JP 2014-519189 A	07/08/2014
		KR 10-1464408 B1	27/11/2014
		KR 10-2013-0037186 A	15/04/2013
		TW 201333017 A	16/08/2013
		TW 1462928 B	01/12/2014
		US 2014-0048792 A1	20/02/2014
		WO 2013-051875 A3	04/07/2013
		WO 2013-009013 A2	17/01/2013
EP 2730634 A2	14/05/2014		
EP 2730634 A4	07/01/2015		
JP 2014-528916 A	30/10/2014		
KR 10-1317495 B1	15/10/2013		
KR 10-2013-0006293 A	16/01/2013		
TW 201313711 A	01/04/2013		
US 2013-0181196 A1	18/07/2013		
US 9000169 B2	07/04/2015		
WO 2013-009013 A3	11/04/2013		
WO 2012-163465 A1	06/12/2012		
		JP 2014-522569 A	04/09/2014
		KR 10-2014-0048189 A	23/04/2014
		US 2014-0088305 A1	27/03/2014
		US 9118022 B2	25/08/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(2006.01)i, H01L 51/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C09K 11/06; H05B 33/12; C07D 471/04; H01L 51/50; H01L 51/00 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 유기 발광 소자, 전자수송층, 전자조절층.		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2014-0065357 A (주식회사 엘지화학) 2014.05.29 화학식 1 및 청구항 1-19 참조.	1-13
A	WO 2013-051875 A2 (LG CHEM, LTD.) 2013.04.11 화학식 1 및 청구항 1-19 참조.	1-13
A	WO 2013-009013 A2 (LG CHEM, LTD.) 2013.01.17 화학식 1 및 청구항 1-24 참조.	1-13
A	WO 2012-163465 A1 (MERCK PATENT GMBH) 2012.12.06 화학식 1 참조.	1-13
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2015년 11월 10일 (10.11.2015)	국제조사보고서 발송일 2015년 11월 12일 (12.11.2015)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 오세주 전화번호 +82-42-481-5596	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0065357 A	2014/05/29	없음	
WO 2013-051875 A2	2013/04/11	CN 103548172 A EP 2750214 A2 EP 2750214 A4 JP 2014-519189 A KR 10-1464408 B1 KR 10-2013-0037186 A TW 201333017 A TW 1462928 B US 2014-0048792 A1 WO 2013-051875 A3	2014/01/29 2014/07/02 2015/07/22 2014/08/07 2014/11/27 2013/04/15 2013/08/16 2014/12/01 2014/02/20 2013/07/04
WO 2013-009013 A2	2013/01/17	CN 103764789 A EP 2730634 A2 EP 2730634 A4 JP 2014-528916 A KR 10-1317495 B1 KR 10-2013-0006293 A TW 201313711 A US 2013-0181196 A1 US 9000169 B2 WO 2013-009013 A3	2014/04/30 2014/05/14 2015/01/07 2014/10/30 2013/10/15 2013/01/16 2013/04/01 2013/07/18 2015/04/07 2013/04/11
WO 2012-163465 A1	2012/12/06	EP 2714841 A1 JP 2014-522569 A KR 10-2014-0048189 A US 2014-0088305 A1 US 9118022 B2	2014/04/09 2014/09/04 2014/04/23 2014/03/27 2015/08/25