

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 3월 27일 (27.03.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/046494 A1

- (51) 국제특허분류:
C07D 409/14 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/008465
- (22) 국제출원일: 2013년 9월 18일 (18.09.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0105153 2012년 9월 21일 (21.09.2012) KR
10-2013-0018534 2013년 2월 21일 (21.02.2013) KR
- (71) 출원인: 주식회사 엘엠에스 (LMS CO.,LTD) [KR/KR];
451-860 경기도 평택시 진위면 청호리 340-6, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 최정옥 (CHOI, Jeong Og); 135-230 서울시 강남구 일원동 목련타운 아파트 106동 204호, Seoul (KR). 정준호 (JUNG, Joon Ho); 445-725 경기도 화성시 반송동 시범한빛마을 한화꿈에그린아파트 236동 1703호, Gyeonggi-do (KR). 권오관 (KWON, Oh Kwan); 431-058 경기도 안양시 동안구 달안동 셋별한양 APT 611동 108호, Gyeonggi-do (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

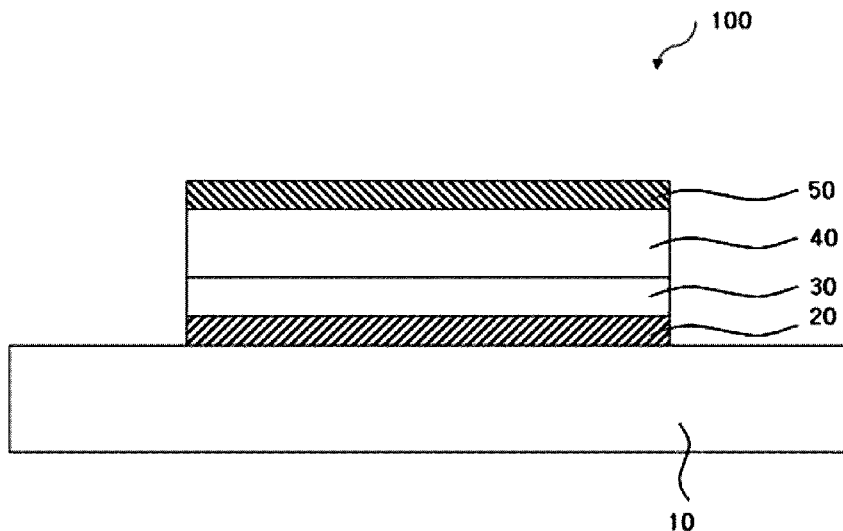
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(54) Title: NOVEL COMPOUND, AND LIGHT EMITTING DIODE AND ELECTRONIC APPARATUS COMPRISING SAME

(54) 발명의 명칭 : 신규한 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치



(57) Abstract: From a novel compound, and a light emitting diode and an electronic apparatus comprising same, the novel compound is disclosed.

(57) 요약서: 신규한 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치에서, 신규한 화합물은 제안한다.



WO 2014/046494 A1

명세서

발명의 명칭: 신규한 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 신규한 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유기 발광 소자용 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 발광 소자는 서로 마주하는 2개의 전극들 및 상기 전극들 사이에 개재된 발광 화합물을 포함하는 발광층을 포함한다. 상기 전극들 사이에 전류를 흘려주면, 상기 발광 화합물이 광을 생성한다. 상기 발광 소자를 이용하는 표시 장치는 별도의 광원 장치가 필요 없어, 표시 장치의 무게, 사이즈나 두께를 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 발광 소자를 이용하는 표시 장치는, 백라이트 및 액정을 이용하는 표시 장치에 비해 시야각, 대비비(contrast ratio), 색재현성 등이 우수하고, 소비전력이 낮은 장점이 있다.
- [3] 상기 발광 소자는 양극과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송층을 더 포함할 수 있다. 상기 정공 수송층은 상기 양극과 상기 발광층 사이의 계면을 안정화시키고 이들 사이의 에너지 장벽을 최소화시킬 수 있다.
- [4] 그러나, 아직까지 발광 소자는 발광 수명이 짧고, 전력 효율이 낮은 문제점이 있다. 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해서, 발광 소자의 재료로서 다양한 화합물들이 개발되고 있지만 발광 수명, 전력 효율 및 열적 안정성을 모두 만족시키는 발광 소자를 제조하는데 한계가 있다.
- [5] (특허문헌 1) 일본공개특허 제2008-294161호
- [6] (특허문헌 2) 한국공개특허 제2008-0104025호

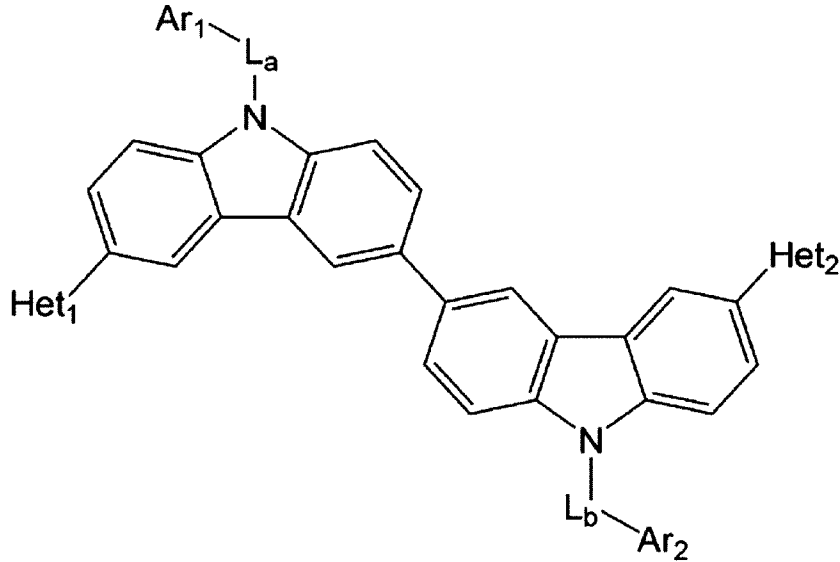
발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 발광 소자에서 정공의 주입 및 수송 능력을 향상시키기 위한 신규한 화합물을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명의 다른 목적은 상기 화합물을 포함하는 발광 소자를 제공하는 것이다.
- [9] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 발광 소자를 포함하는 전자 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 화합물은 하기 화학식 1로 나타낸다.
- [11] [화학식 1]
- [12]



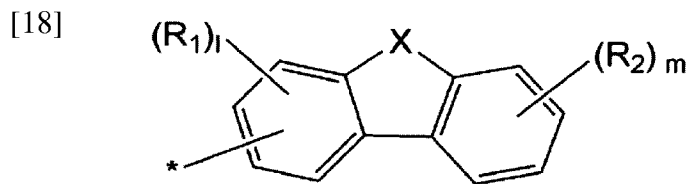
[13] 상기 식에서

[14] L_a 및 L_b 는 각각 독립적으로 $*-L_1-L_2-L_3-L_4*$ 를 나타내고,

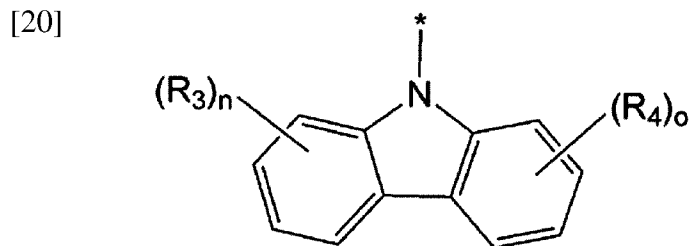
[15] L_1, L_2, L_3 및 L_4 는 각각 독립적으로 단일결합, -O-, -S-, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴렌기 또는 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬렌기를 나타내며,

[16] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기, 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내며,

[17] [화학식 2-1]



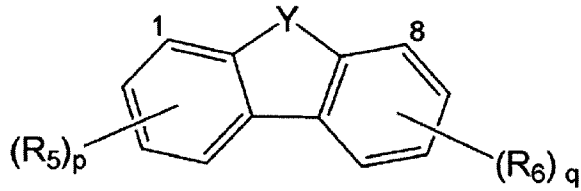
[19] [화학식 2-2]



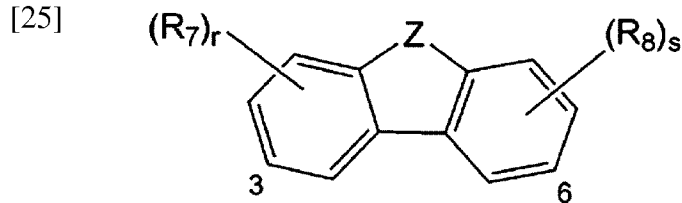
[21] Het_1 및 Het_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내고,

[22] [화학식 3]

[23]



[24] [화학식 4]



[26] 여기서 X는 N-W, O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내며,

[27] W는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기를 나타내고,

[28] Y는 S 또는 O를 나타내며,

[29] Z는 S를 나타내고,

[30] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기를 나타내며,

[31] 1은 0 내지 3의 정수, m, n 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수를 나타내고, p 및 q 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내고, r 및 s 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내며,

[32] 화학식 3으로 표시되는 치환기는 1번 또는 8번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되며,

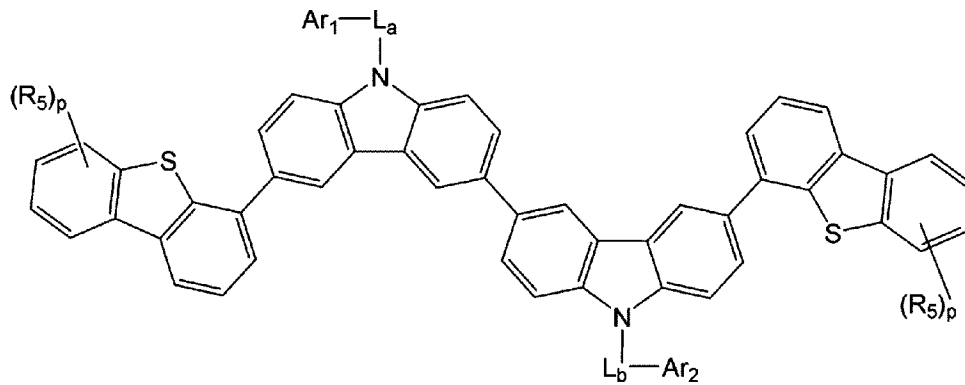
[33] 화학식 4로 표시되는 치환기는 3번 또는 6번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되고,

[34] 화학식 1 내지 4에 대해 상기에서 설명한 치환체의 정의 중에서, 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기 및 바이시클로알킬기는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 1 내지 6을 갖는 1개 이상의 알킬기로 치환되거나 비치환된 아민기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴옥시기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴티오기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시카르보닐기, 할로젠기, 시아노기, 나이트로기, 하이드록시기 및 카르복시기로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 치환되거나 비치환된다.

[35] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 5로 나타낼 수 있다.

[36] [화학식 5]

[37]



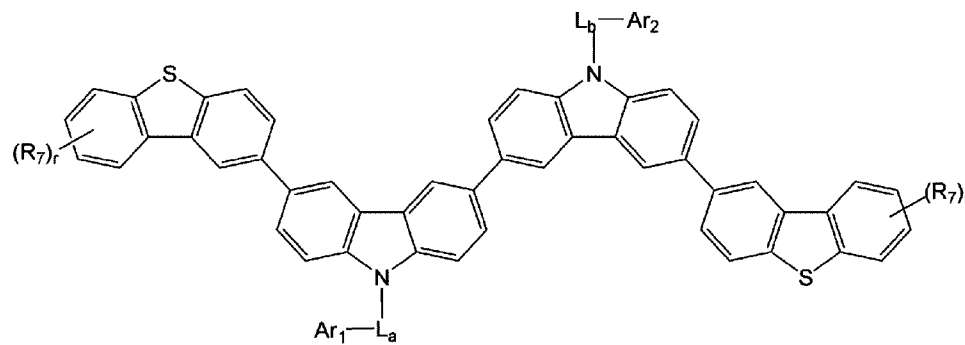
[38] 상기 식에서,

[39] Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , R_5 및 p 는 제1항에서 정의한 바와 같고, Ar_1 및 Ar_2 는 서로 동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[40] 다른 실시예에서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 6으로 나타낼 수 있다.

[41] [화학식 6]

[42]



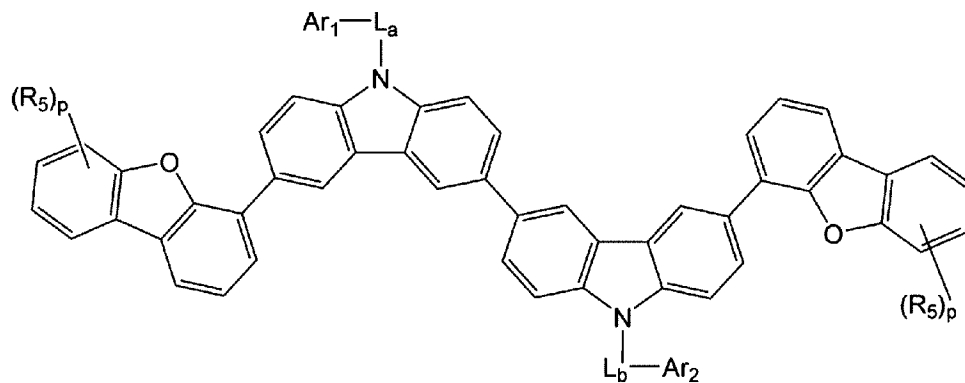
[43] 상기 식에서,

[44] Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , R_7 및 r 은 제1항에서 정의한 바와 같고, Ar_1 및 Ar_2 는 서로 동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[45] 또 다른 실시예에서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 7로 나타낼 수 있다.

[46] [화학식 7]

[47]



[48] 상기 식에서,

[49] Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , R_5 및 p 는 제1항에서 정의한 바와 같고, Ar_1 및 Ar_2 는 서로

동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[50]

[51] 상기 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 발광 소자는 제1 전극, 제2 전극, 발광층 및 상기 화학식 1로 나타내는 화합물을 포함하는 정공 수송성층을 포함한다. 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 서로 마주하고, 상기 발광층은 상기 제1 및 제2 전극들 사이에 개재될 수 있으며, 상기 정공 수송성층은 상기 제1 전극과 상기 발광층 사이에 배치될 수 있다.

[52] 일 실시예에서, 상기 정공 수송성층은 상기 화합물 및 P형 도펀트를 포함하는 제1 층과, 상기 화합물을 포함하는 제2 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 층은 상기 제1 전극과 상기 발광층 사이에 배치되고, 상기 제2 층은 상기 제1 층과 상기 발광층 사이에 배치될 수 있다. 이때, 상기 제2 층이 상기 제1 층의 P형 도펀트와 실질적으로 동일하거나 다른 종류의 도펀트를 더 포함할 수 있다.

[53] 상기 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 전자 장치는 상기 화학식 1로 나타내는 화합물을 포함하는 정공 수송성층을 포함할 수 있다.

[54]

발명의 효과

[55] 이와 같은 신규한 화합물, 이를 포함하는 발광 소자 및 전자 장치에 따르면, 본 발명의 신규한 화합물이 발광 소자에서 정공(hole)의 주입 및/또는 수송 능력을 향상시킬 수 있다.

[56] 또한, 상기 화합물을 이용함으로써 상기 발광 소자의 발광 효율을 향상시키고, 수명이 증가될 수 있다. 또한, 상기 발광 소자의 열적 안정성(내열성)을 향상시킬 수 있다.

[57]

도면의 간단한 설명

[58] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

[59] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

[60] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

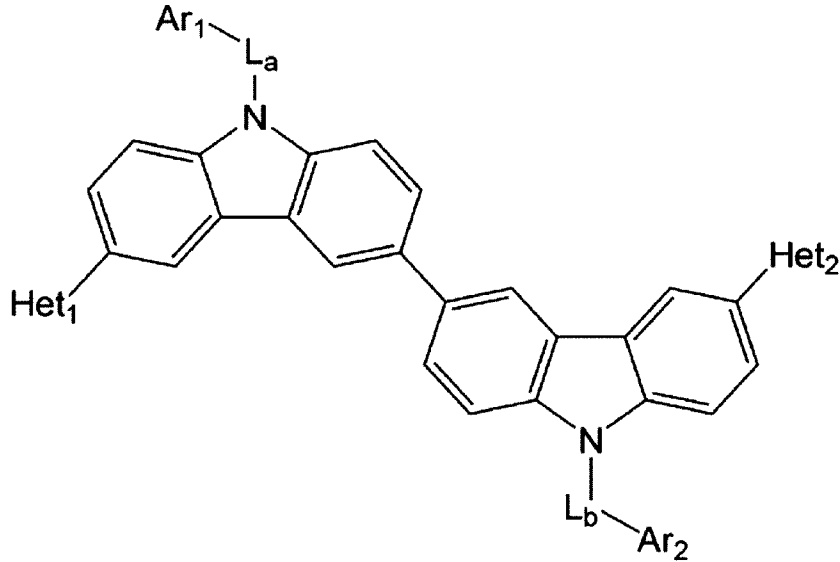
발명의 실시를 위한 형태

[61] 이하에서는, 본 발명에 따른 신규한 화합물에 대해서 먼저 설명하고, 상기 화합물을 포함하는 발광 소자에 대해서 첨부한 도면들을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[62] 본 발명에 따른 화합물은 하기 화학식 1로 나타낸다.

[63] [화학식 1]

[64]



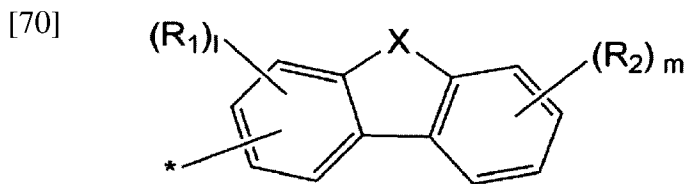
[65] 상기 식에서

[66] L_a 및 L_b 는 각각 독립적으로 $*-L_1-L_2-L_3-L_4*$ 를 나타내고,

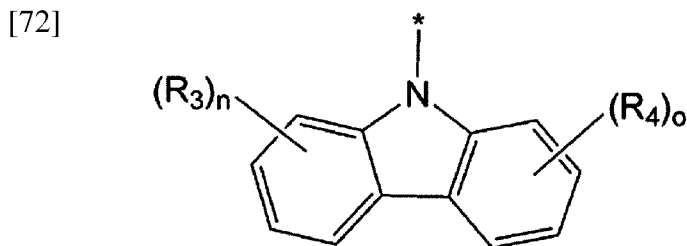
[67] L_1, L_2, L_3 및 L_4 는 각각 독립적으로 단일결합, -O-, -S-, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴렌기 또는 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬렌기를 나타내며,

[68] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기, 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내며,

[69] [화학식 2-1]



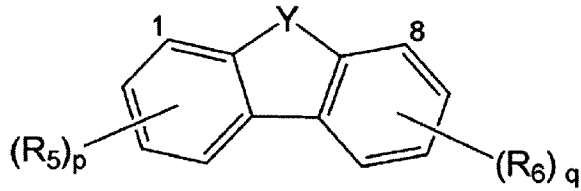
[71] [화학식 2-2]



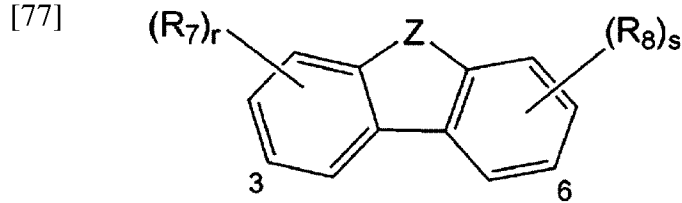
[73] Het_1 및 Het_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내고,

[74] [화학식 3]

[75]



[76] [화학식 4]



[78] 여기서 X는 N-W, O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내며,

[79] W는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기를 나타내고,

[80] Y는 S 또는 O를 나타내며,

[81] Z는 S를 나타내고,

[82] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기를 나타내며,

[83] 1은 0 내지 3의 정수, m, n 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수를 나타내고, p 및 q 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내고, r 및 s 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내며,

[84] 화학식 3으로 표시되는 치환기는 1번 또는 8번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되며,

[85] 화학식 4로 표시되는 치환기는 3번 또는 6번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되고,

[86] 화학식 1 내지 4에 대해 상기에서 설명한 치환체의 정의 중에서, 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기 및 바이시클로알킬기는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 1 내지 6을 갖는 1개 이상의 알킬기로 치환되거나 비치환된 아민기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴옥시기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴티오기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시카르보닐기, 할로젠기, 시아노기, 나이트로기, 하이드록시기 및 카르복시기로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 치환되거나 비치환된다.

[87]

- [88] 본 발명에서, “아릴기”는 방향족 탄화수소로부터 유도된 1가의 치환기로 정의된다.
- [89] 상기 아릴기의 구체적인 예로서는, 페닐기(phenyl group), 나프틸기(naphthyl group), 안트라세닐기(anthracenyl group), 나프타세닐기(naphthacenyl group), 피레닐기(pyrenyl group), 톨릴기(tolyl group), 바이페닐기(biphenyl group), 터페닐기(terphenyl group), 크리세닐기(chrycenyl group), 스피로바이플루오레닐기(spirobifluorenyl group), 플루오란테닐기(fluoranthenyl group), 플루오레닐기(fluorenyl group), 페릴레닐기(perylene group), 인데닐기(indenyl group), 아줄레닐기(azulenyl group), 헵타레닐기(heptalenyl group), 페날레닐기(phenalenyl group), 페난트레닐기(phenanthrenyl group) 등을 들 수 있다.
- [90] 아릴기는 6 내지 20의 탄소수, 예를 들어 6 내지 18의 탄소수, 또는 6 내지 12의 탄소수를 가진다.
- [91] “헤테로아릴기”는 단환 또는 축합환으로부터 유도된 “방향족 복소환”을 나타낸다. 상기 헤테로아릴기는, 헤테로원자로서 질소(N), 황(S), 산소(O), 인(P), 셀레늄(Se) 및 규소(Si) 중에서 적어도 하나, 예를 들어 1개, 2개, 3개 또는 4개를 포함할 수 있다.
- [92] 상기 헤테로아릴기의 구체적인 예로서는, 피롤릴기(pyrrolyl group), 피리딜기(pyridyl group), 피리다지닐기(pyridazinyl group), 피리미디닐기(pyrimidinyl group), 피라지닐기(pyrazinyl group), 트리아졸릴기(triazolyl group), 테트라졸릴기(tetrazolyl group), 벤조트리아졸릴기(benzotriazolyl group), 피라졸릴기(pyrazolyl group), 이미다졸릴기(imidazolyl group), 벤즈이미다졸릴기(benzimidazolyl group), 인돌릴기(indolyl group), 이소인돌릴기(isoindolyl group), 인돌리지닐기(indoliziny group), 푸리닐기(puriny group), 인다졸릴기(indazolyl group), 퀴놀릴기(quinolyl group), 이소퀴놀리닐기(isoquinolinyl group), 퀴놀리지닐기(quinoliziny group), 프탈라지닐기(phthalazinyl group), 나프틸리디닐기(naphthylidinyl group), 퀴녹살리닐기(quinoxaliny group), 퀴나졸리닐기(quinazoliny group), 신놀리닐기(cinnolinyl group), 프테리디닐기(pteridinyl group), 이미다조트리아지닐기(imidazotriazinyl group), 아크리디닐기(acridinyl group), 페난트리디닐기(phenanthridinyl group), 카바졸릴기(carbazolyl group), 페난트롤리닐기(phenanthrolinyl group), 페나지닐기(phenazinyl group), 이미다조피리디닐기(imidazopyridinyl group), 이미다조피리미디닐기(imidazopyrimidinyl group), 피라졸로피리디닐기(pyrazolopyridinyl group) 등을 포함하는 합질소 헤테로아릴기; 티에닐기(thienyl group), 벤조티에닐기(benzothieryl group), 디벤조티에닐기(dibenzothieryl group) 등을 포함하는 황함유 헤테로아릴기; 푸릴기(furyl group), 피라닐기(pyranyl group),

시클로펜타피라닐기(cyclopentapyranyl group), 벤조푸라닐기(benzofuranyl group), 이소벤조푸라닐기(isobenzofuranyl group), 디벤조푸라닐기(dibenzofuranyl group) 등을 포함하는 함산소 헤테로아릴기 등을 들 수 있다. 또한, 상기 헤테로아릴기의 구체적인 예로서는, 티아졸릴기(thiazolyl group), 이소티아졸릴기(isothiazolyl group), 벤조티아졸릴기(benzothiazolyl group), 벤조티아디아졸릴기(benzothiadiazolyl group), 페노티아지닐기(phenothiazinyl group), 이속사졸릴기(isoxazolyl group), 푸라자닐기(furazanyl group), 페녹사지닐기(phenoxazinyl group), 옥사졸릴기(oxazolyl group), 벤즈옥사졸릴기(benzoxazolyl group), 옥사디아졸릴기(oxadiazolyl group), 피라졸로옥사졸릴기(pyrazoloxazolyl group), 이미다조티아졸릴기(imidazothiazolyl group), 티에노푸라닐기(thienofuranyl group) 등의 적어도 2개 이상의 헤테로원자를 포함하는 화합물들을 들 수 있다.

[93] 헤테로아릴기는 2 내지 20의 탄소수, 예를 들어 3 내지 19의 탄소수, 4 내지 15의 탄소수 또는 5 내지 11의 탄소수를 가질 수 있다. 예를 들어, 헤테로원자를 포함하면, 헤테로아릴기는 5 내지 21의 환원(ring member)을 가질 수 있다.

[94] “알킬기”는 직쇄(linear) 또는 분지(branched) 상 포화탄화수소로부터 유도된 작용기로 정의된다.

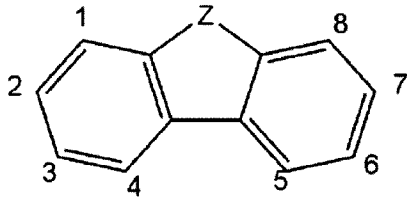
[95] 상기 알킬기의 구체적인 예로서는, 메틸기(methyl group), 에틸기(ethyl group), n-프로필기(n-propyl group), 이소프로필기(iso-propyl group), n-부틸기(n-butyl group), sec-부틸기(sec-butyl group), t-부틸기(tert-butyl group), n-펜틸기(n-pentyl group), 1,1-디메틸프로필기(1,1-dimethylpropyl group), 1,2-디메틸프로필기(1,2-dimethylpropyl group), 2,2-디메틸프로필기(2,2-dimethylpropyl group), 1-에틸프로필기(1-ethylpropyl group), 2-에틸프로필기(2-ethylpropyl group), n-헥실기(n-hexyl group), 1-메틸-2-에틸프로필기(1-methyl-2-ethylpropyl group), 1-에틸-2-메틸프로필기(1-ethyl-2-methylpropyl group), 1,1,2-트리메틸프로필기(1,1,2-trimethylpropyl group), 1-프로필프로필기(1-propylpropyl group), 1-메틸부틸기(1-methylbutyl group), 2-메틸부틸기(2-methylbutyl group), 1,1-디메틸부틸기(1,1-dimethylbutyl group), 1,2-디메틸부틸기(1,2-dimethylbutyl group), 2,2-디메틸부틸기(2,2-dimethylbutyl group), 1,3-디메틸부틸기(1,3-dimethylbutyl group), 2,3-디메틸부틸기(2,3-dimethylbutyl group), 2-에틸부틸기(2-ethylbutyl group), 2-메틸펜틸기(2-methylpentyl group), 3-메틸펜틸기(3-methylpentyl group) 등을 들 수 있다.

[96] 알킬기는 1 내지 20의 탄소수, 예를 들어 1 내지 12의 탄소수, 1 내지 6의 탄소수, 또는 1 내지 4의 탄소수를 가진다.

[97] “시클로알킬기”는 단일고리(monocyclic)의 포화탄화수소로부터 유도된 작용기로 정의된다.

- [98] 상기 시클로알킬기의 구체적인 예로서는, 시클로프로필기(cyclopropyl group), 시클로부틸기(cyclobutyl group), 시클로펜틸기(cyclopentyl group), 시클로헥실기(cyclohexyl group), 시클로헵틸기(cycloheptyl group) 또는 시클로옥틸기(cyclooctyl group) 등을 들 수 있다.
- [99] 시클로알킬기는 3 내지 20의 탄소수, 예를 들어 3 내지 12의 탄소수, 또는 3 내지 6의 탄소수를 가진다.
- [100] “헤테로시클로알킬기”는 탄소 원자 이외에 1종 이상의 헤테로원자를 고리의 요소로서 함유하는 비방향족의 단일고리 또는 다중고리기로 정의한다. 헤테로원자는 산소(O), 질소(N), 황(S), 셀레늄(Se) 또는 인(P) 원자를 포함할 수 있고, 이에 제한되지 않는다. 또한, 헤테로시클로알킬기가 방향족 고리를 포함하지 않더라도, 헤테로시클로알킬기의 고리를 구성하는 탄소원자-탄소원자 또는 탄소원자-헤테로원자를 연결하는 결합은 이중 결합을 포함할 수 있다.
- [101] 상기 헤테로시클로알킬기의 구체적인 예에는 2-피롤리디닐기(2-pyrrolidinyl group), 3-피롤리디닐기(3-pyrrolidinyl group), 피페리디닐기(piperidinyl group), 2-테트라하이드로푸라닐기(2-tetrahydrofuranyl group), 3-테트라하이드로푸라닐기(3-tetrahydrofuranyl group), 2-테트라하이드로티에닐기(2-tetrahydrothienyl group) 및 3-테트라하이드로티에닐기(3-tetrahydrothienyl group)이 포함되지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [102] 헤테로시클로알킬기는 2 내지 20의 탄소수, 예를 들어 3 내지 19의 탄소수, 또는 5 내지 11의 탄소수를 가진다. 즉, 헤테로원자를 포함하면, 헤테로시클로알킬기는 3 내지 21의 환원(ring member), 예를 들어 4 내지 20의 환원, 또는 6 내지 12의 환원을 가진다.
- [103] “바이시클로알킬기”는, 2개의 알킬 고리들 각각에서 선택된 적어도 1개의 탄소 원자가 서로 연결된 구조를 갖는 작용기를 의미한다.
- [104] 바이시클로알킬기의 구체적인 예로서는, 바이시클로펜틸기(bicyclopentyl group), 바이시클로헥실기(bicyclohexyl group), 바이시클로헵틸기(bicycloheptyl group), 바이시클로옥틸기(bicyclooctyl group), 바이시클로노닐기(bicyclononyl group) 또는 바이시클로데실기(bicyclodecyl group) 등을 들 수 있다.
- [105] 바이시클로알킬기는 5 내지 20의 탄소수, 예를 들어 7 내지 18의 탄소수, 또는 7 내지 12의 탄소수를 가진다.
- [106] 또한, “아릴렌기”는 상기에서 설명한 아릴기로부터 유도된 2개의 치환기를 의미할 수 있다.
- [107] 또한, “헤테로아릴렌기”는 상기에서 설명한 헤테로아릴기로부터 유도된 2개의 치환기를 의미할 수 있다.
- [108] 본 발명에서 3개의 고리를 가지는 헤테로아릴에 있어서, 치환하거나 치환될 수 있는 탄소원자의 위치는 헤테로원자를 기준으로 하기와 같이 표시하고, 이하에서는 이를 토대로 설명한다.

[109]



[110] 상기 식에서 Z는, 상기 화학식 2-1의 X, 상기 화학식 3의 Y 또는 상기 화학식 4의 Z 를 나타낸다.

[111] 이하에서 사용하는 약어 “Cz”는 카바졸(carbazole)을, “DBT”는 디벤조티오펜(dibenzothiophene)을, “DBF”는 디벤조퓨란(dibenzofuran)을 나타낸다.

[112]

[113] 상기 화학식 1의 일 실시예에서,

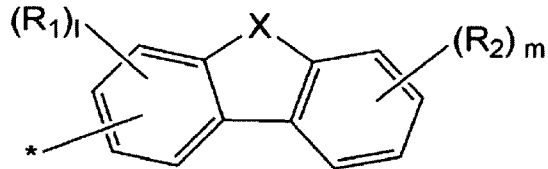
[114] L_a 및 L_b 는 각각 독립적으로 $*-L_1-L_2-L_3-L_4*$ 를 나타내고,

[115] L_1, L_2, L_3 및 L_4 는 각각 독립적으로 단일결합 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기를 나타내며,

[116] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내고,

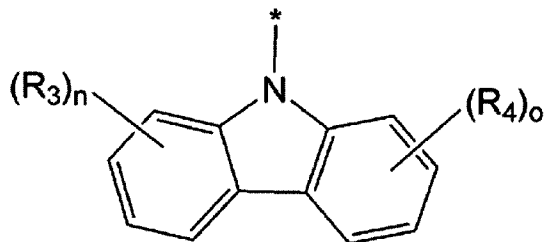
[117] [화학식 2-1]

[118]



[119] [화학식 2-2]

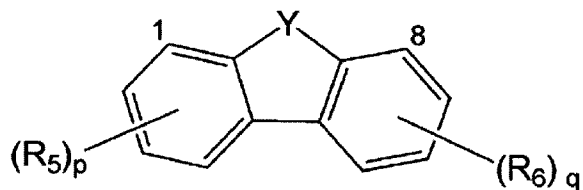
[120]



[121] Het_1 및 Het_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내며,

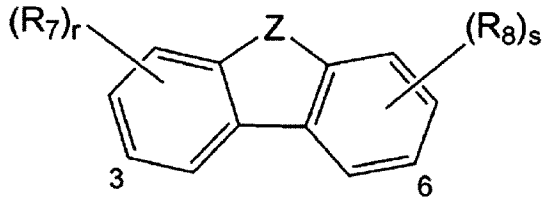
[122] [화학식 3]

[123]



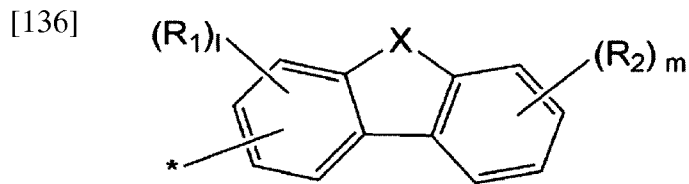
[124] [화학식 4]

[125]

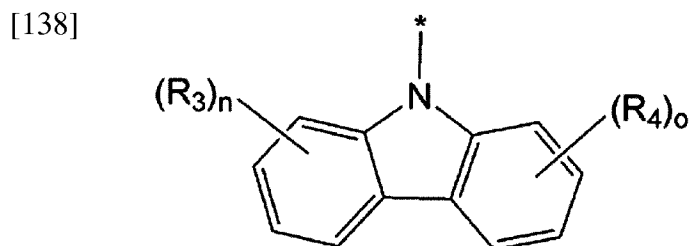


- [126] 여기서 X는 N-W, O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,
 [127] W는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기를 나타내며,
 [128] Y는 S 또는 O를 나타내고,
 [129] Z는 S를 나타내며,
 [130] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기를 나타내고,
 [131] m, n, l, o, p, q, r 및 s는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수를 나타낼 수 있다.
 [132] 상기 화학식 1의 다른 실시예에서,
 [133] L_a 및 L_b는 각각 독립적으로 단일결합 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기를 나타내며,
 [134] Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기로 치환되거나 비치환된 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기; 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기로 치환되거나 비치환된 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기; 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내고,

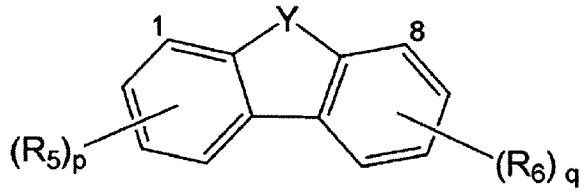
[135] [화학식 2-1]



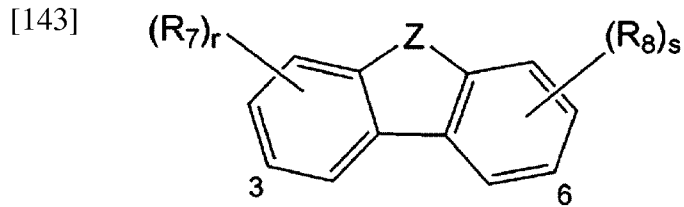
[137] [화학식 2-2]



- [139] Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내고,
 [140] [화학식 3]
 [141]



[142] [화학식 4]



[144] 여기서 X는 O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,

[145] Y는 S 또는 O를 나타내며,

[146] Z는 S를 나타내고,

[147] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기를 나타내며,

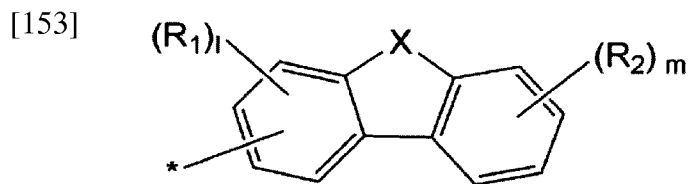
[148] m, n, l, o, p 및 q는 각각 독립적으로 0 또는 1을 나타낼 수 있다.

[149] 상기 화학식 1의 또 다른 실시예에서,

[150] L_a 및 L_b는 각각 독립적으로 단일결합 또는 페닐렌을 나타내며,

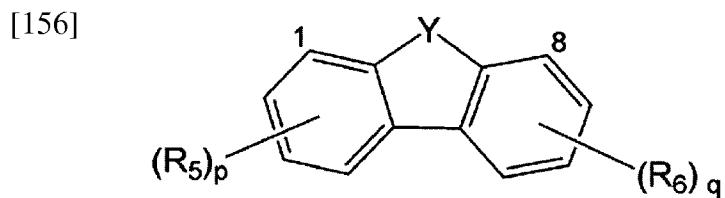
[151] Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로 메틸기 또는 페닐기로 치환되거나 비치환된 페닐기; 나프틸기; 또는 하기 화학식 2-1을 나타내며,

[152] [화학식 2-1]

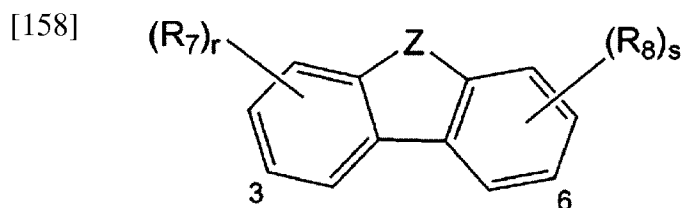


[154] Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내며,

[155] [화학식 3]



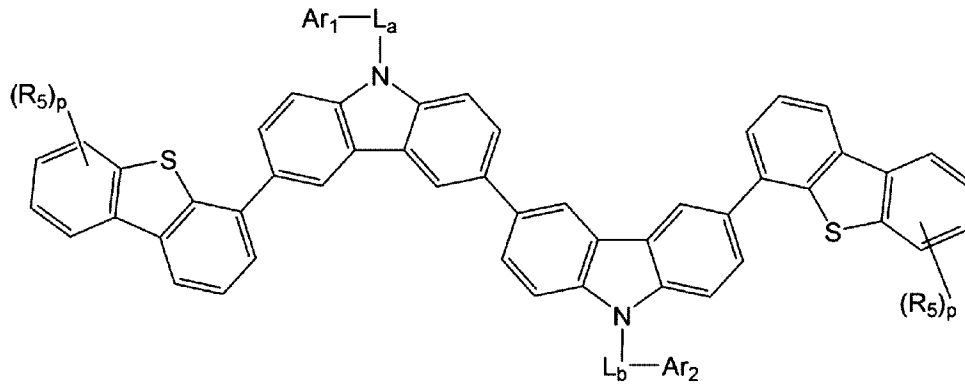
[157] [화학식 4]



- [159] 여기서 X는 O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,
 [160] Y는 S 또는 O를 나타내며,
 [161] Z는 S를 나타내고,
 [162] R₅ 및 R₇은 각각 독립적으로 메틸기 또는 페닐기를 나타내며,
 [163] R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 메틸기를 나타내고,
 [164] p 및 r은 각각 독립적으로 0 또는 1을 나타내며,
 [165] l, m, q 및 s는 각각 독립적으로 0을 나타낼 수 있다.
 [166] 상기 화학식 1의 화합물은 대표적으로 하기 화학식 5, 화학식 6 또는 화학식 7로 나타낼 수 있다.

[167] [화학식 5]

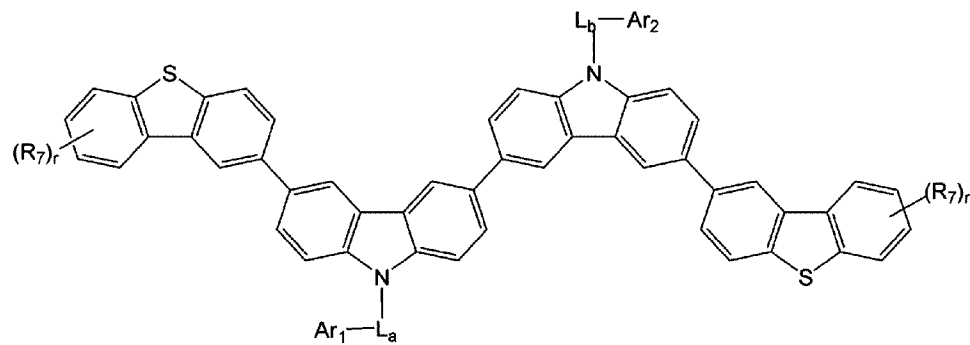
[168]



- [169] 상기 식에서,
 [170] Ar₁, Ar₂, L_a, L_b, R₅ 및 p는 상기에서 정의한 바와 같고,
 [171] Ar₁ 및 Ar₂는 서로 동일하고, L_a 및 L_b는 서로 동일하다.

[172] [화학식 6]

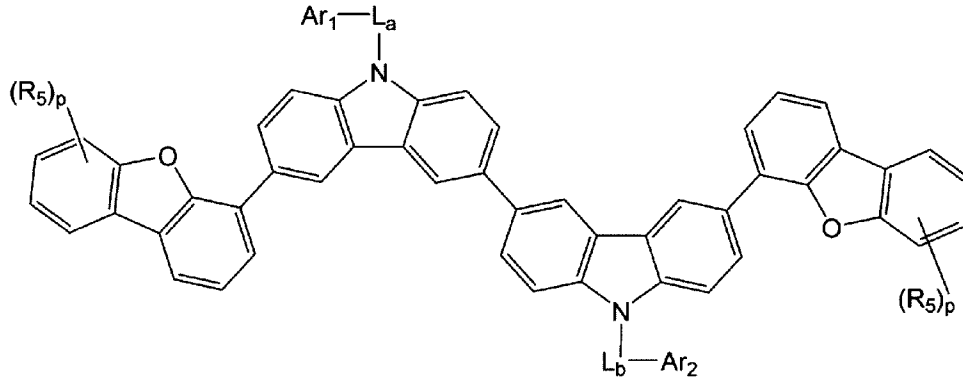
[173]



- [174] 상기 식에서,
 [175] Ar₁, Ar₂, L_a, L_b, R₇ 및 r은 상기에서 정의한 바와 같고,
 [176] Ar₁ 및 Ar₂는 서로 동일하고, L_a 및 L_b는 서로 동일하다.

[177] [화학식 7]

[178]



[179] 상기 식에서,

[180] Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , R_5 및 p 는 상기에서 정의한 바와 같고,

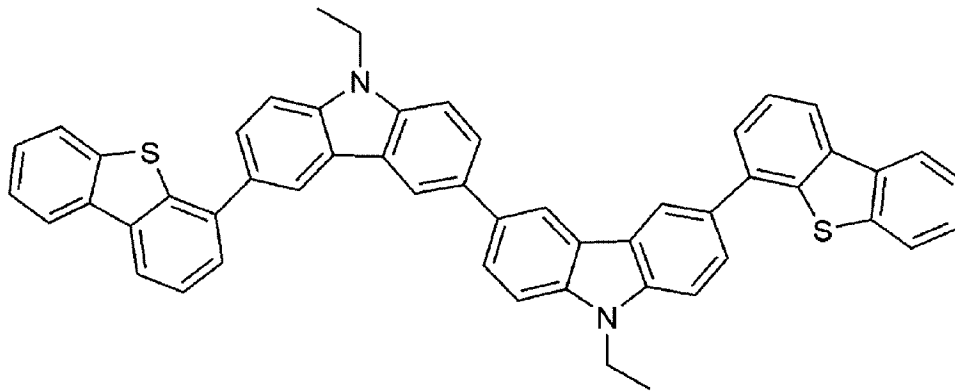
[181] Ar_1 및 Ar_2 는 서로 동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[182]

[183] 상기 화학식 5로 나타내는 화합물의 구체적인 예로서는, 하기 구조 A-1 내지 구조 A-18로 나타내는 화합물들을 들 수 있다.

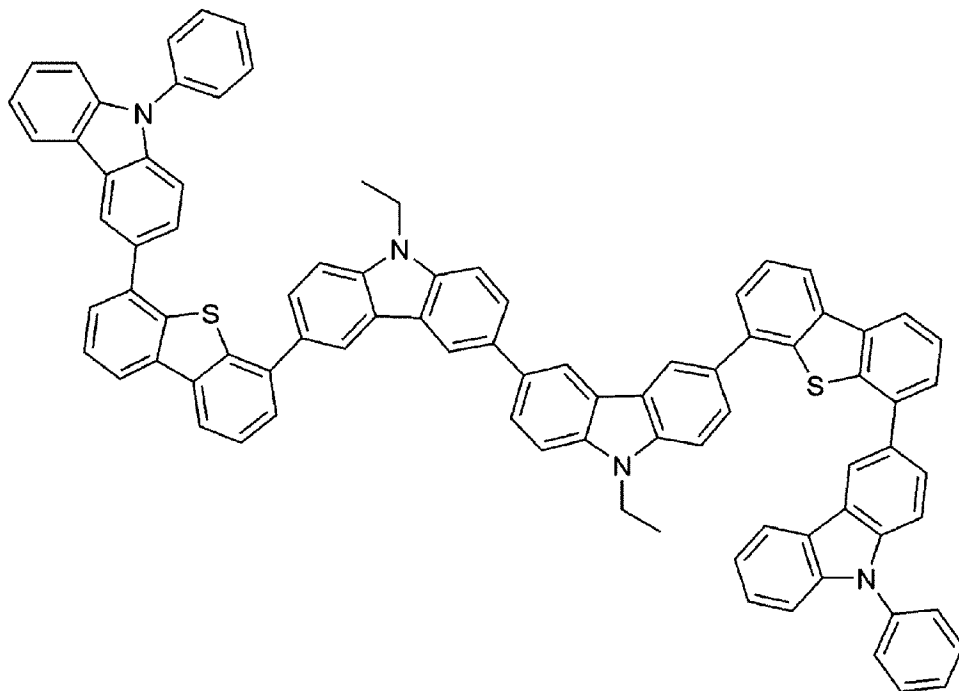
[184] [구조 A-1]

[185]



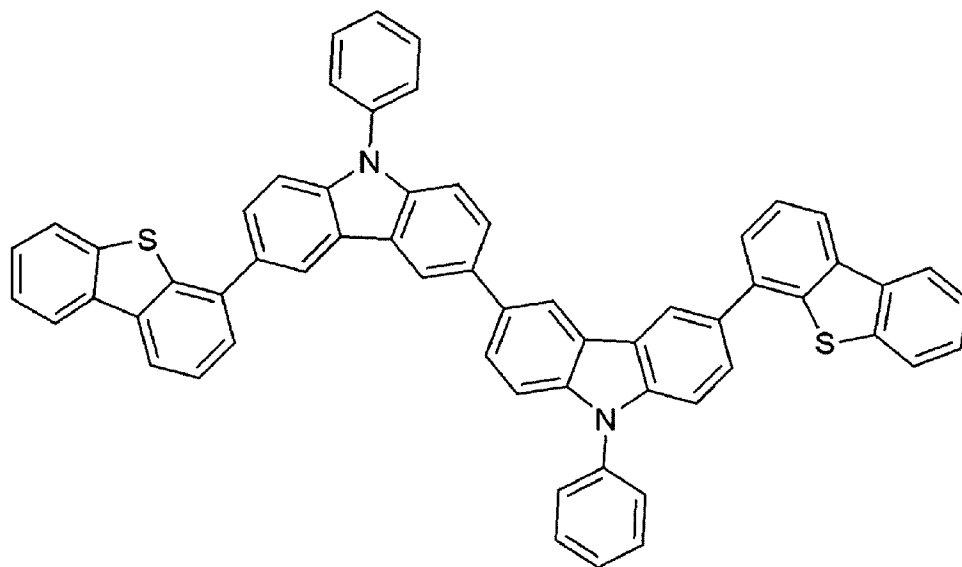
[186] [구조 A-2]

[187]



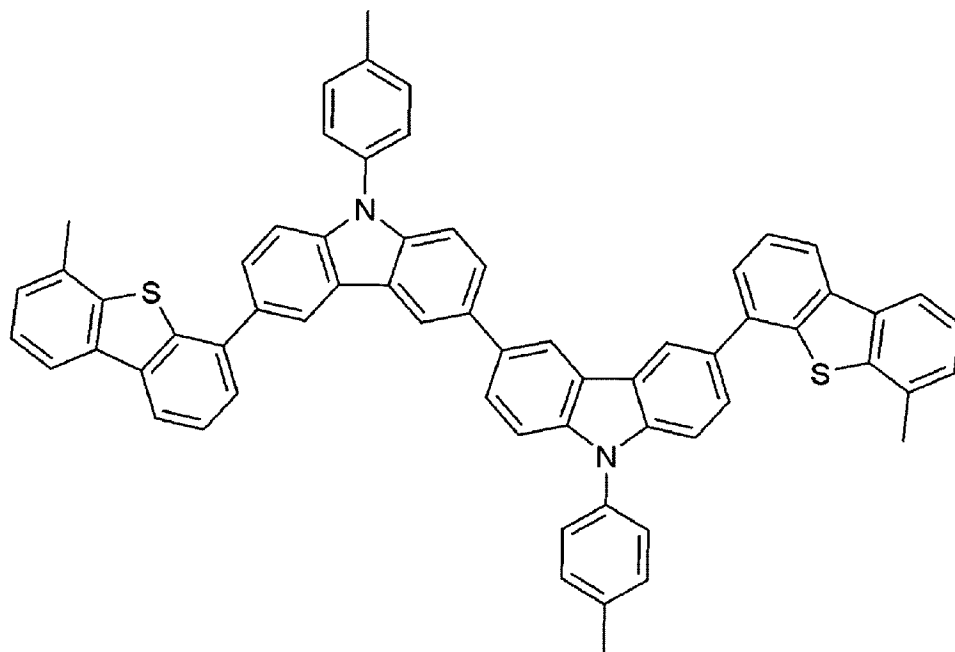
[188] [구조 A-3]

[189]



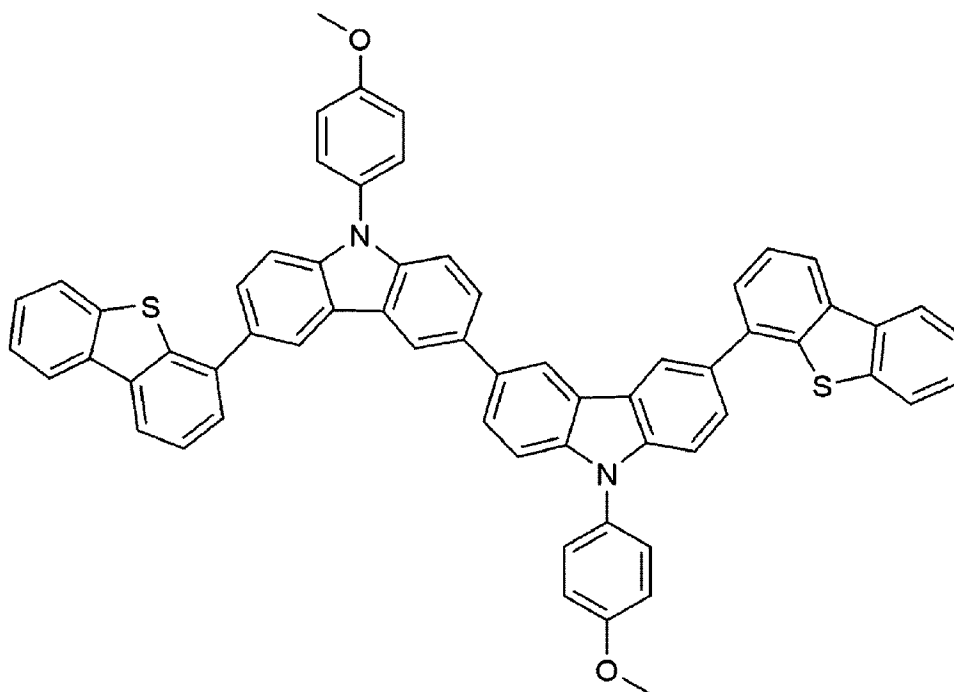
[190] [구조 A-4]

[191]



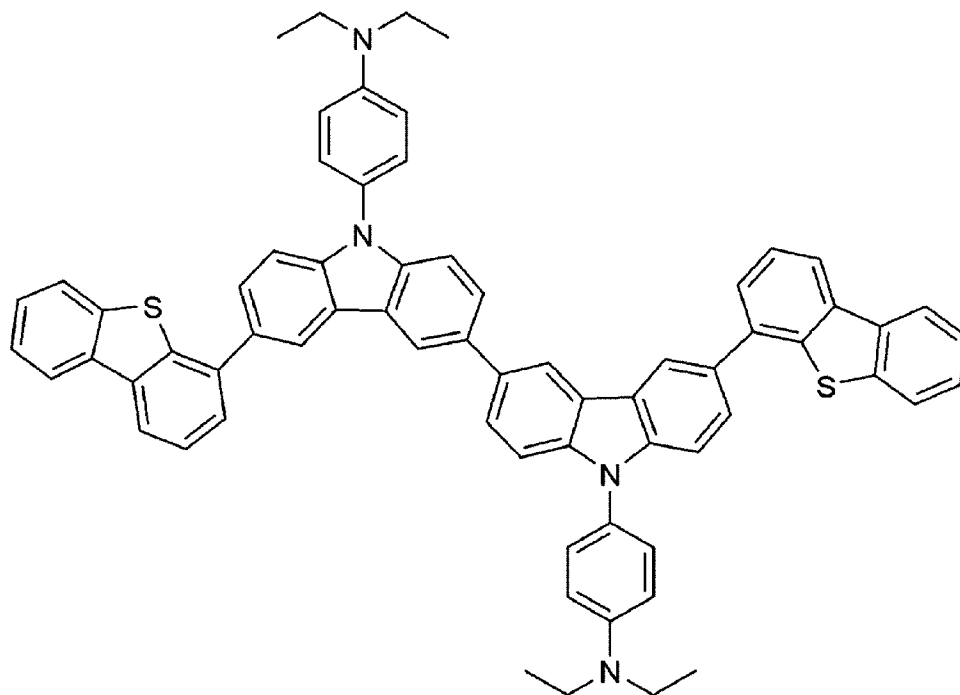
[192] [구조 A-5]

[193]



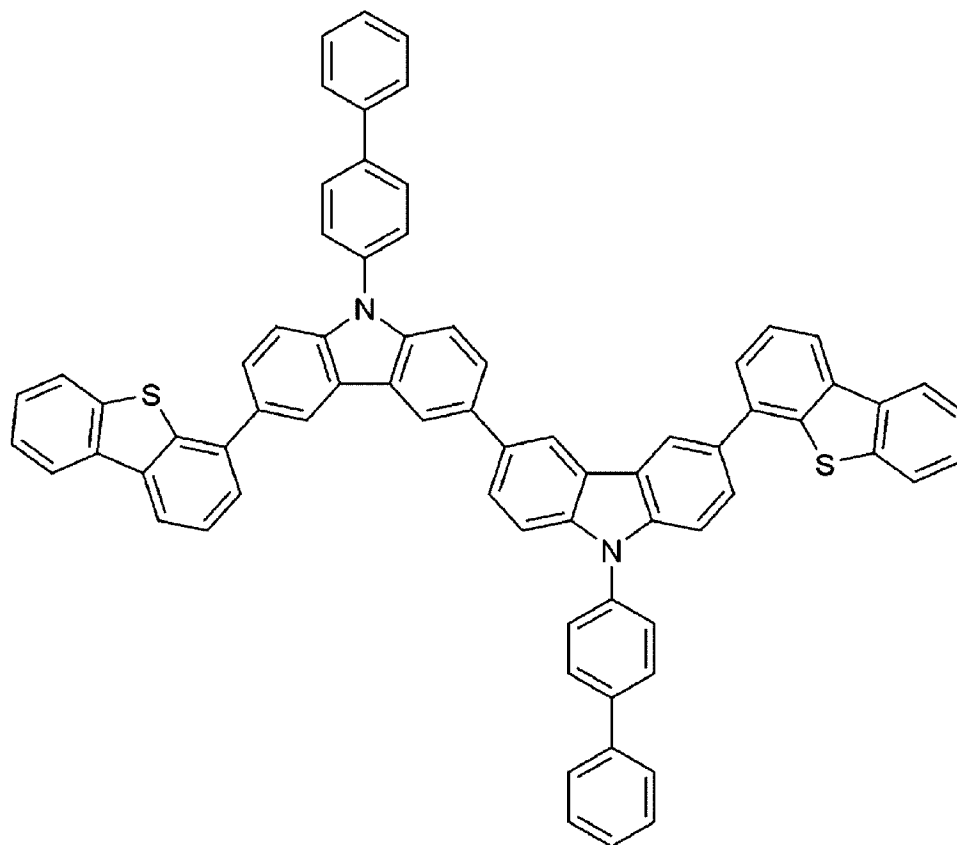
[194] [구조 A-6]

[195]



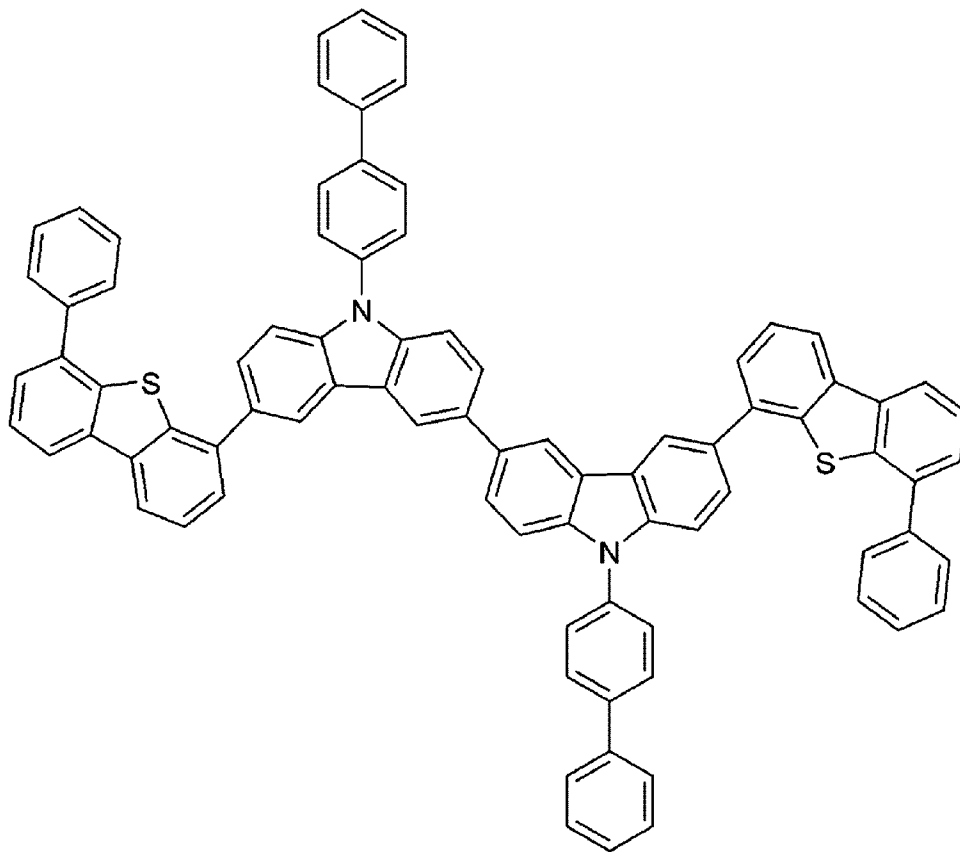
[196] [구조 A-7]

[197]



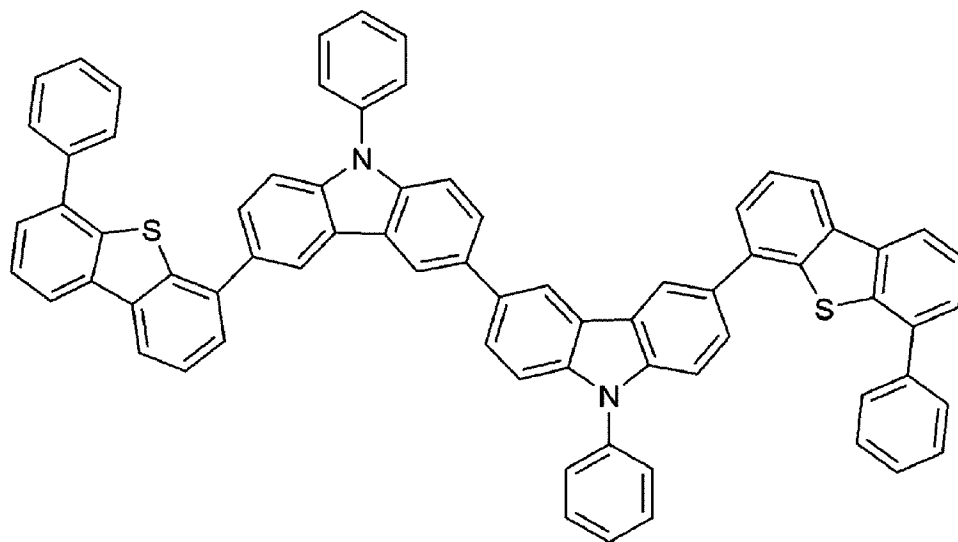
[198] [구조 A-8]

[199]



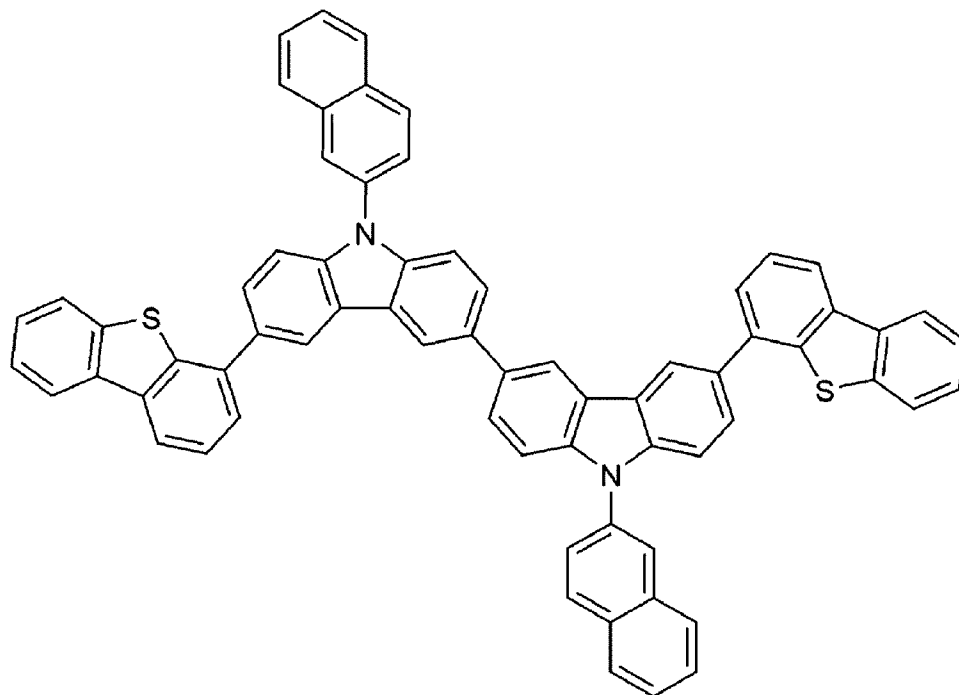
[200] [구조 A-9]

[201]



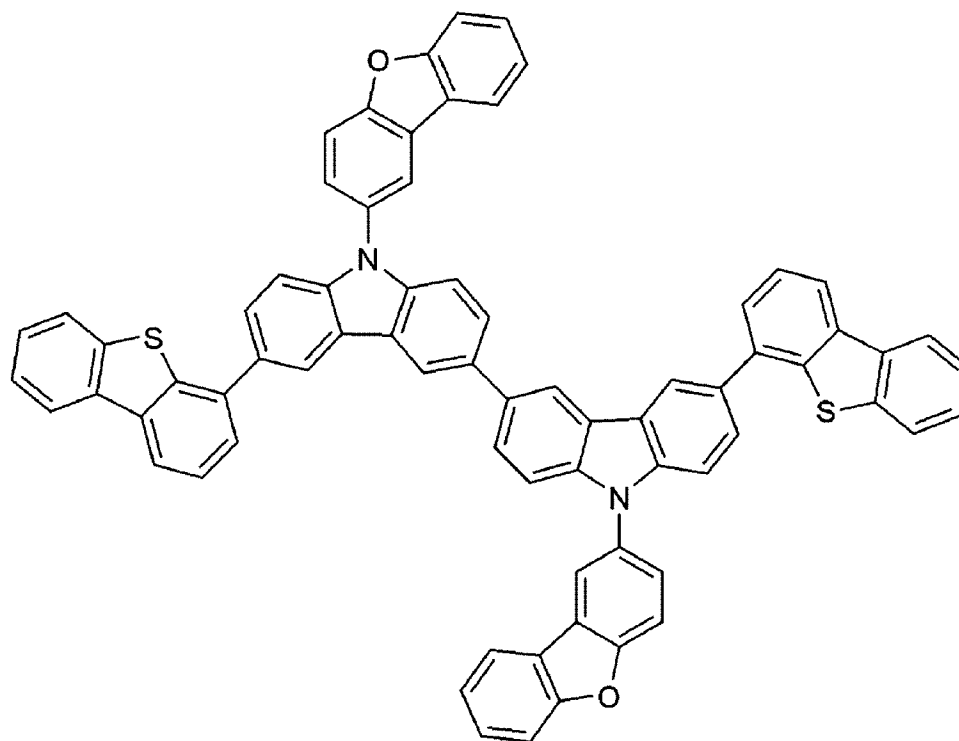
[202] [구조 A-10]

[203]



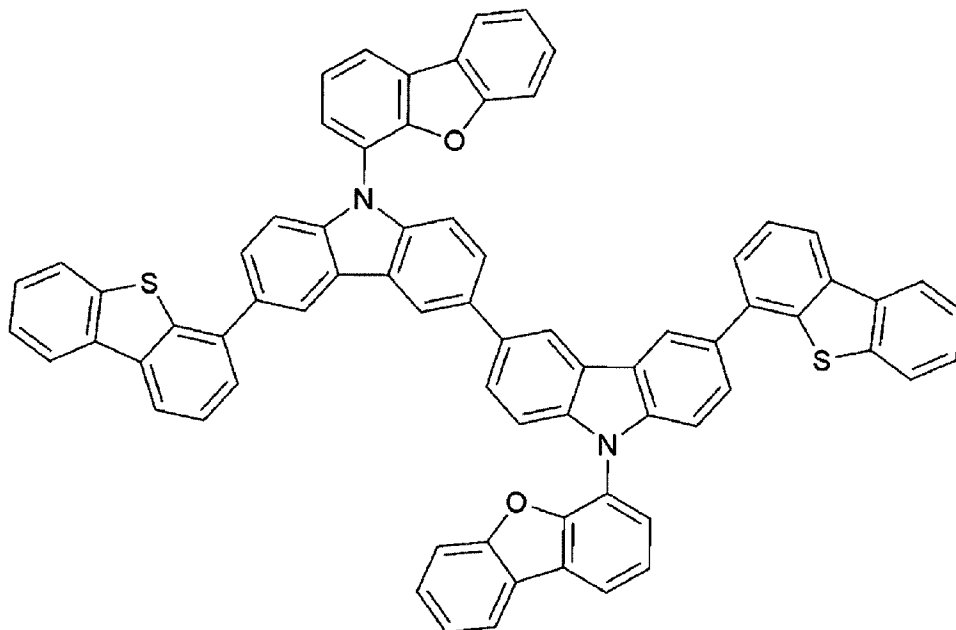
[204] [구조 A-11]

[205]



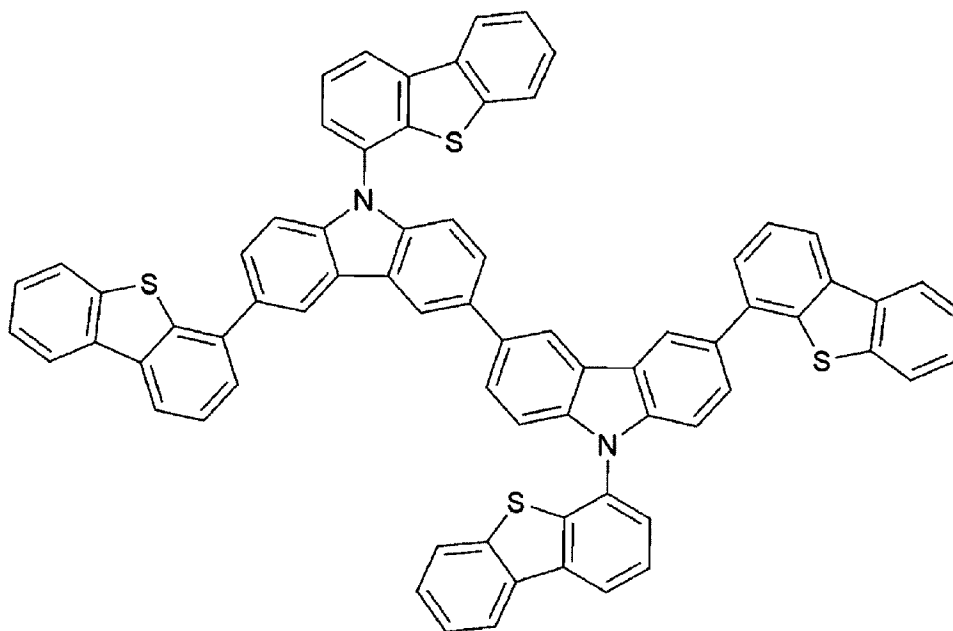
[206] [구조 A-12]

[207]



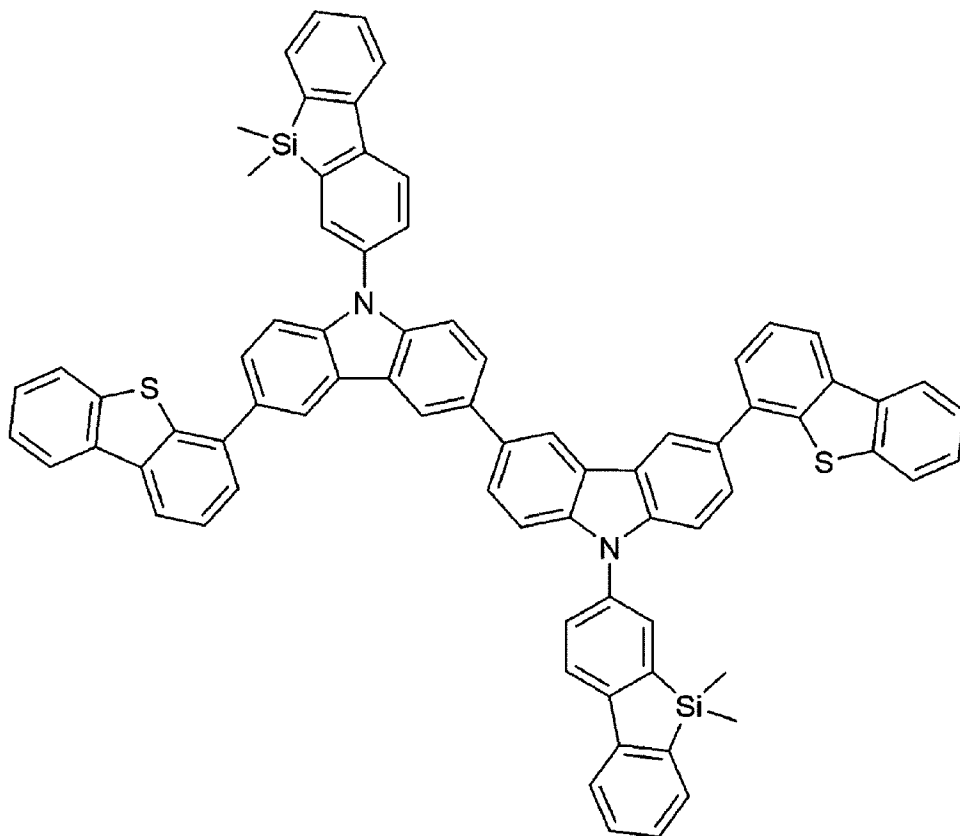
[208] [구조 A-13]

[209]



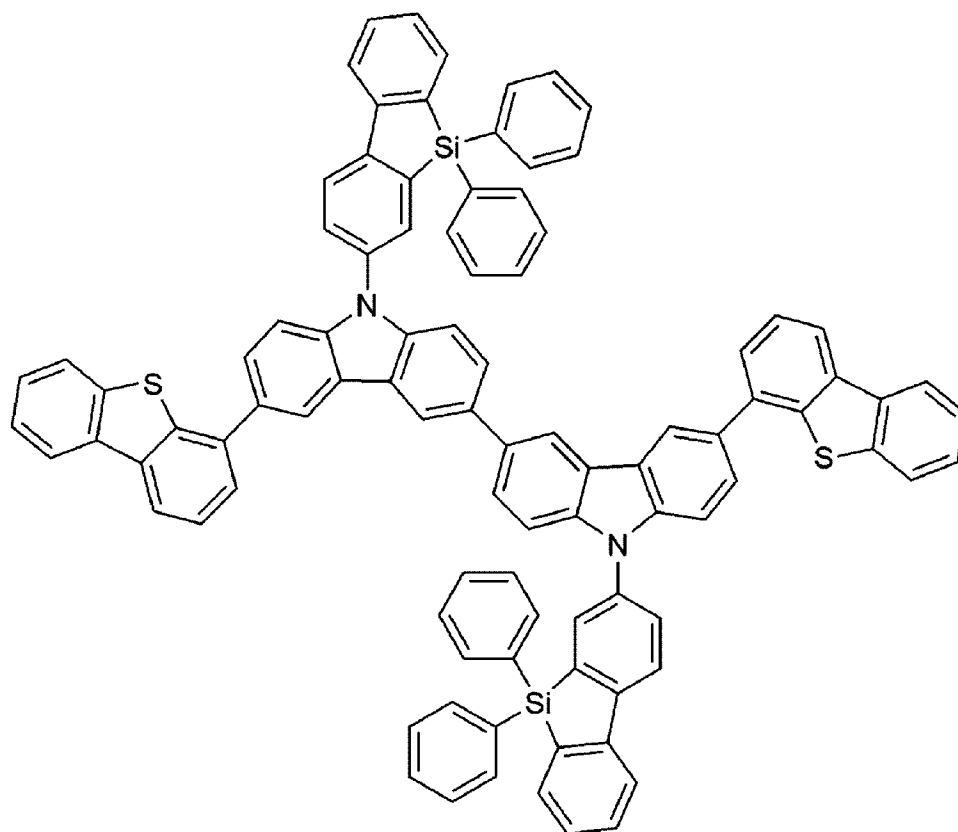
[210] [구조 A-14]

[211]



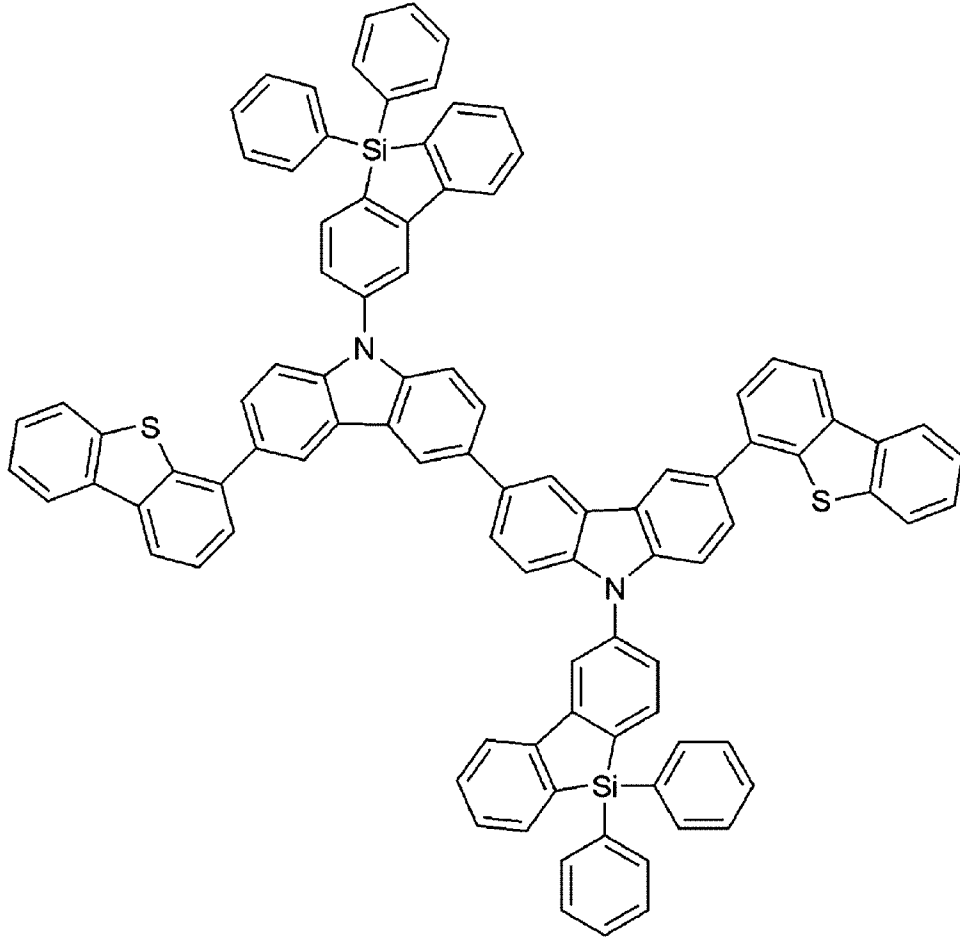
[216] [구조 A-17]

[217]



[218] [구조 A-18]

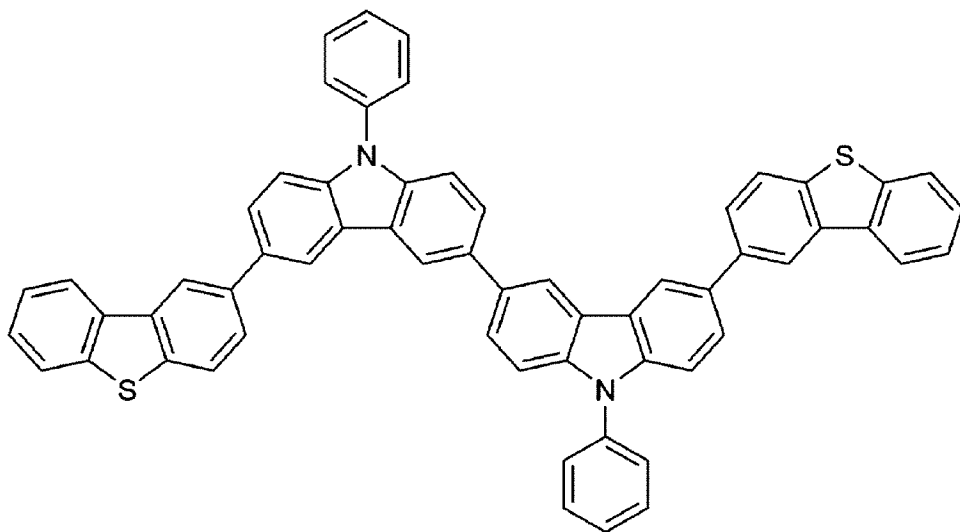
[219]



[220] 상기 화학식 6으로 나타내는 화합물의 구체적인 예로서는, 하기 구조 B-1 내지 구조 B-11로 나타내는 화합물들을 들 수 있다.

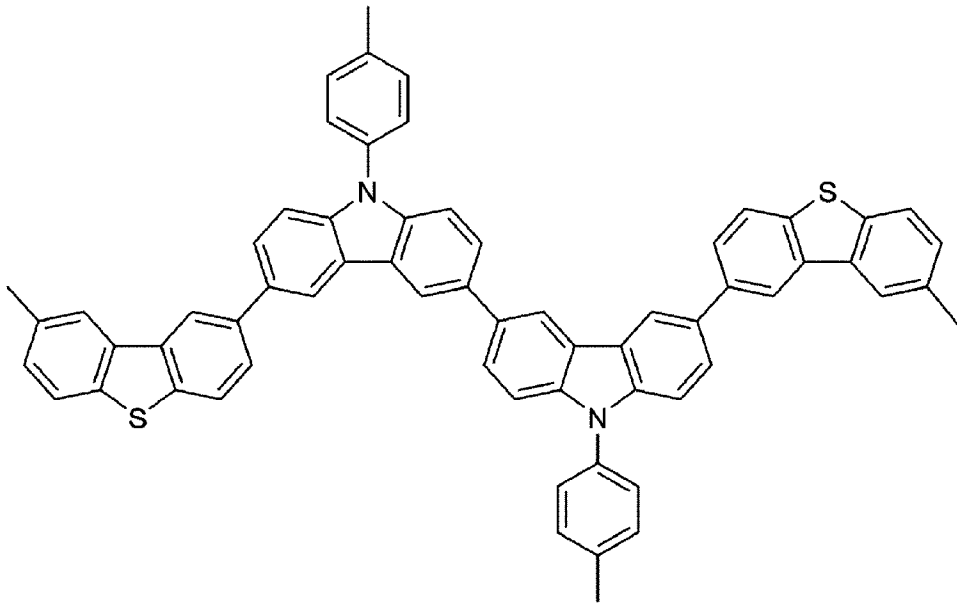
[221] [구조 B-1]

[222]

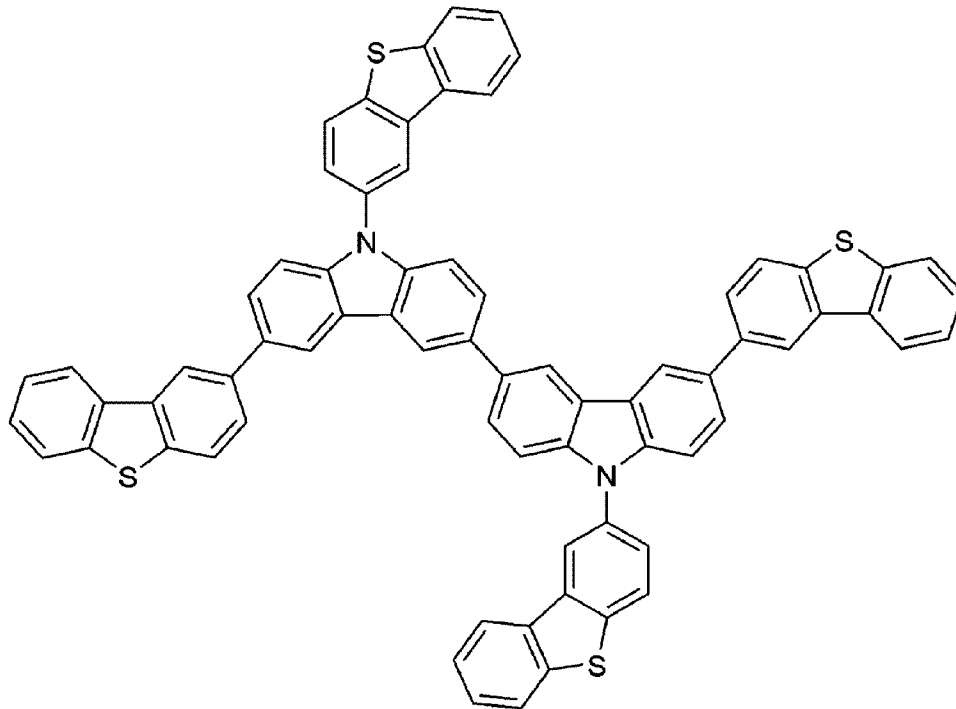


[223] [구조 B-2]

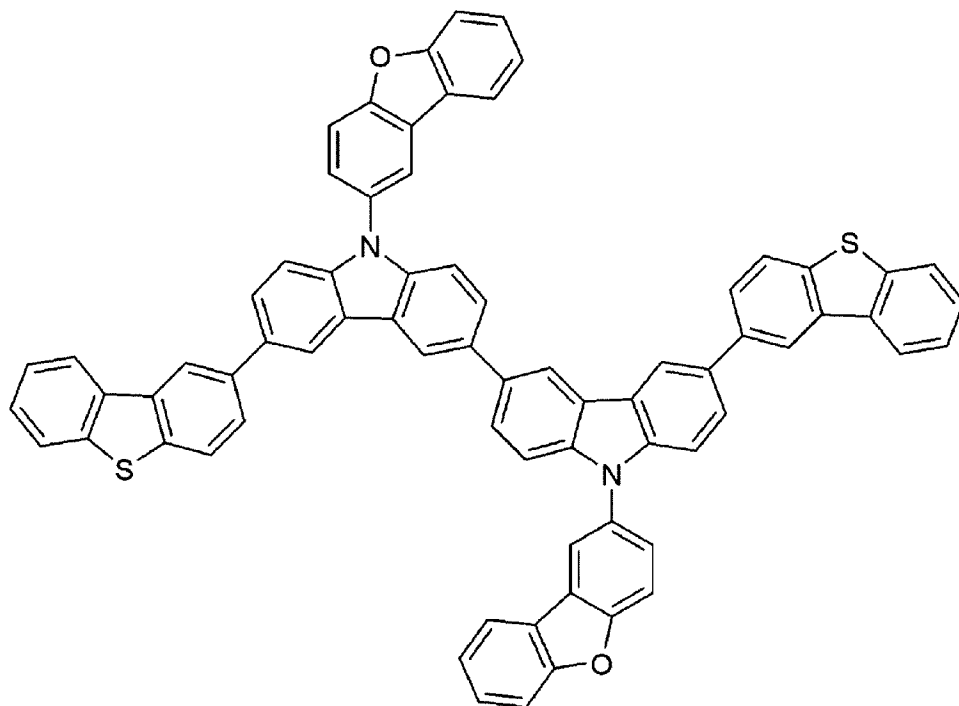
[224]



[226]

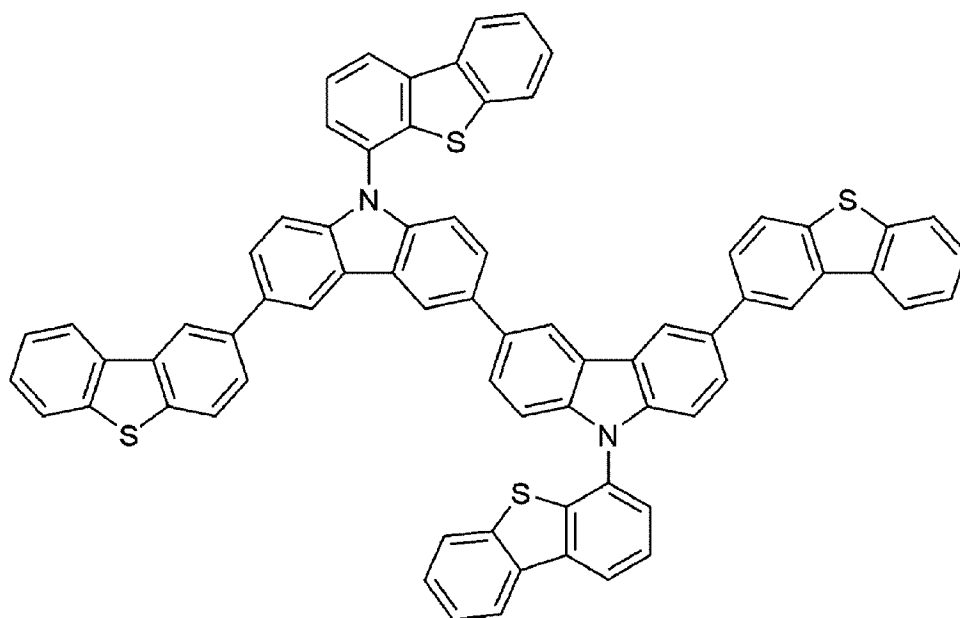


[228]



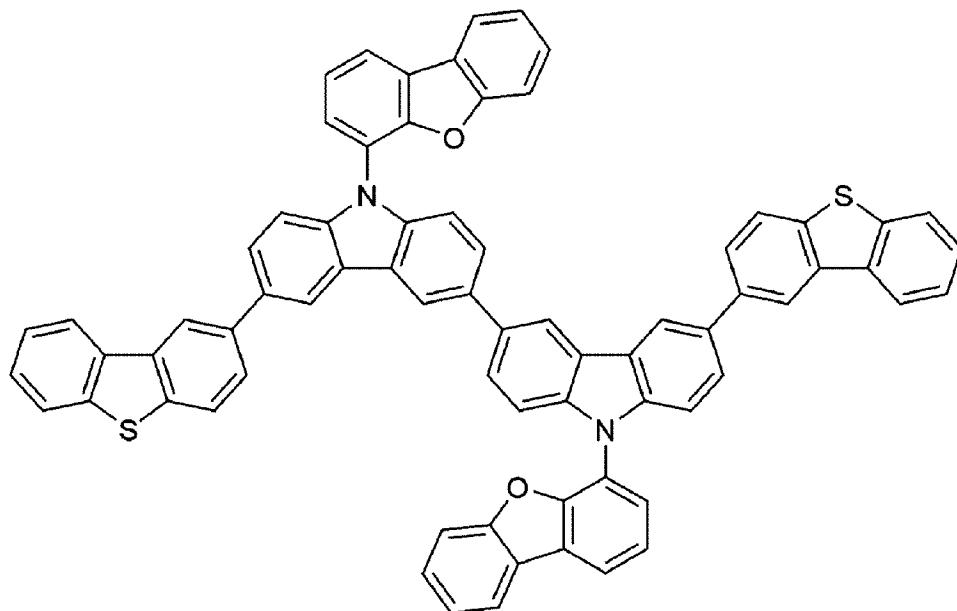
[229] [구조 B-5]

[230]



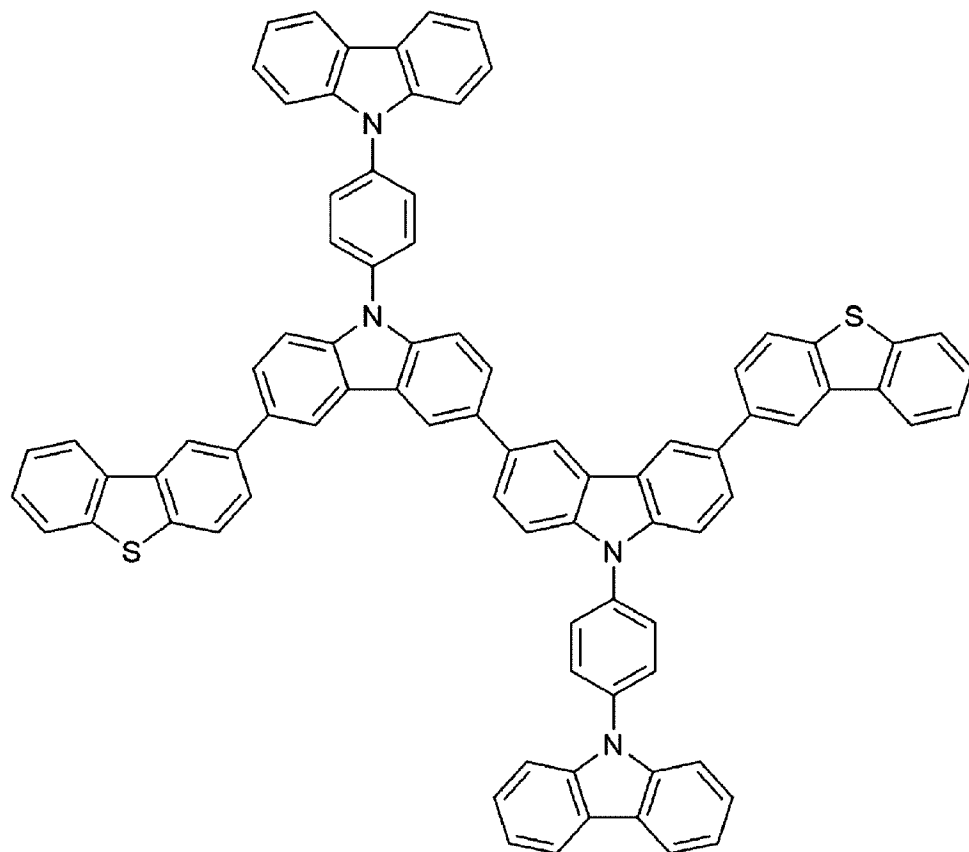
[231] [구조 B-6]

[232]



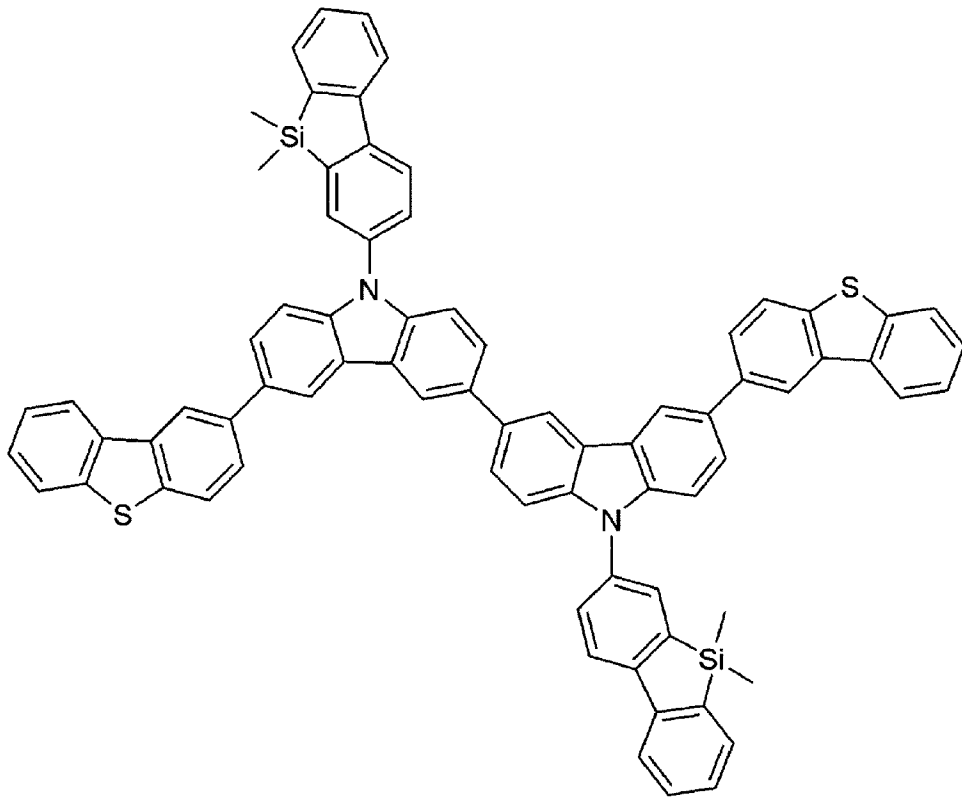
[233] [구조 B-7]

[234]



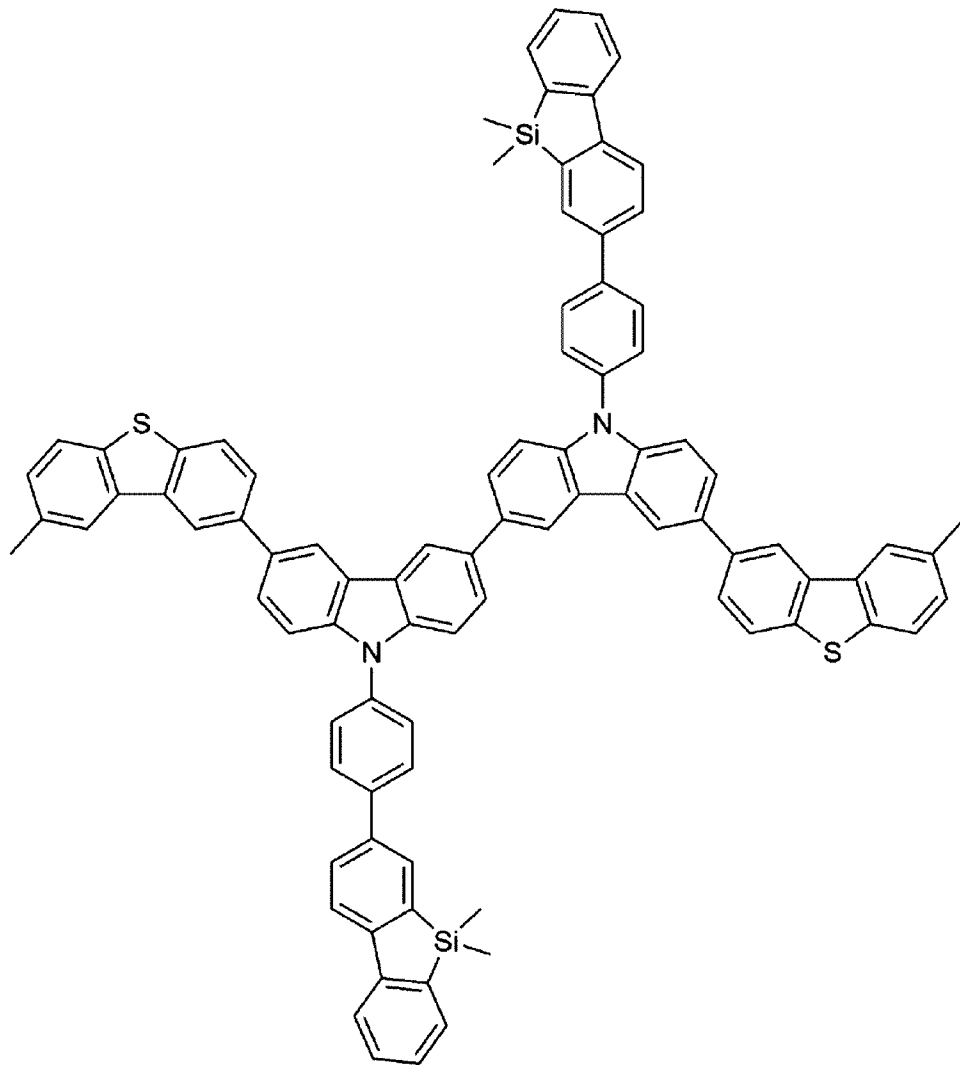
[235] [구조 B-8]

[236]



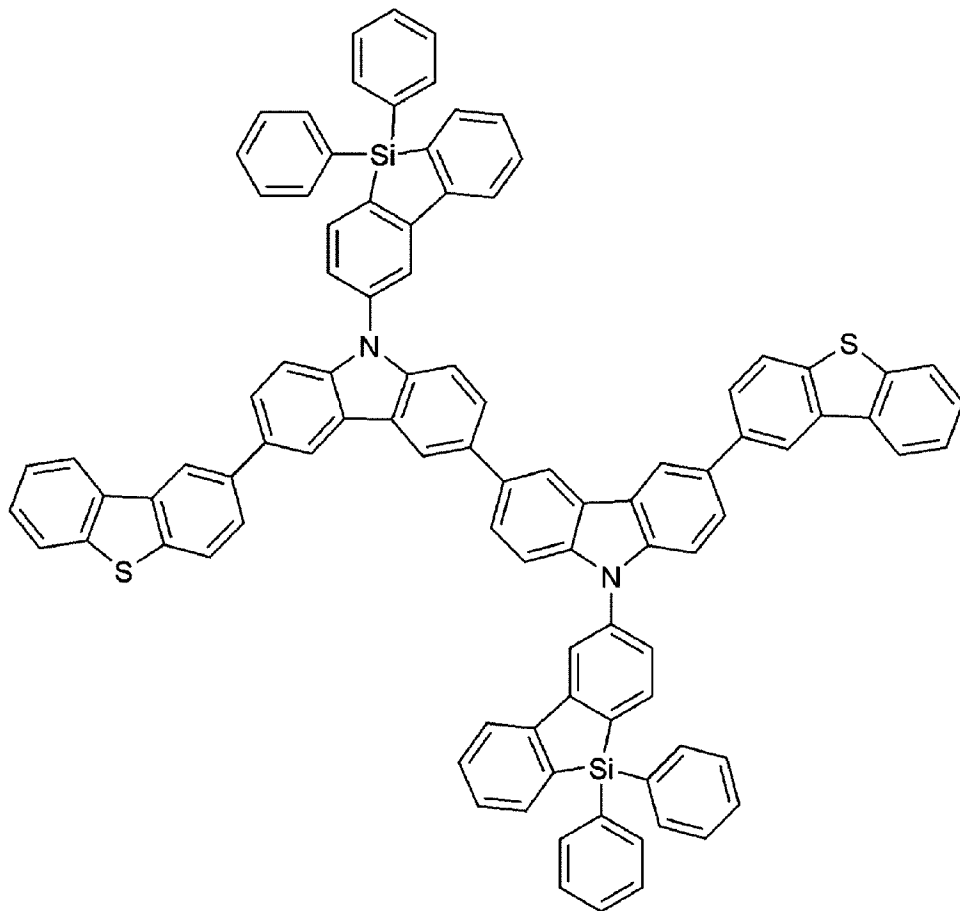
[237] [구조 B-9]

[238]



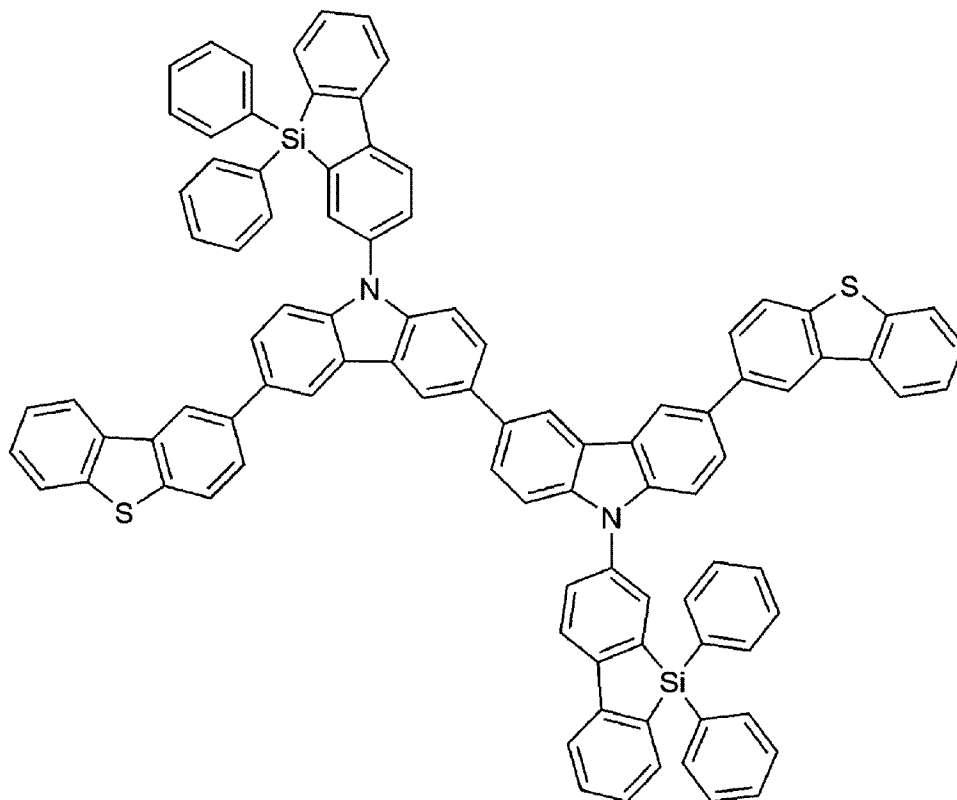
[239] [구조 B-10]

[240]



[241] [구조 B-11]

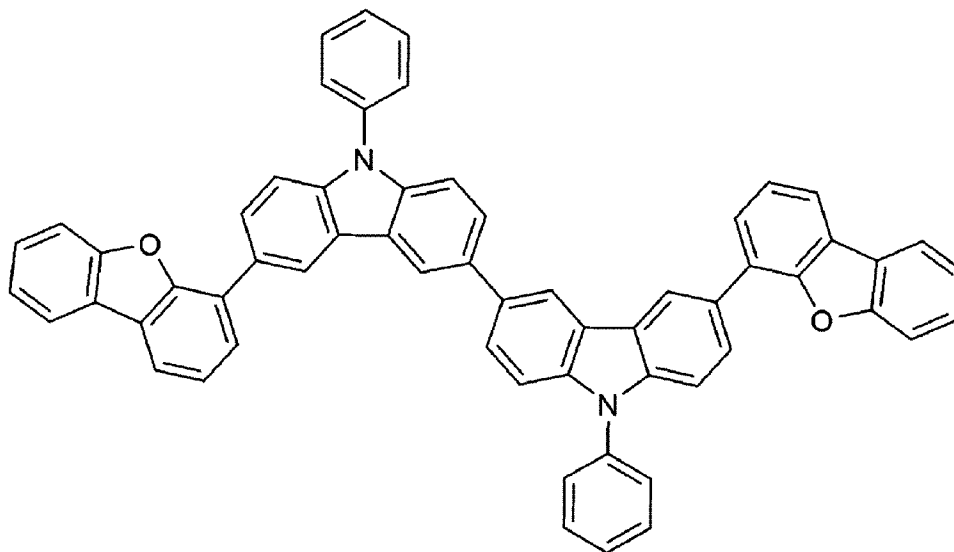
[242]



[243] 상기 화학식 7로 나타내는 화합물의 구체적인 예로서는, 하기 구조 C-1 내지 구조 C-10으로 나타내는 화합물들을 들 수 있다.

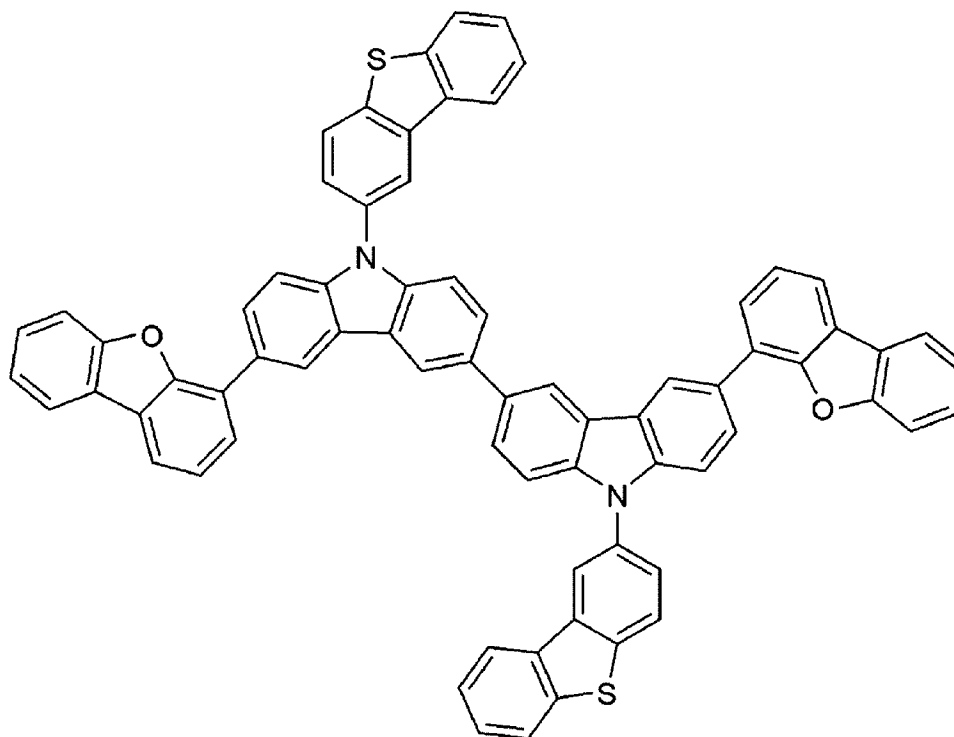
[244] [구조 C-1]

[245]



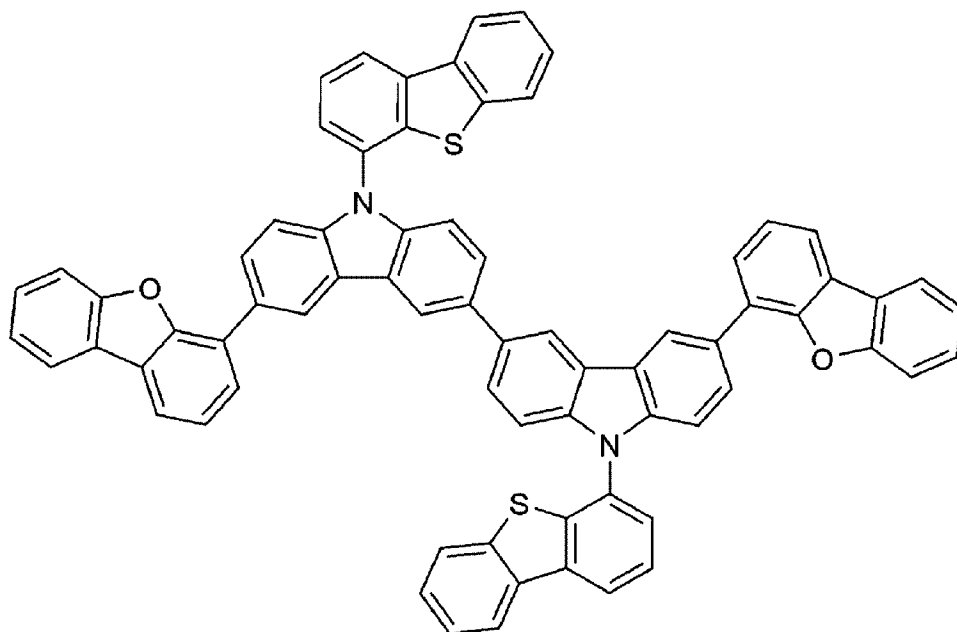
[246] [구조 C-2]

[247]



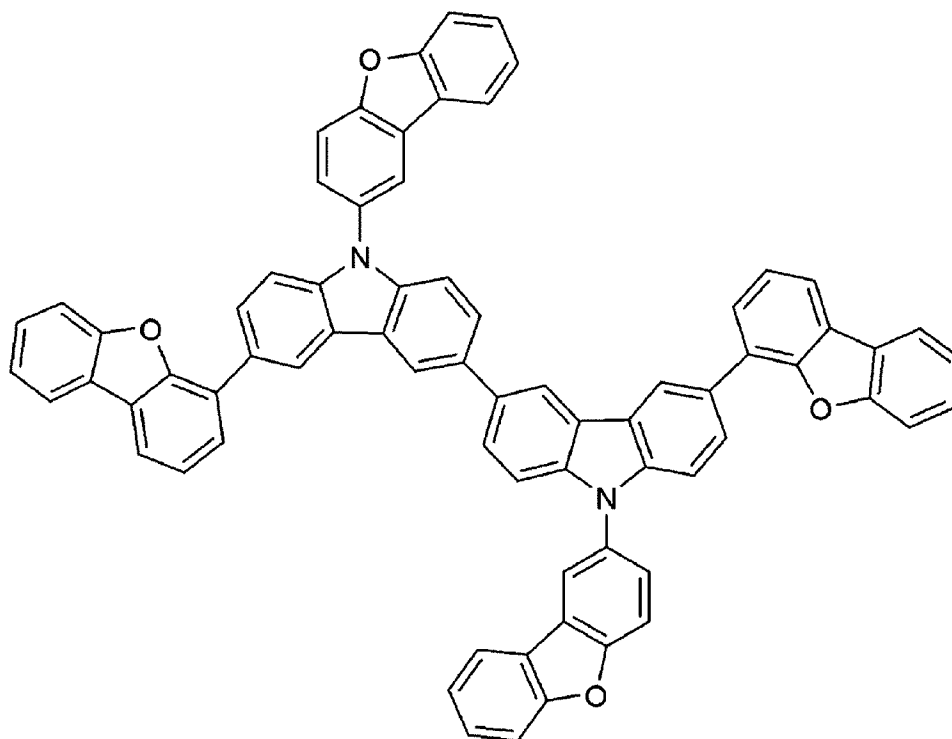
[248] [구조 C-3]

[249]



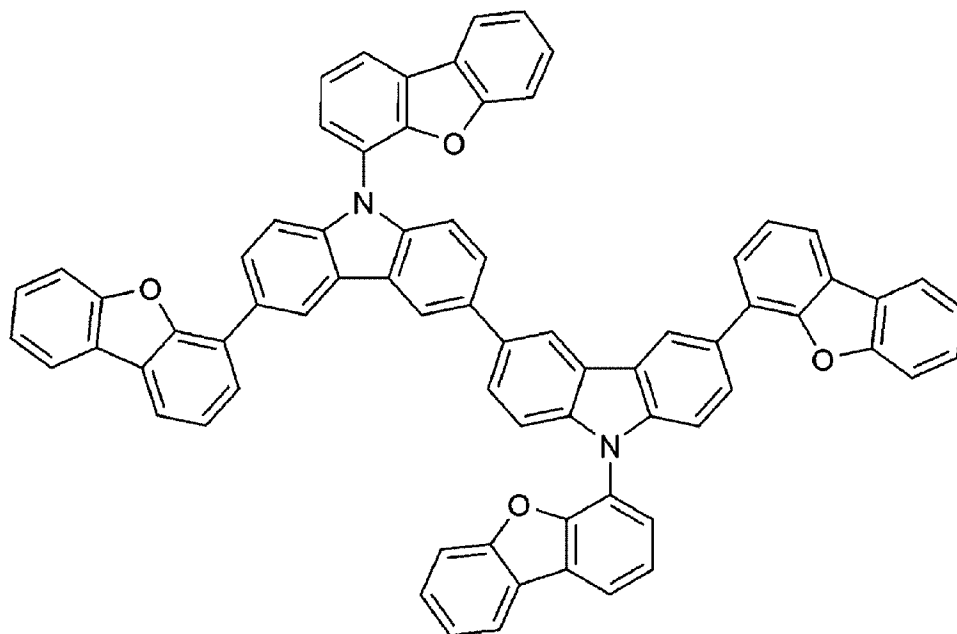
[250] [구조 C-4]

[251]



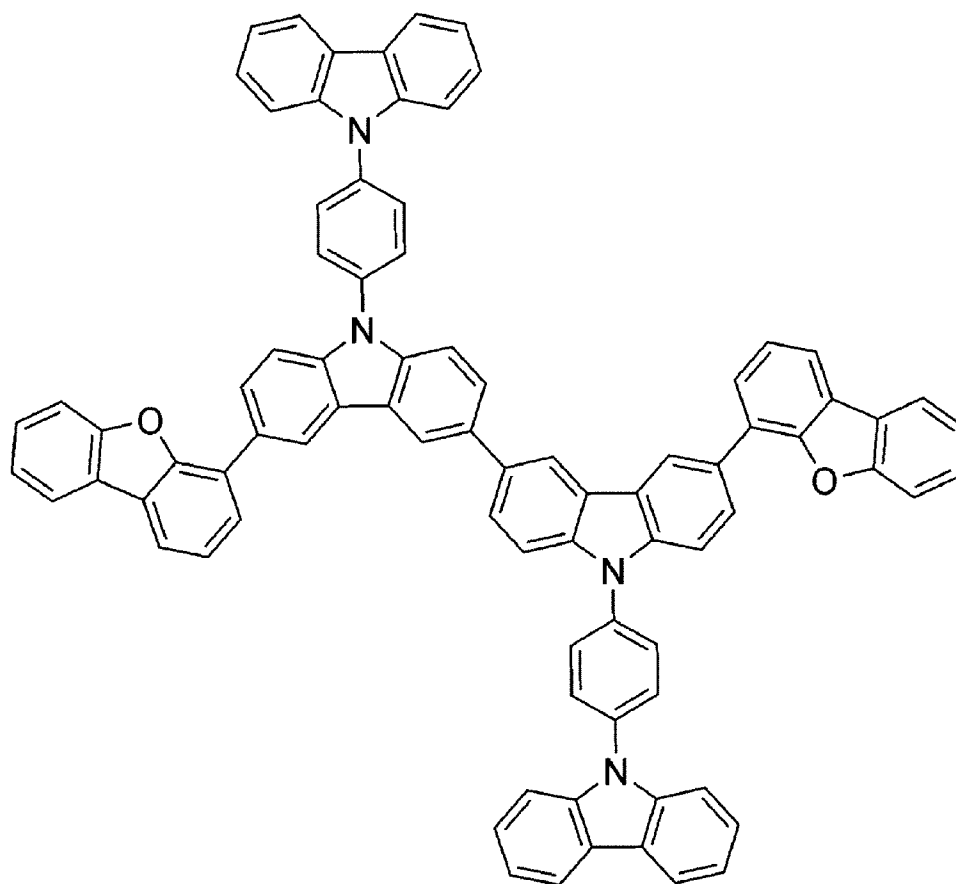
[252] [구조 C-5]

[253]



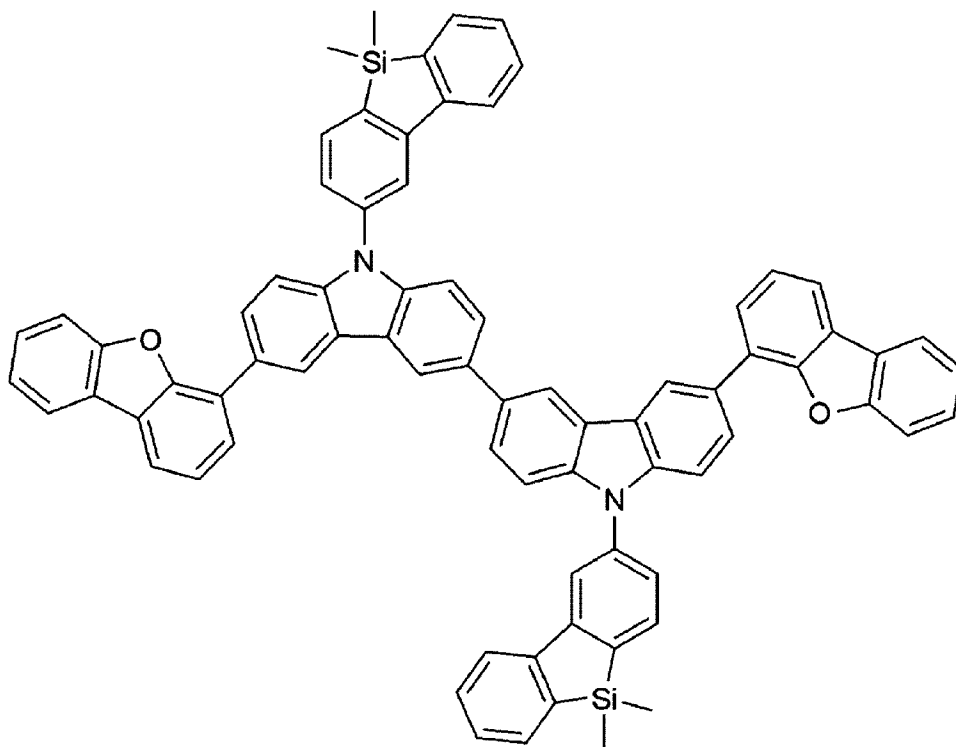
[254] [구조 C-6]

[255]



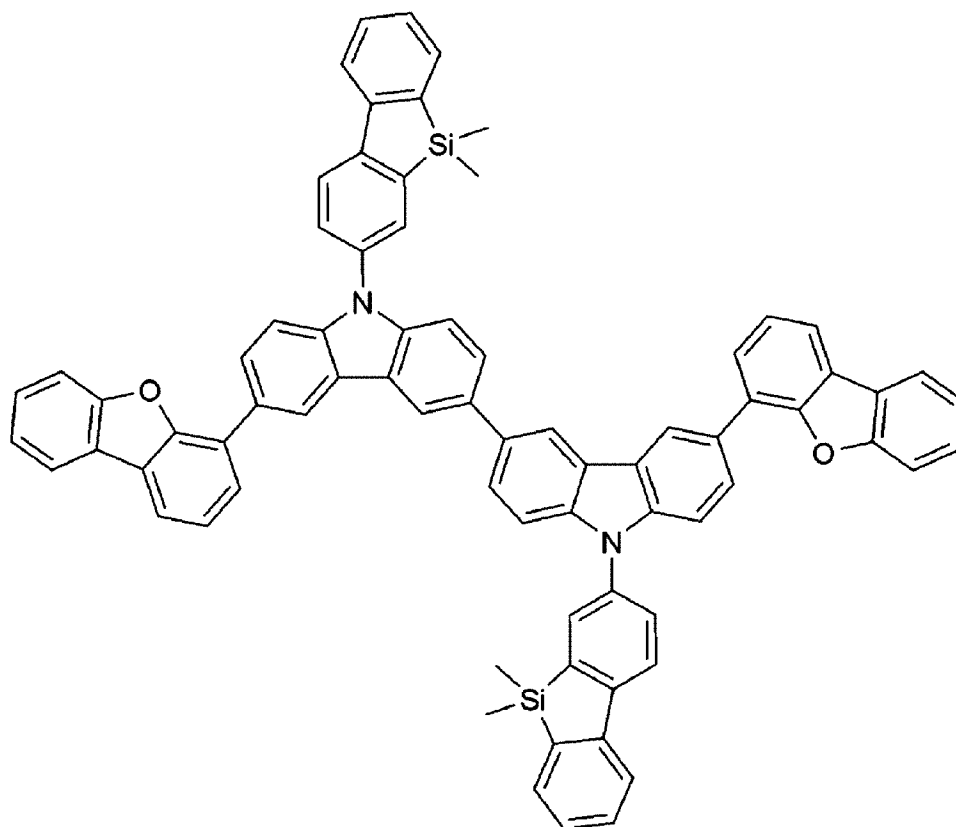
[256] [구조 C-7]

[257]



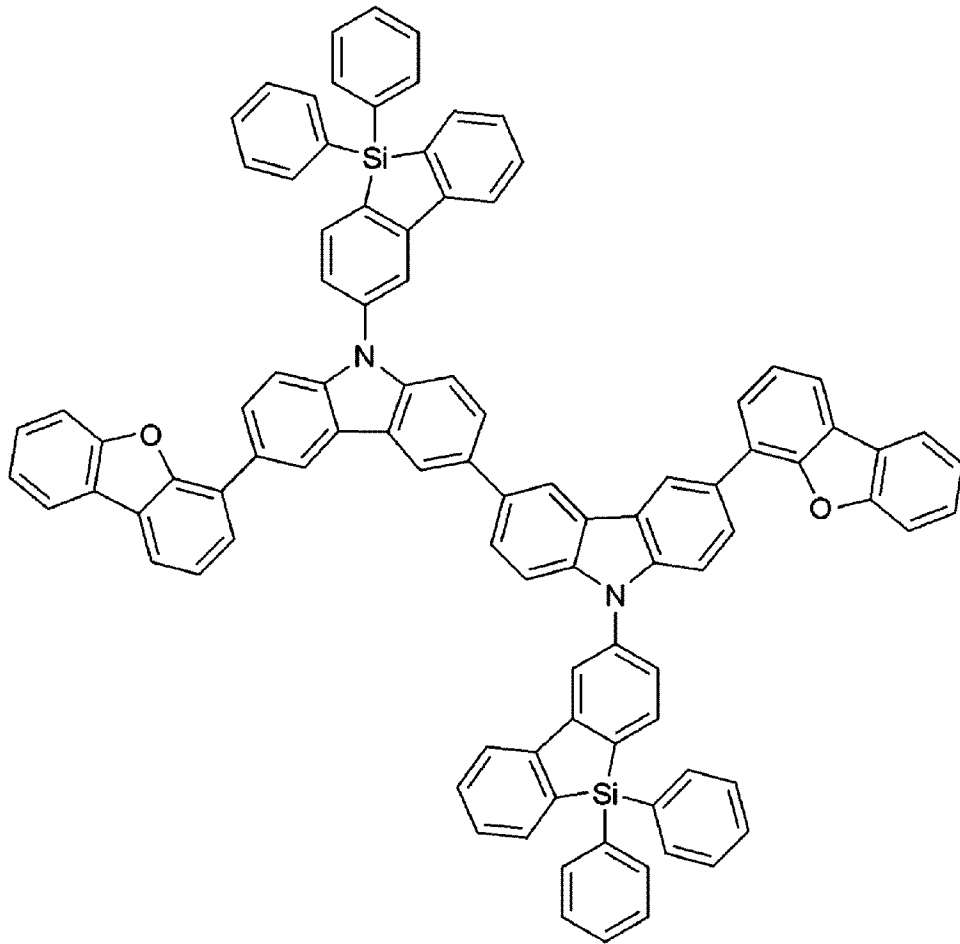
[258] [구조 C-8]

[259]



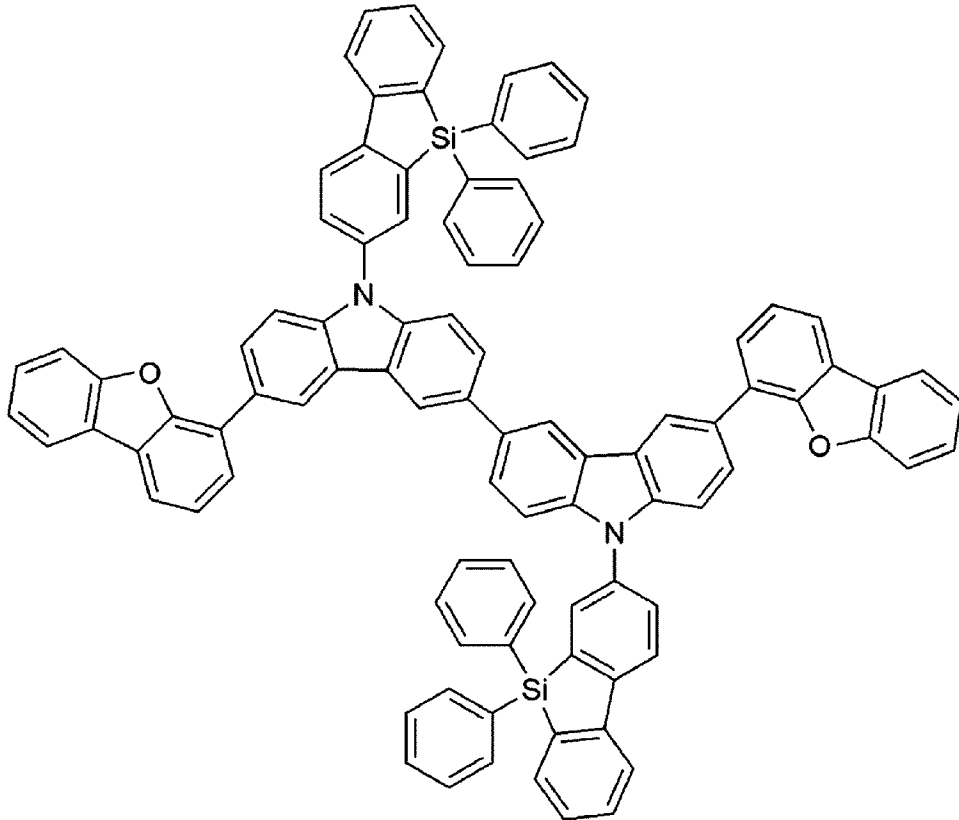
[260] [구조 C-9]

[261]

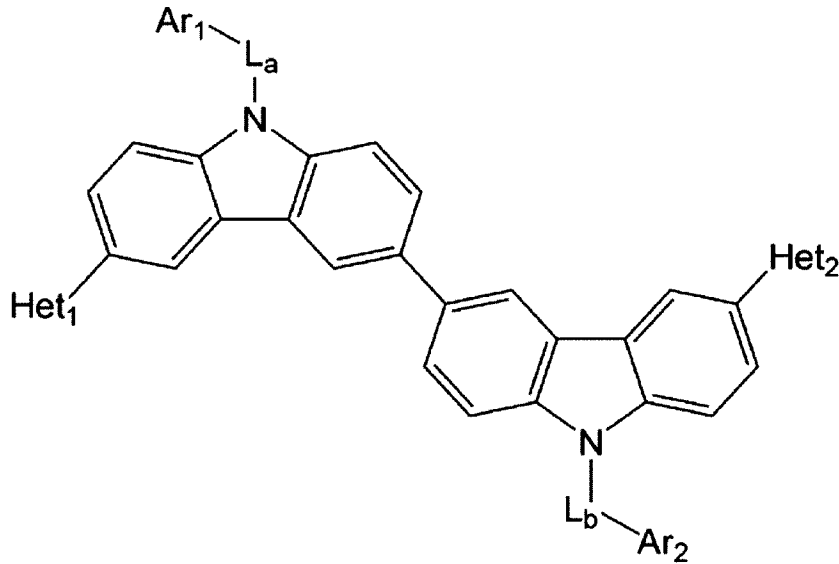


[262] [구조 C-10]

[263]



- [264] 이하에서는, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 신규한 화합물을 포함하는 발광 소자에 대해서 설명한다. 상기 화합물을 포함하는 발광 소자의 구조는 첨부된 도면들 및 하기의 설명에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [265]
- [266] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.
- [267] 도 1을 참조하면, 발광 소자(100)는 베이스 기판(10) 상에 형성된 제1 전극(20), 정공 수송성층(30), 발광층(40) 및 제2 전극(50)을 포함한다. 상기 발광 소자(100)는 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED)일 수 있다.
- [268] 상기 제1 전극(20)은 도전성 물질로 상기 베이스 기판(10) 상에 형성될 수 있다. 일례로, 상기 제1 전극(20)은 투명 전극일 수 있다. 이때, 상기 제1 전극(20)은 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성할 수 있다. 이와 달리, 상기 제1 전극(20)은 불투명(반사) 전극일 수 있다. 이때, 상기 제1 전극(20)은 ITO/은(Ag)/ITO 구조를 가질 수 있다. 상기 제1 전극(20)은 상기 발광 소자(100)의 양극(anode)이 될 수 있다.
- [269] 상기 정공 수송성층(30)은 상기 제1 전극(20) 상에 형성되어 상기 제1 전극(20)과 상기 발광층(40) 사이에 개재된다. 상기 정공 수송성층(30)은 정공 수송성 화합물로서 하기 화학식 1로 나타내는 화합물을 포함한다.
- [270] [화학식 1]
- [271]



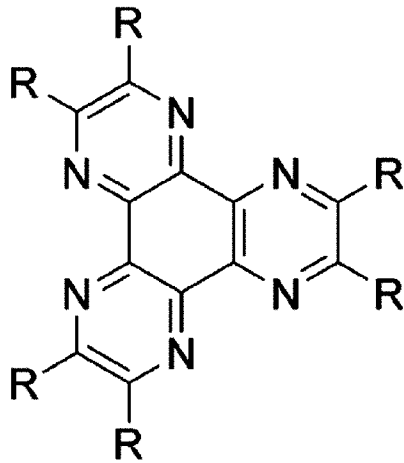
- [272] 상기 화학식 1로 나타내는 화합물은, 본 발명에 따른 신규한 화합물로서 상기에서 설명한 것과 실질적으로 동일하다. 따라서, Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , Het_1 및 Het_2 에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- [273] 상기 발광층(40)을 형성하는 화합물의 종류에 따라서 상기 발광층(40)이 방출하는 광의 파장이 달라질 수 있다.
- [274] 상기 제2 전극(50)은 도전성 물질로 상기 발광층(40) 상에 형성될 수 있다. 상기 제1 전극(20)이 투명 전극인 경우, 상기 제2 전극(50)은 불투명(반사) 전극일 수 있다. 이때, 상기 제2 전극(50)은 알루미늄 전극일 수 있다. 이와 달리, 상기 제1 전극(20)이 불투명 전극인 경우, 상기 제2 전극(50)은 투명 또는 반투명 전극일 수 있고, 이때의 상기 제2 전극(50)은 100Å 내지 150Å의 두께를 가질 수 있고, 마그네슘 및 은을 포함하는 합금일 수 있다. 상기 제2 전극(50)은 상기 발광 소자(100)의 음극(cathode)이 될 수 있다.
- [275] 상기 발광층(40)과 상기 제2 전극(50) 사이에는 전자 수송층으로서, 전자 수송층 및/또는 전자 주입층이 형성될 수 있다.
- [276] 상기 발광 소자(100)의 상기 제1 및 제2 전극들(20, 50) 사이에 전류를 흘려주는 경우, 상기 제1 전극(20)으로부터 상기 발광층(40)으로 주입된 정공(hole)과 상기 제2 전극(50)으로부터 상기 발광층(40)으로 주입된 전자(electron)가 결합하여 여기자(exciton)을 형성한다. 상기 여기자가 기저 상태로 전이되는 과정에서, 특정 영역대의 파장을 갖는 광이 생성된다. 이때, 상기 여기자는 일중항(singlet) 여기자일 수 있으며, 또한 삼중항(triplet) 여기자일 수 있다. 이에 따라, 상기 발광 소자(100)가 외부로 광을 제공할 수 있다.
- [277] 도면으로 도시하지 않았으나, 상기 발광 소자(100)는 상기 발광층(40)과 상기 제2 전극(50) 사이에 배치된 전자 수송층(electron transporting layer, ETL) 및 전자 주입층(electron injecting layer, EIL)을 더 포함할 수 있다. 상기 발광층(40) 상에 상기 전자 수송층 및 상기 전자 주입층이 순차적으로 적층되어 형성될 수 있다.

- [278] 또한, 상기 발광 소자(100)는 상기 제1 전극(20)과 상기 발광층(40) 사이에 배치되는 제1 차단층(미도시) 및/또는 상기 발광층(40)과 상기 제2 전극(50) 사이에 배치되는 제2 차단층(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [279] 예를 들어, 상기 제1 차단층은 상기 정공 수송성층(30)과 상기 발광층(40) 사이에 배치되어, 상기 제2 전극(50)에서 주입된 전자가 상기 발광층(40)을 경유하여 상기 정공 수송성층(30)으로 유입되는 것을 방지하는 전자 차단층(electron blocking layer, EBL)일 수 있다. 또한, 상기 제1 차단층은 상기 발광층(40)에서 형성된 여기자가 상기 제1 전극(20)의 방향으로 확산되어 상기 여기자가 비발광 소멸하는 것을 방지하는 여기자 차단층일 수 있다. 또한, 상기 제1 차단층은 여기자 분리 차단층(exciton dissociation blocking layer, EDBL)일 수 있다. 상기 여기자 분리 차단층은, 상기 발광층(40)에서 형성된 여기자가 상기 발광층(40)과 상기 정공 수송성층(30) 사이의 계면에서 여기자 분리(exciton dissociation) 과정을 거쳐 비발광 소멸하는 것을 방지할 수 있다. 상기 계면에서의 여기자 분리를 방지하기 위해서, 상기 제1 차단층을 형성하는 화합물은 상기 발광층(40)을 형성하는 화합물과 유사한 레벨의 HOMO 값을 갖도록 선택될 수 있다.
- [280] 이때, 상기 제1 차단층은 상기에서 설명한 본 발명에 따른 화합물을 포함할 수 있다.
- [281] 상기 제2 차단층은 상기 발광층(40)과 상기 제2 전극(50), 구체적으로는 상기 발광층(40)과 상기 전자 수송층 사이에 배치되어 정공이 상기 제1 전극(20)에서부터 상기 발광층(40)을 경유하여 상기 전자 수송층으로 유입되는 것을 방지하는 정공 차단층(hole blocking layer, HBL)일 수 있다. 또한, 상기 제2 차단층은 상기 발광층(40)에서 형성된 여기자가 상기 제2 전극(50)의 방향으로 확산되어 상기 여기자가 비발광 소멸하는 것을 방지하는 여기자 차단층일 수 있다.
- [282] 상기 제1 및 제2 차단층들 각각의 두께를, 상기 발광 소자(100)의 공진 길이에 맞게 조절하면 발광 효율을 증가시킬 수 있고, 여기자가 상기 발광층(40)의 중앙부에서 형성될 수 있도록 조절될 수 있다.
- [283] 도 2를 참조하면, 발광 소자(102)는 베이스 기판(10) 상에 형성된 제1 전극(20), 정공 수송성층(32), 발광층(40) 및 제2 전극(50)을 포함한다. 상기 정공 수송성층(32)을 제외하고는 도 1에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [284] 상기 정공 수송성층(32)은 상기 화학식 1로 나타내는 화합물 및 P형 도펀트를 포함한다. 상기 정공 수송성층(32)에 포함되는 화합물은 상기에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로 중복되는 구체적인 설명은 생략한다.
- [285] 상기 P형 도펀트는 P형 유기물 도펀트 및/또는 P형 무기물 도펀트를 포함할 수 있다.
- [286] 상기 P형 유기물 도펀트의 구체적인 예로서는, 하기 화학식 8 내지 12로

나타내는 화합물들, 헥사데카플루오로프탈로시아닌
(Hexadecafluorophthalocyanine, F16CuPc),
11,11,12,12-테트라시아노나프토-2,6-퀴노디메탄
(11,11,12,12-tetracyanonaphtho-2,6-quinodimethane, TNAP),
3,6-디플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사시아노-퀴노디메탄
(3,6-difluoro-2,5,7,7,8,8-hexacyano-quinodimethane, F2-HCNQ) 또는
테트라시아노퀴노디메탄(Tetracyanoquinodimethane, TCNQ) 등을 포함할 수
있다. 이들은 각각 단독으로 또는 2 이상이 조합되어 이용될 수 있다.

[287] [화학식 8]

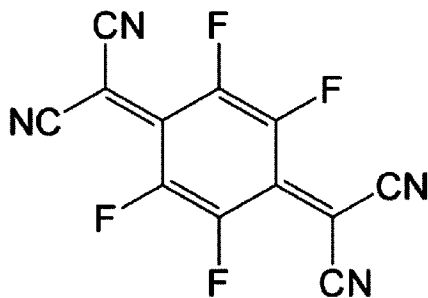
[288]



[289] 상기 화학식 8에서, R은 시아노기, 설펜기, 설펜사이드기, 설펜아미드기, 설펜네이트기, 니트로기 또는 트리플루오로메틸기를 나타낼 수 있다.

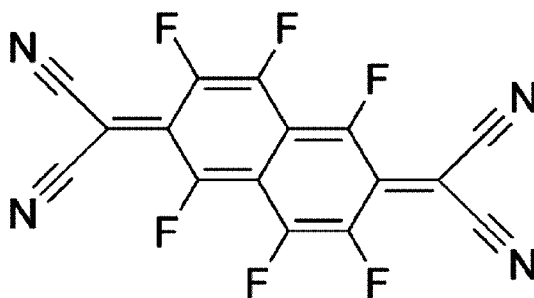
[290] [화학식 9]

[291]



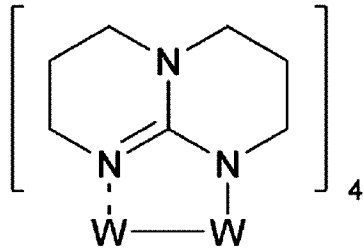
[292] [화학식 10]

[293]



[294] [화학식 11]

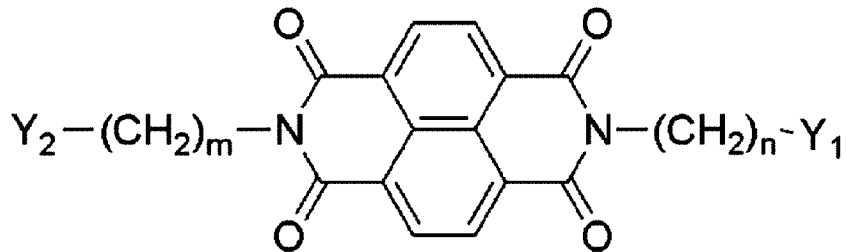
[295]



[296]

[화학식 12]

[297]



[298]

상기 화학식 12에서, m 및 n은 각각 독립적으로 1 내지 5의 정수를 나타내고, Y₁ 및 Y₂는 각각 독립적으로 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기를 나타낼 수 있다. 이때, 상기 화학식 12에서, Y₁ 및 Y₂가 나타내는 아릴기 또는 헤테로아릴기의 수소는 탄소수 1 내지 5의 알킬기, 탄소수 1 내지 5의 알콕시기 또는 하이드록시기로 치환 또는 비치환될 수 있고, 치환 또는 비치환된 Y₁ 및 Y₂의 수소들은 각각 독립적으로 할로젠기로 치환 또는 비치환될 수 있다.

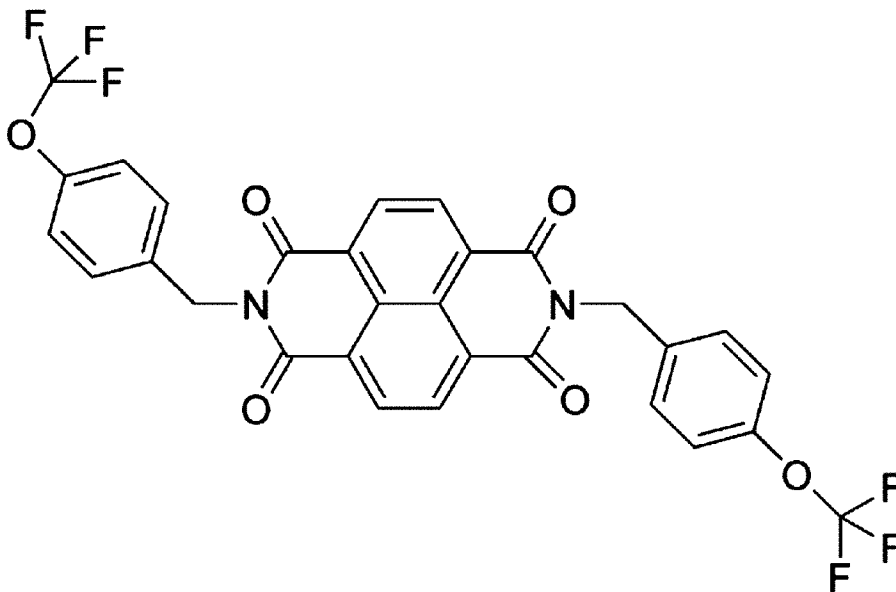
[299]

예를 들어, 상기 화학식 12로 나타내는 화합물은 하기 화학식 12a 또는 하기 화학식 12b로 나타내는 화합물을 포함할 수 있다.

[300]

[화학식 12a]

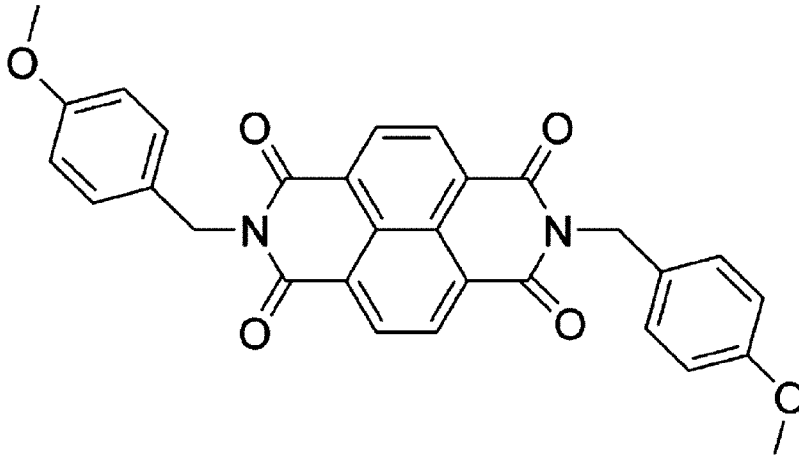
[301]



[302]

[화학식 12b]

[303]



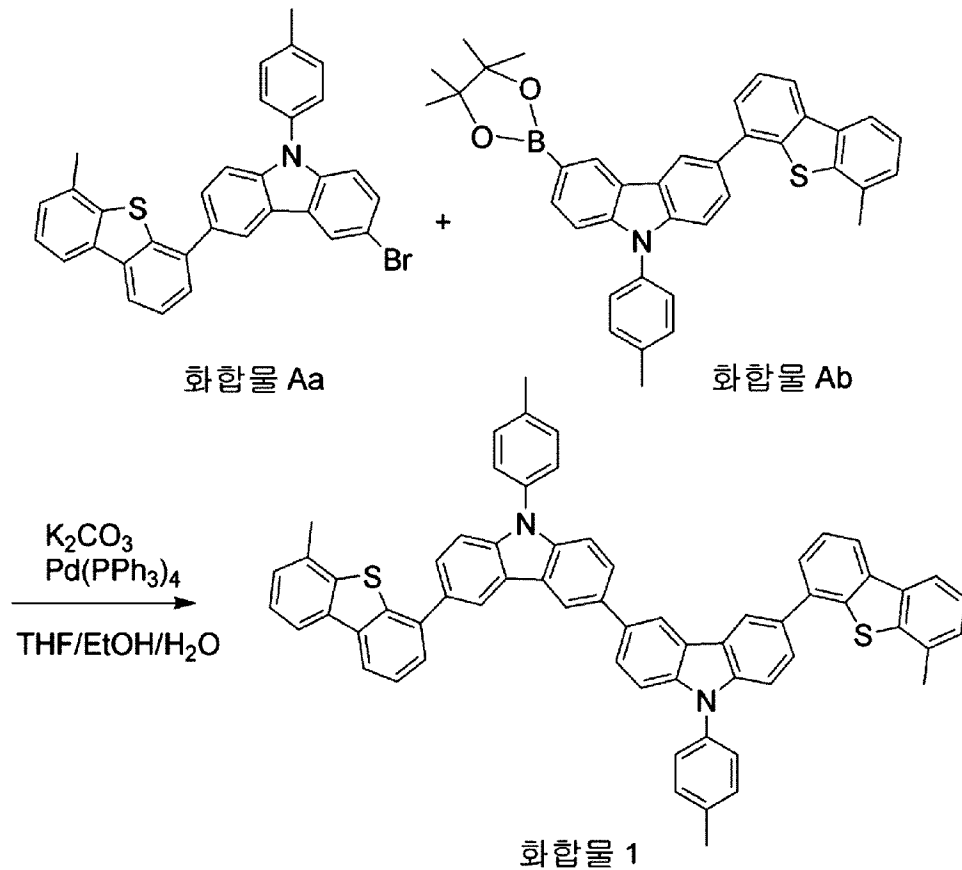
- [304] 상기 P형 무기물 도펀트의 예로서는, 금속 산화물 또는 금속 할라이드 등을 들 수 있다. 상기 P형 무기물 도펀트의 구체적인 예로서는, MoO_3 , V_2O_5 , WO_3 , SnO_2 , ZnO , MnO_2 , CoO_2 , ReO_3 , TiO_2 , FeCl_3 , SbCl_5 또는 MgF_2 등을 들 수 있다. 이들은 각각 단독으로 또는 2 이상이 조합되어 이용될 수 있다.
- [305] 상기 P형 도펀트는, 정공 수송성 화합물인 본 발명에 따른 신규 화합물 100 중량부에 대해서, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부일 수 있다. 예를 들어, 상기 P형 도펀트는 상기 정공 수송성 화합물 100 중량부에 대하여, 약 0.5 중량부 내지 약 15 중량부이거나, 약 0.5 중량부 내지 약 5 중량부일 수 있다. 이와 달리, 상기 P형 도펀트는 상기 정공 수송성 화합물 100 중량부에 대해서, 약 1 중량부 내지 10 중량부, 1 중량부 내지 5 중량부, 1.5 중량부 내지 6 중량부 또는 2 중량부 내지 5 중량부일 수 있다.
- [306] 상기 P형 도펀트의 함량이 상기 정공 수송성 화합물 100 중량부에 대해서, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부인 경우, 상기 P형 도펀트가 상기 정공 수송성 화합물의 물성을 저하시키지 않으면서도 과도한 누설 전류의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 상기 P형 도펀트에 의해서 상기 정공 수송성층(32)과 접촉하는 상, 하부층들 각각과의 계면에서의 에너지 장벽을 감소시킬 수 있다.
- [307] 도면으로 도시하지 않았으나, 상기 발광 소자(102)는 전자 수송층, 전자 주입층, 제1 차단층 및/또는 제2 차단층을 더 포함할 수 있다. 상기 층들 각각은 도 1의 발광 소자(100)에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다. 상기 발광 소자(102)가 상기 제1 차단층을 포함하는 경우, 상기 제1 차단층은 상기에서 설명한 본 발명에 따른 화합물을 포함할 수 있다.
- [308] 한편, 도 1에 도시된 발광 소자(100)가 중간층(interlayer, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 상기 중간층은 도 1의 상기 제1 전극(20)과 상기 정공 수송성층(30) 사이에 배치될 수 있고, 도 2에서 설명한 P형 도펀트로 이용되는 화합물로 형성될 수 있다.
- [309] 도 3을 참조하면, 발광 소자(104)는 베이스 기판(10) 상에 형성된 제1 전극(20), 정공 수송성층(34), 발광층(40) 및 제2 전극(50)을 포함한다. 상기 정공 수송성층(34)을 제외하고는 도 1에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로

중복되는 설명은 생략한다.

- [310] 상기 정공 수송성층(34)은 상기 제1 전극(20)과 접촉하는 제1 층(33a) 및 상기 제1 층(33a)과 상기 발광층(40) 사이에 배치된 제2 층(33b)을 포함한다. 즉, 상기 정공 수송성층(34)은 2층 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 정공 수송성층(34)은 상기 제1 및 제2 층들(33a, 33b)을 포함하는 2층 이상의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [311] 상기 제1 및 제2 층들(33a, 33b)은 서로 동일한 종류의 정공 수송성 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제1 층(33a)과 상기 제2 층(33b)에 포함되는 정공 수송성 화합물의 성분을 동일하게 함으로써, 이종 물질간의 계면에서 발생될 수 있는 물리화학적 결합을 감소시켜 발광층으로의 정공 주입을 용이하게 할 수 있다. 또 다른 측면에서, 제1 층(33a)과 제2 층(33b)에 동일한 호스트 물질을 사용하면, 하나의 챔버 내에서 제1 층(33a)과 제2 층(33b)을 연속적으로 형성할 수 있게 되므로 제작 공정이 단순해지고 제작 시간을 단축시킬 수 있는 이점이 있다. 나아가, 인접하고 있는 층간의 유리전이온도 등의 물성이 유사하게 되므로 소자의 내구성을 높일 수 있는 이점도 있다.
- [312] 상기 제1 층(33a)은 정공 수송성 화합물로서 상기 화학식 1로 나타내는 본 발명에 따른 신규한 화합물과 P형 도펀트를 포함한다. 상기 제1 층(33a)은 두께를 제외하고는 도 2에서 설명한 상기 정공 수송성층(32)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 중복되는 설명은 생략한다.
- [313] 상기 제2 층(33b)은 정공 수송성 화합물로서 상기 화학식 1로 나타내는 본 발명에 따른 신규한 화합물을 포함하되, 상기 제2 층(33b)을 구성하는 정공 수송성 화합물은 상기 제1 층(33a)을 구성하는 정공 수송성 화합물과 동일할 수 있다. 상기 제2 층(33b)도 두께를 제외하고는 도 1에서 설명한 상기 정공 수송성층(30)과 실질적으로 동일하므로, 중복되는 상세한 설명은 생략한다.
- [314] 이와 달리, 상기 제1 및 제2 층들(33a, 33b)은 서로 다른 종류의 정공 수송성 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 층들(33a, 33b)을 구성하는 상기 정공 수송성 화합물은 상기 화학식 1로 나타내는 본 발명에 따른 신규한 화합물이되, Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , Het_1 및 Het_2 는 각각 독립적으로 상이할 수 있다. 이때, 상기 제1 및 제2 층들(33a, 33b) 각각을 구성하는 화합물은, 정공을 상기 발광층(40)으로 효율적으로 전달하기 위한 HOMO값을 갖도록 선택될 수 있다.
- [315] 추가적으로, 상기 제2 층(33b)이 상기 정공 수송성 화합물과 함께 P형 도펀트를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 제1 층(33a)과 상기 제2 층(33b)에 도핑되는 P형 도펀트의 종류는 서로 다를 수 있고, 동일한 종류가 이용되더라도 도핑량이 달라질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 층(33a)에 도핑된 P형 도펀트의 함량(P1)과, 상기 제2 층(33b)에 도핑된 P형 도펀트의 함량(P2)은 하기 수학식 1의 관계를 만족할 수 있다.
- [316] [수학식 1]
- [317] $P1/P2 \geq 1$
- [318] 상기 수학식 1에서,

- [319] 상기 수화식 1에서, “P1”은 상기 제1 층(33a)에서 정공 수송성 화합물 100 중량부 대비 도핑된 P형 도펀트의 함량이고, “P2”는 상기 제2 층(33b)에서 정공 수송성 화합물 100 중량부 대비 도핑된 P형 도펀트의 함량이다.
- [320] 예를 들어, 상기 제1 층(33a)에 도핑된 P형 도펀트의 함량은, 정공 수송성 화합물 100 중량부를 기준으로, 0.3 내지 20 중량부, 1 내지 15 중량부, 2 내지 10 중량부, 또는 4 내지 6 중량부 범위일 수 있다. 또한, 제2 층(33b)에 도핑된 P형 도펀트의 함량은, 정공 수송성 화합물 100 중량부를 기준으로, 0.3 내지 20 중량부, 0.5 내지 10 중량부, 1 내지 8 중량부, 또는 2 내지 4 중량부 범위일 수 있다.
- [321] 또한, 도면으로 도시하지 않았으나, 상기 발광 소자(104)는 전자 수송층, 전자 주입층, 제1 차단층 및/또는 제2 차단층을 더 포함할 수 있다. 상기 층들 각각은 도 1의 발광 소자(100)에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [322] 상기에서 설명한 상기 발광 소자들(100, 102, 104) 각각이, 상기 화학식 1로 나타내는 본 발명에 따른 신규한 화합물을 포함함으로써 상기 발광 소자들(100, 102, 104)은 우수한 열적 안정성을 가짐과 동시에, 발광 효율이 향상되고 수명이 길어질 수 있다.
- [323] 도 1 내지 도 3에서는, 상기 베이스 기판(10) 상에 상기 발광 소자들(100, 102, 104)이 직접적으로 형성된 것으로 도시하고 있으나, 상기 발광 소자들(100, 102, 104) 각각의 상기 제1 전극(20)과 상기 베이스 기판(10) 사이에 화소를 구동하는 구동 소자로서 박막 트랜지스터가 배치될 수 있다. 이때, 상기 제1 전극(20)이 상기 박막 트랜지스터와 연결된 화소 전극이 될 수 있다. 상기 제1 전극(20)이 화소 전극인 경우, 다수의 화소들 각각에 상기 제1 전극(20)이 서로 분리되어 배치되고 상기 베이스 기판(10)에는 상기 제1 전극(20)의 가장자리를 따라 형성되는 격벽 패턴이 형성되어 서로 인접한 화소들에 배치된 상기 제1 전극(20) 상에 적층되는 층들이 서로 격리될 수 있다. 즉, 도면으로 도시하지 않았으나 상기 발광 소자들(100, 102, 104)이 백라이트 없이 영상을 표시하는 디스플레이 장치에 이용될 수 있다.
- [324] 또한, 상기 발광 소자들(100, 102, 104)은 조명 장치로 이용될 수 있다.
- [325] 이와 같이, 본 발명에서 예시한 상기 발광 소자들(100, 102, 104)은 상기 디스플레이 장치 또는 상기 조명 장치와 같은 다양한 전자 장치에 이용될 수 있다.
- [326]
- [327] 이하에서는, 본 발명에 따른 구체적인 실시예들을 통해서 본 발명에 따른 신규한 화합물들을 보다 상세히 설명한다. 하기에 예시되는 실시예들은 발명의 상세한 설명을 위한 것일 뿐, 이에 의해 권리범위를 제한하려는 것은 아니다.
- [328]
- [329] **실시예 1**

[330]



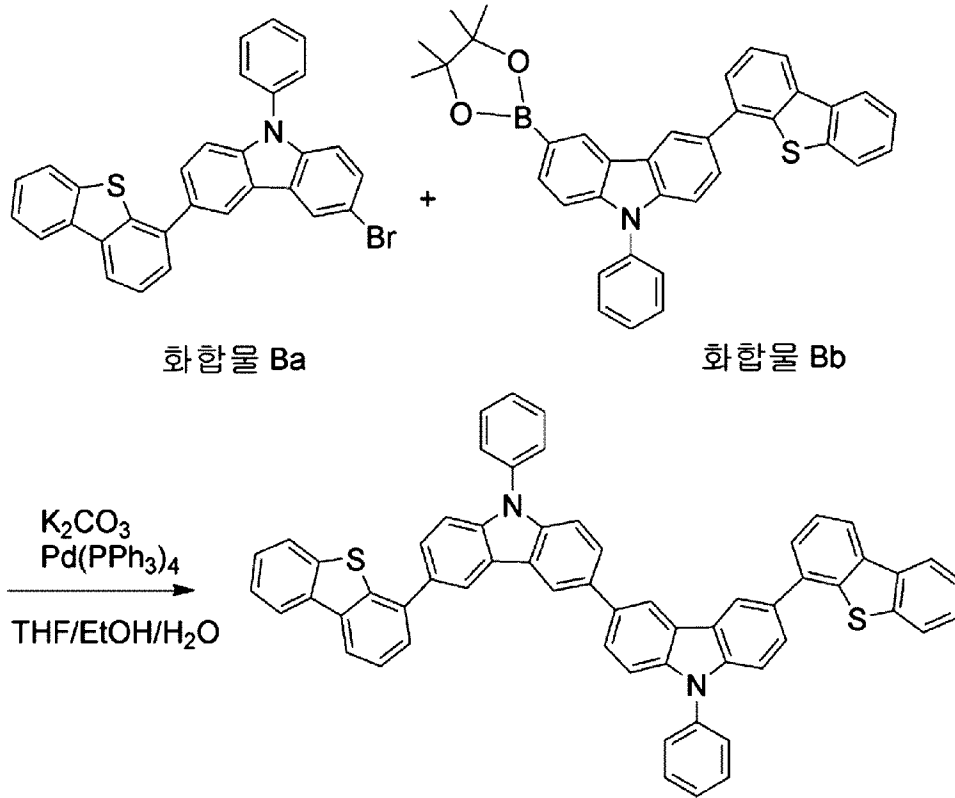
[331] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Aa (37.6mmol, 20.0g), 화합물 Ab (41.3mmol, 23.9g), 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF) 200mL 및 에탄올(ethanol, EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (150.2 mmol, 20.8g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(tetrakis(triphenylphosphine)palladium, $\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.80mmol, 0.87g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 1을 27.2g 수득하였다(수율 80%).

[332] MALDI-TOF: $m/z = 904.3319$ ($\text{C}_{64}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{S}_2 = 904.29$)

[333]

[334] 실시예 2

[335]



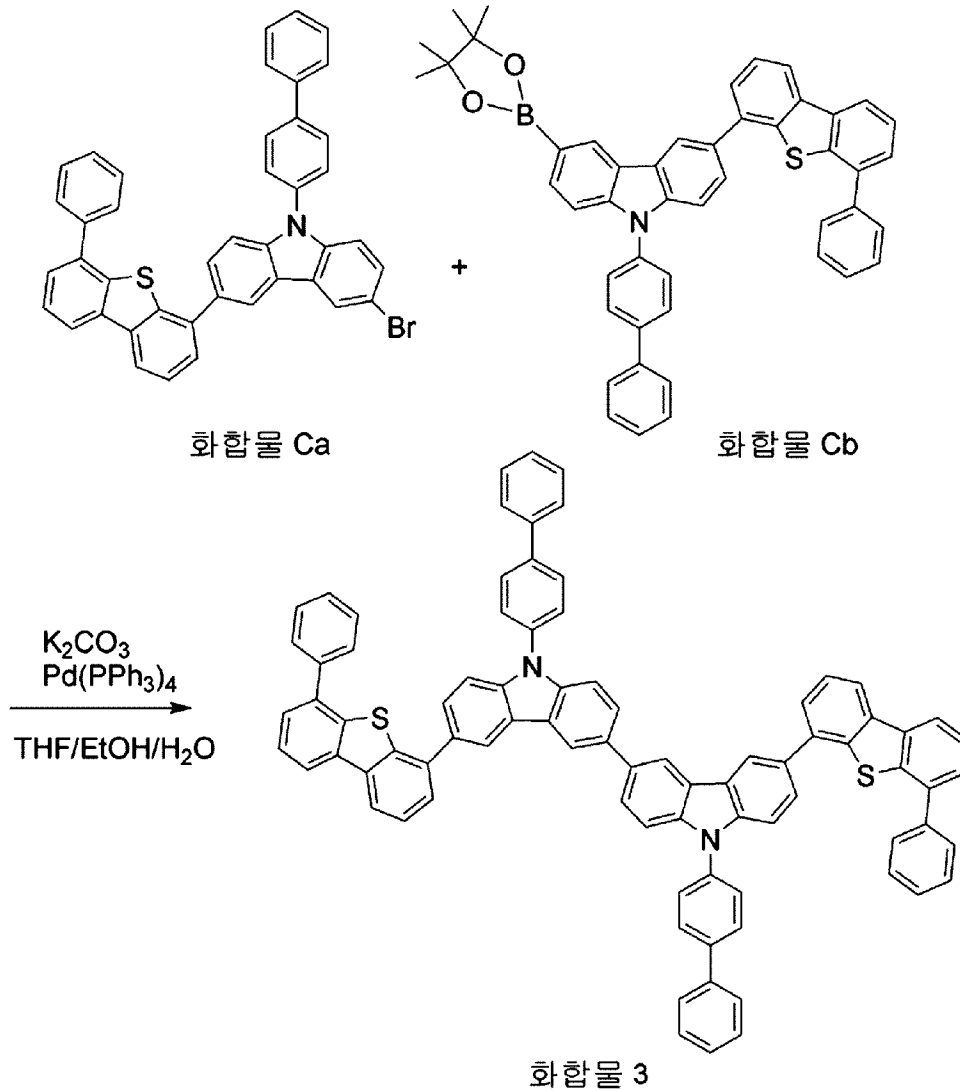
[336] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ba (39.6mmol, 20.0g), 화합물 Bb (43.6mmol, 24.1g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (158.4 mmol, 21.9g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (1.54mmol, 1.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 5시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 30분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 2를 27.6g 수득하였다(수율 82%).

[337] MALDI-TOF: $m/z = 848.2319$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{S}_2 = 848.23$)

[338]

[339] 실시예 3

[340]



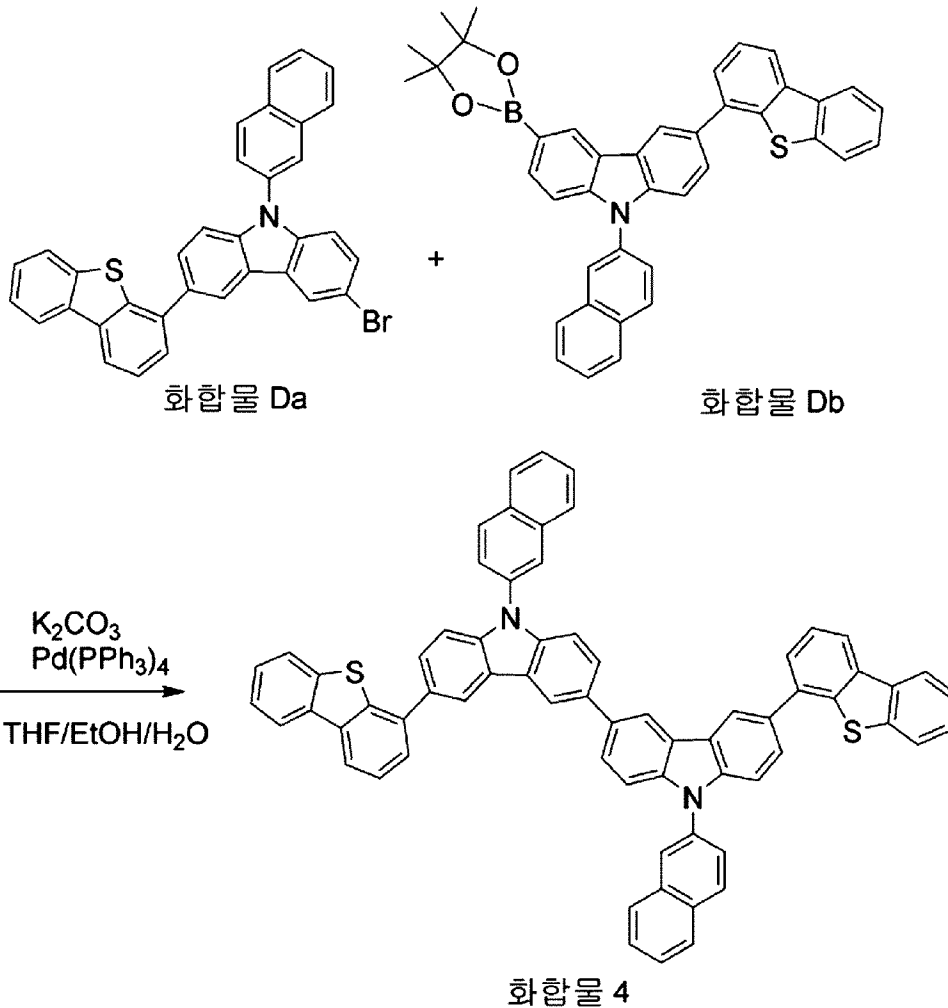
[341] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ca (30.5mmol, 20.0g), 화합물 Cb (33.5mmol, 23.6g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (121.8 mmol, 16.8g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.6mmol, 0.7g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 8시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 1시간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 3을 28.5g 수득하였다(수율 81%).

[342] MALDI-TOF: $m/z = 1152.5292$ ($\text{C}_{84}\text{H}_{52}\text{N}_2\text{S}_2 = 1152.36$)

[343]

[344] 실시예 4

[345]



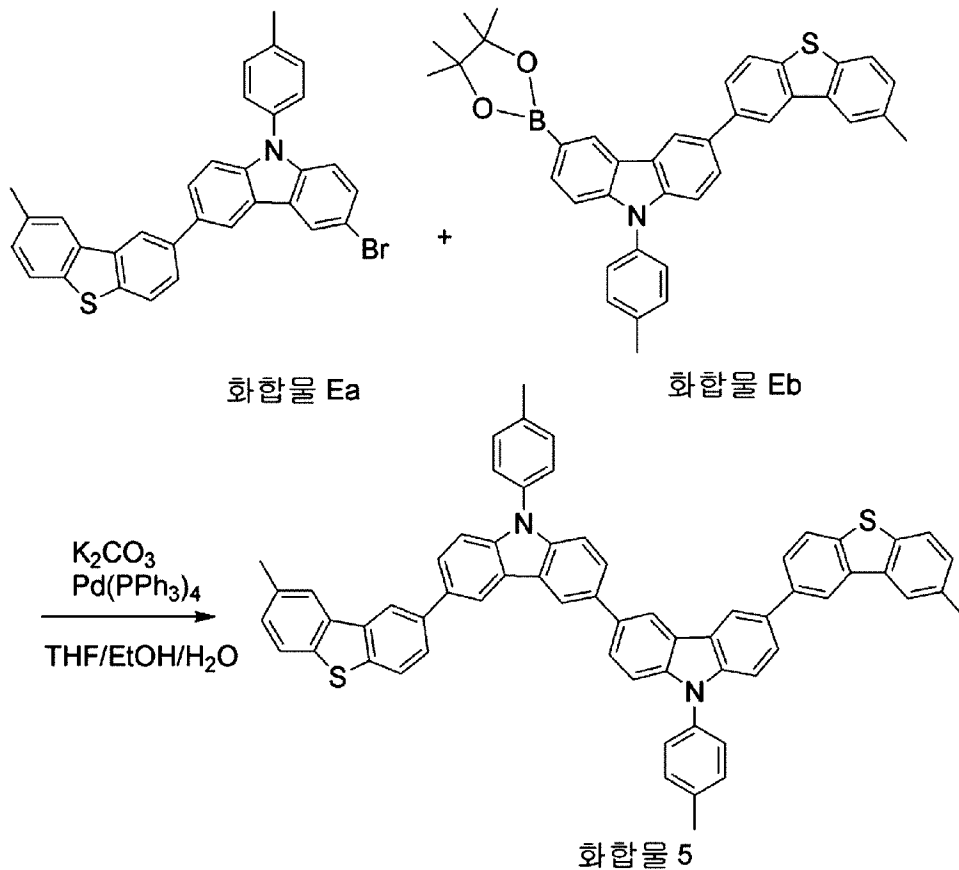
[346] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Da (36.1mmol, 20.0g), 화합물 Db (39.7mmol, 23.9g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (144.3 mmol, 19.9g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 4시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 4를 27.5g 수득하였다(수율 79%).

[347] MALDI-TOF: $m/z = 948.5489$ ($\text{C}_{68}\text{H}_{40}\text{N}_2\text{S}_2 = 948.26$)

[348]

[349] 실시예 5

[350]



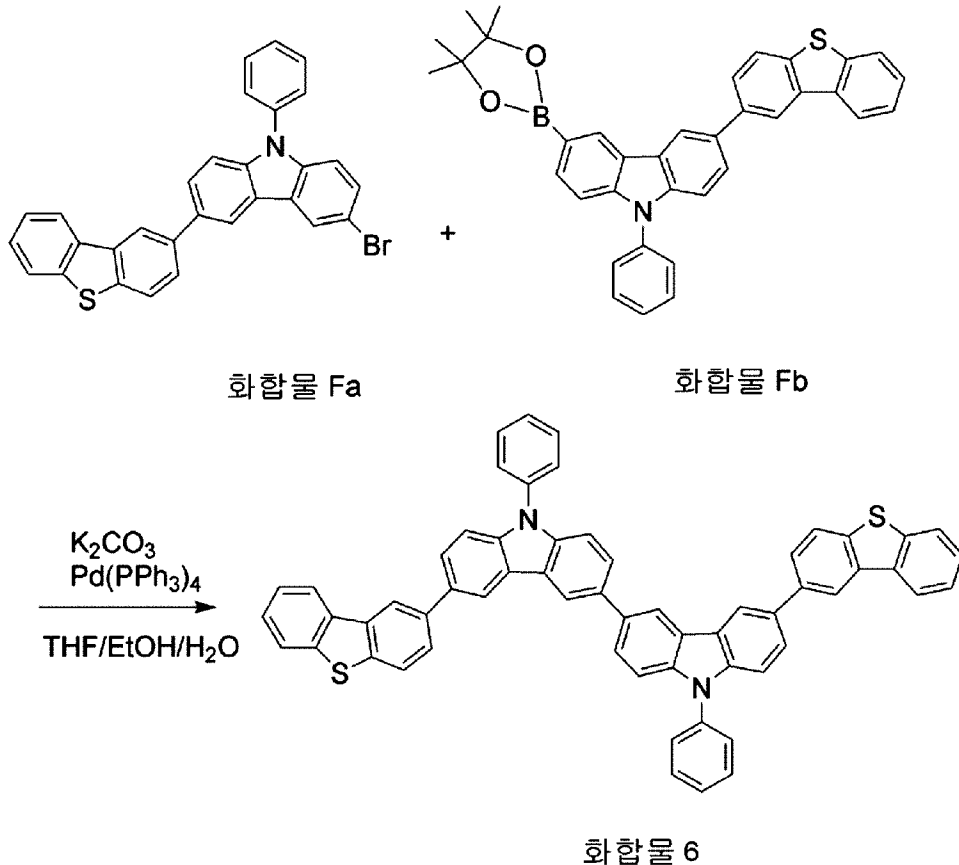
[351] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ea (37.6mmol, 20.0g), 화합물 Eb (41.3mmol, 24.0g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (150.2 mmol, 20.8g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.8mmol, 0.9g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 7시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 30분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 5를 28.2g 수득하였다(수율 83%).

[352] MALDI-TOF: $m/z = 904.6587$ ($\text{C}_{64}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{S}_2 = 904.29$)

[353]

[354] 실시예 6

[355]



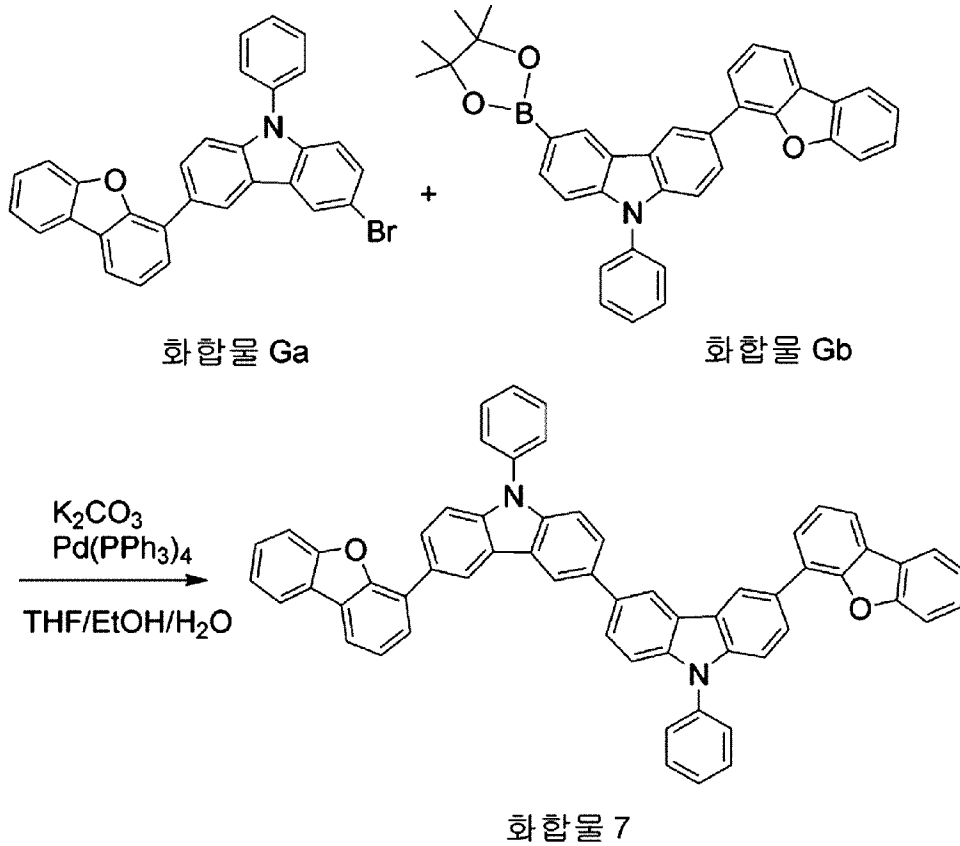
[356] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Fa (39.6mmol, 20.0g), 화합물 Fb (43.6mmol, 24.0g), 테트라하이드로푸란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (158.6 mmol, 21.9g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$) (0.8mmol, 0.9g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 8시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로푸란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 6을 26.9g 수득하였다(수율 80%).

[357] MALDI-TOF: $m/z = 848.2637$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{S}_2 = 848.23$)

[358]

[359] 실시예 7

[360]



[361] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ga (41.0mmol, 20.0g), 화합물 Gb (45.0mmol, 24.1g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (163.8 mmol, 22.6g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.8mmol, 1.0g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 5시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 40분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 7을 27.8g 수득하였다(수율 83%).

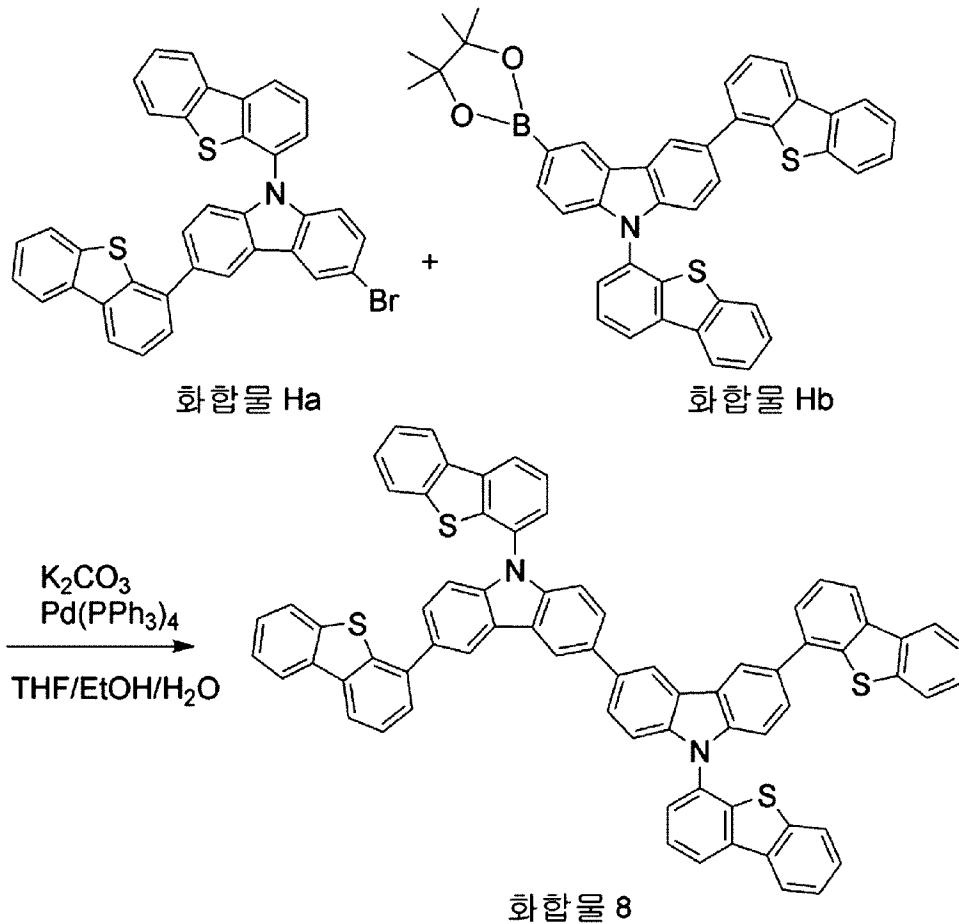
[362]

[363] MALDI-TOF: $m/z = 816.6564$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_2 = 816.28$)

[364]

[365] 실시예 8

[366]



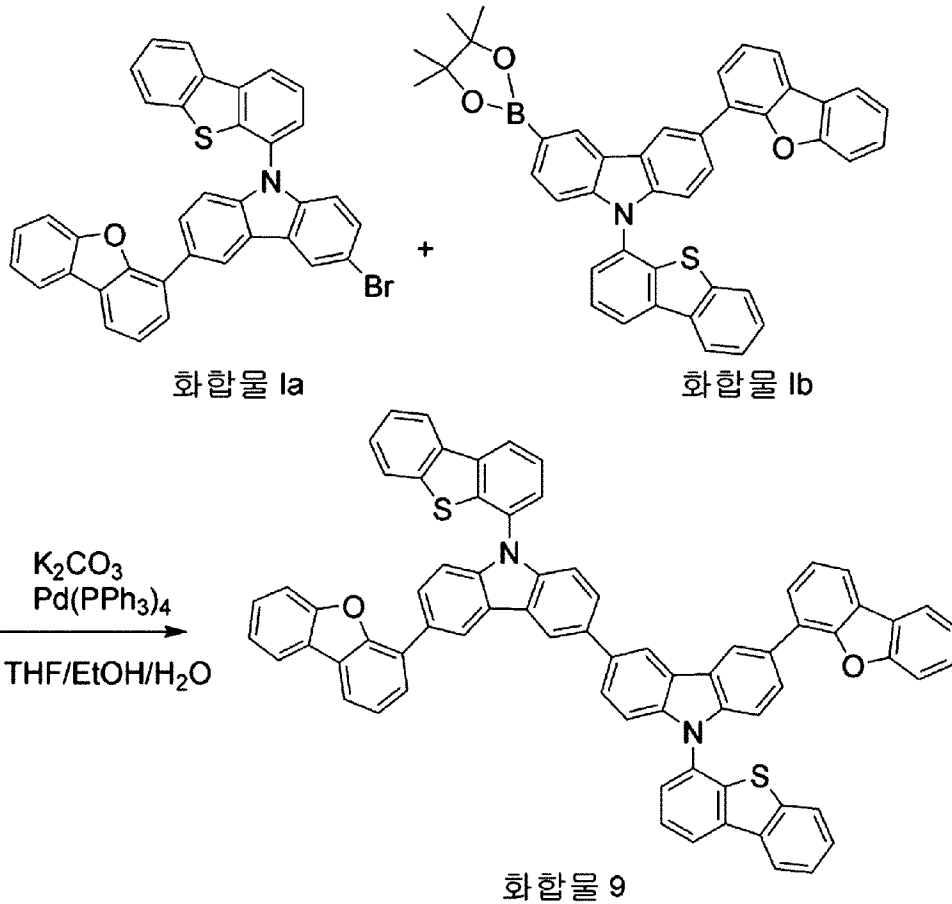
[367] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ha (32.8mmol, 20.0g), 화합물 Hb (36.0mmol, 23.7g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (131.0 mmol, 18.1g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 10시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 1시간 동안 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 8을 27.1g 수득하였다(수율 78%).

[368] MALDI-TOF: $m/z = 1060.1911$ ($\text{C}_{72}\text{H}_{40}\text{N}_2\text{S}_4 = 1060.21$)

[369]

[370] 실시예 9

[371]



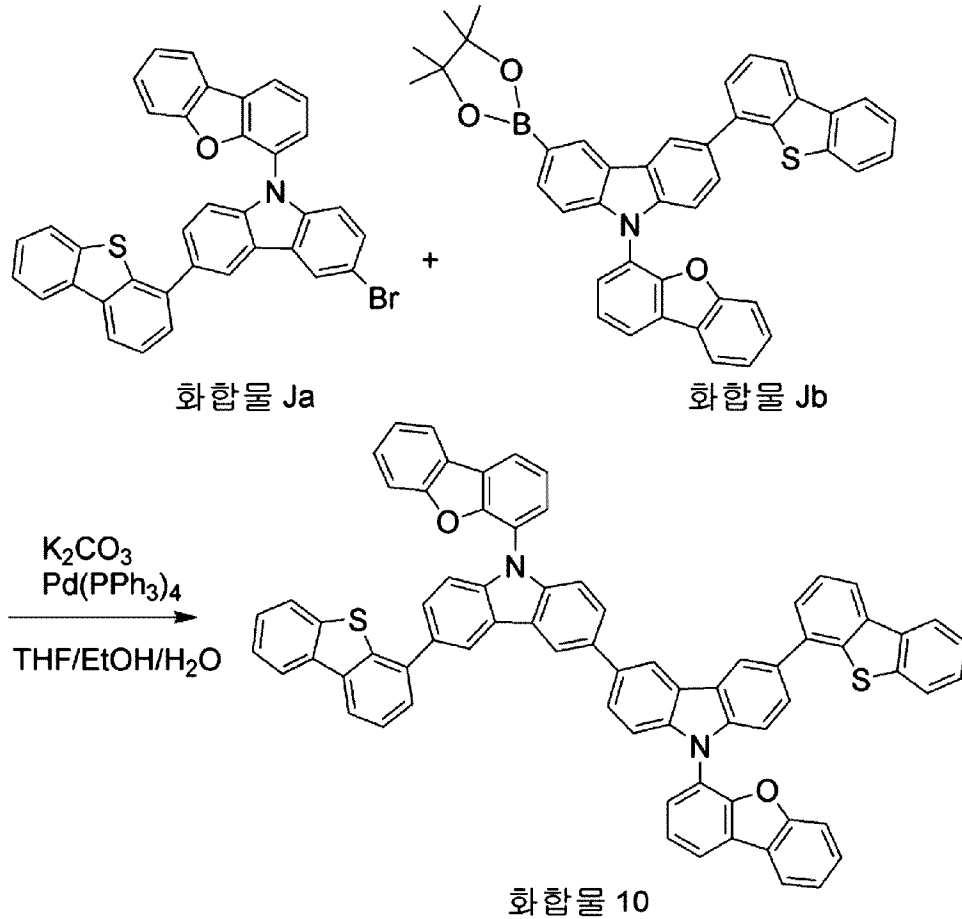
[372] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ia (33.6mmol, 20.0g), 화합물 Ib (37.0mmol, 23.7g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (134.6 mmol, 18.6g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 8시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 30분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 9를 27.7g 수득하였다(수율 80%).

[373] MALDI-TOF: $m/z = 1029.2425$ ($\text{C}_{72}\text{H}_{40}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}_2 = 1028.25$)

[374]

[375] 실시예 10

[376]



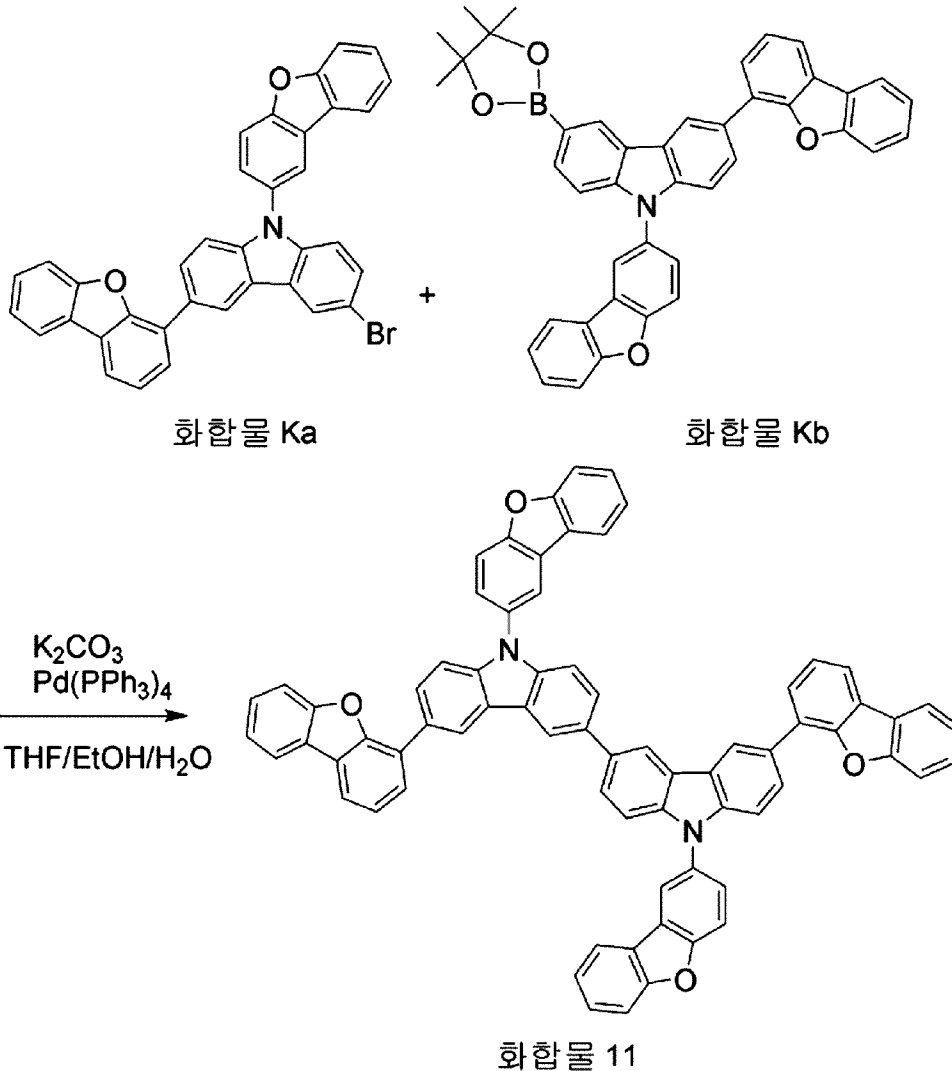
[377] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ja (33.6mmol, 20.0g), 화합물 Jb (37.0mmol, 23.7g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (134.6 mmol, 18.6g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 9시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 10을 28.0g 수득하였다(수율 81%).

[378] MALDI-TOF: $m/z = 1029.3885$ ($\text{C}_{72}\text{H}_{40}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}_2 = 1028.25$)

[379]

[380] 실시예 11

[381]



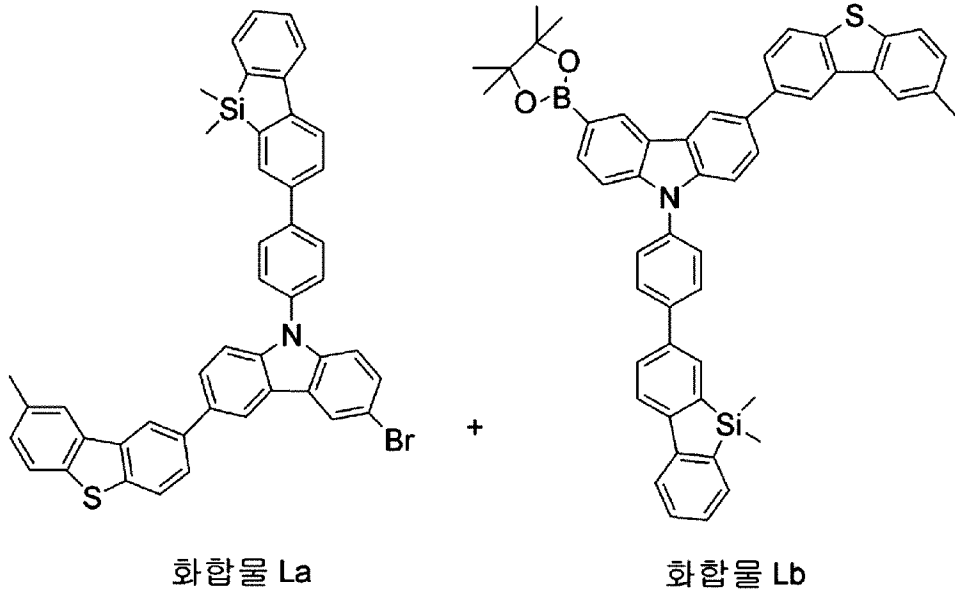
[382] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ka (34.6mmol, 20.0g), 화합물 Kb (38.0mmol, 23.8g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (138.3 mmol, 19.1g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 8시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 30분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 11을 28.3g 수득하였다(수율 82%).

[383] MALDI-TOF: $m/z = 996.3124$ ($\text{C}_{72}\text{H}_{40}\text{N}_2\text{O}_4 = 996.30$)

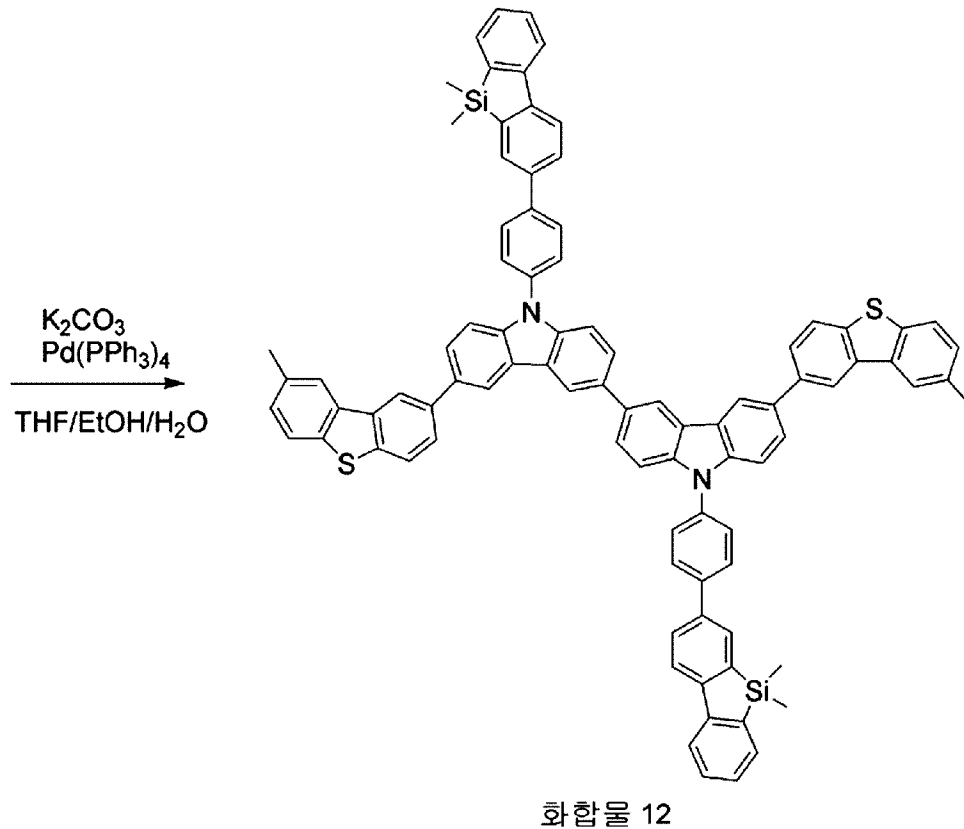
[384]

[385] 실시예 12

[386]



[387]



[388]

[389] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 La (27.5mmol, 20.0g), 화합물 Lb (30.3mmol, 23.4g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K₂CO₃) (110.1 mmol, 15.2g)을 물(H₂O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(Pd(PPh₃)₄) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 8시간 동안

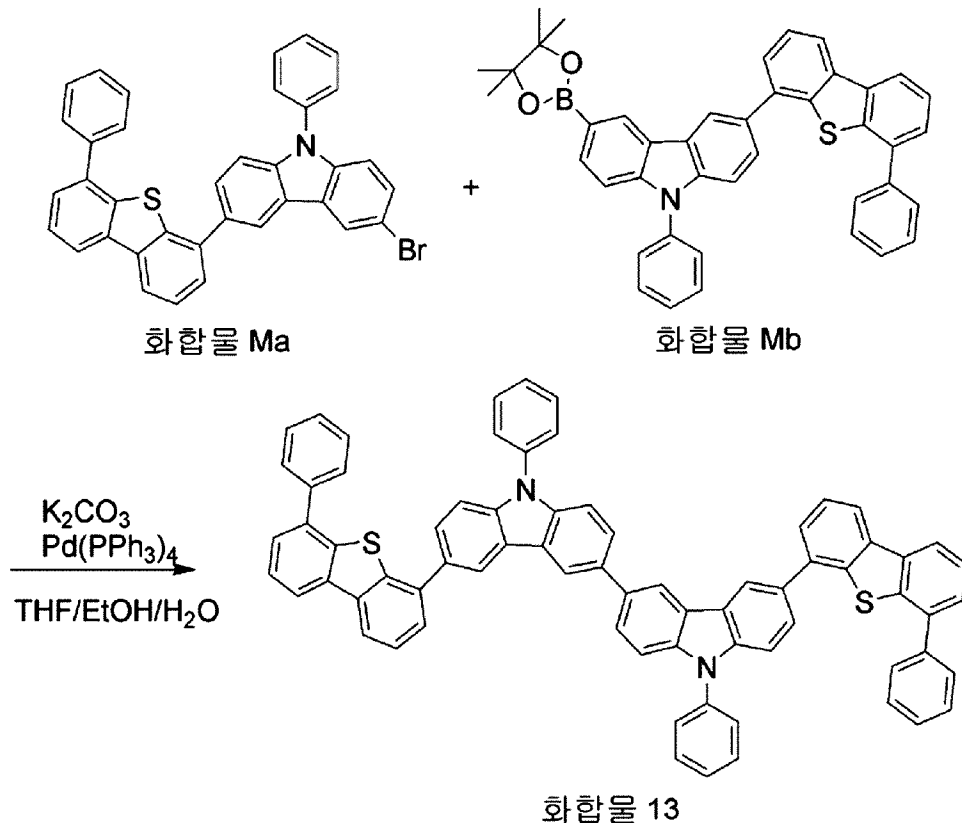
환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 40분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 12을 27.8g 수득하였다(수율 78%).

[390] MALDI-TOF: $m/z = 1292.4312$ ($C_{90}H_{64}N_2S_2Si_2 = 1292.40$)

[391]

[392] 실시예 13

[393]



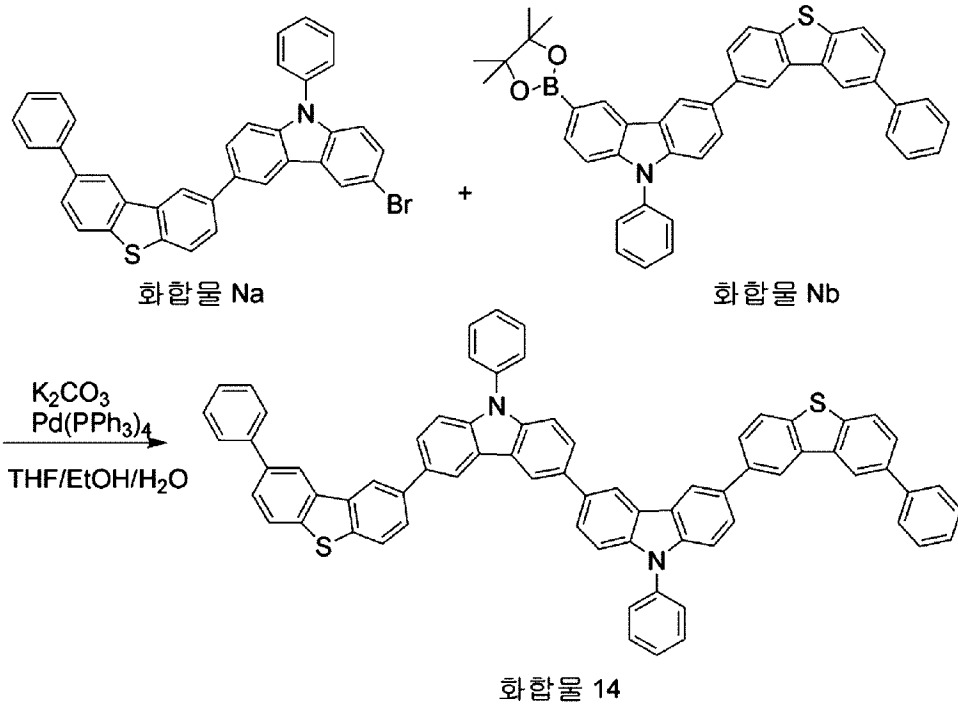
[394] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Ma (34.5mmol, 20.0g), 화합물 Mb (37.9mmol, 23.8g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (137.8 mmol, 19.0g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($Pd(PPh_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 13을 27.9g 수득하였다(수율 81%).

[395] MALDI-TOF: $m/z = 1000.6598$ ($C_{72}H_{44}N_2S_2 = 1000.29$)

[396]

[397] 실시예 14

[398]



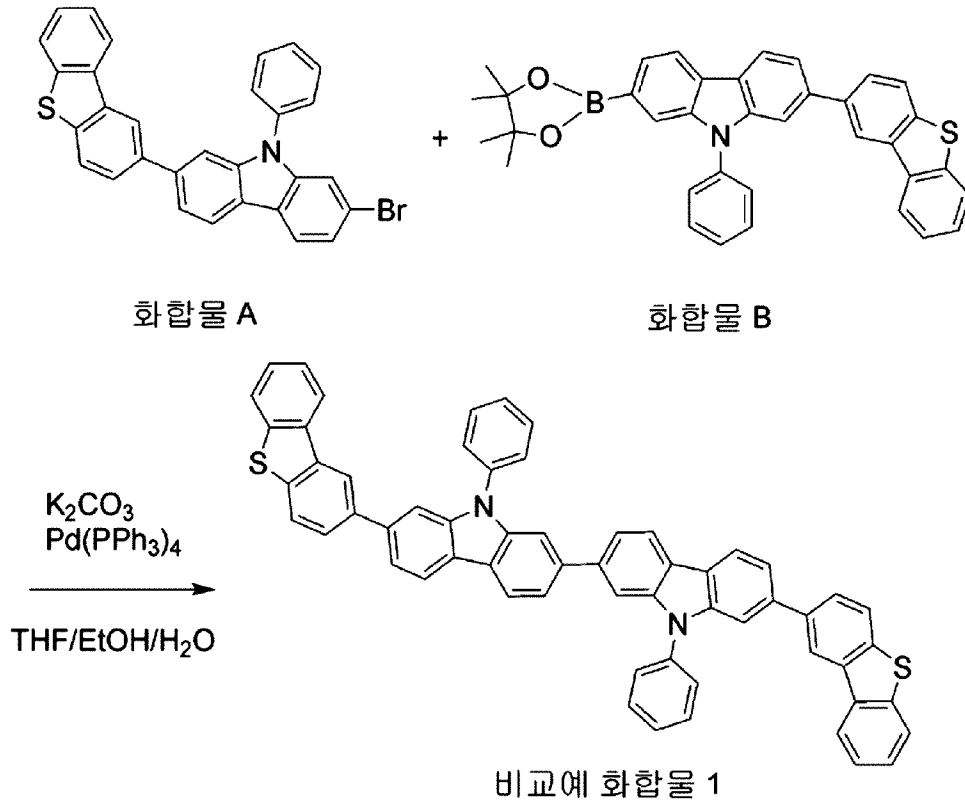
[399] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 Na (34.5mmol, 20.0g), 화합물 Nb (37.9mmol, 23.8g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (137.8 mmol, 19.0g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$) (0.7mmol, 0.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1L에 넣고 30분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 화합물 14를 27.6g 수득하였다(수율 80%).

[400] MALDI-TOF: $m/z = 1000.5798$ ($\text{C}_{72}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{S}_2 = 1000.29$)

[401]

[402] 비교예 1

[403]



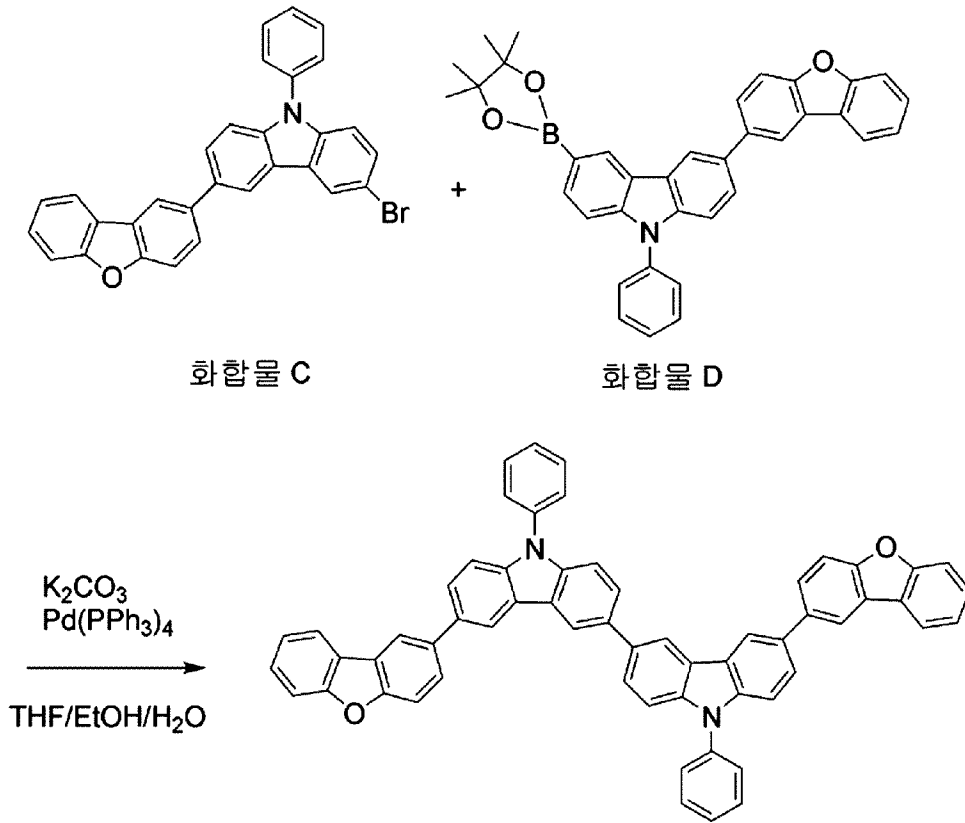
[404] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 A (67.4mmol, 34.0g), 화합물 B (74.1mmol, 40.9 g), 테트라하이드로퓨란(THF) 340mL 및 에탄올(EtOH) 170ml를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (269.6 mmol, 37.3g)을 물(H_2O) 170mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (2.7mmol, 3.1g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(ethyl acetate, EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 170mL에 용해시키고 메탄올 (methanol) 1,700mL에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 비교예 화합물 1을 40.1g 수득하였다(수율 70%).

[405] MALDI-TOF: $m/z = 848.2359$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{S}_2 = 848.23$)

[406]

[407] 비교예 2

[408]



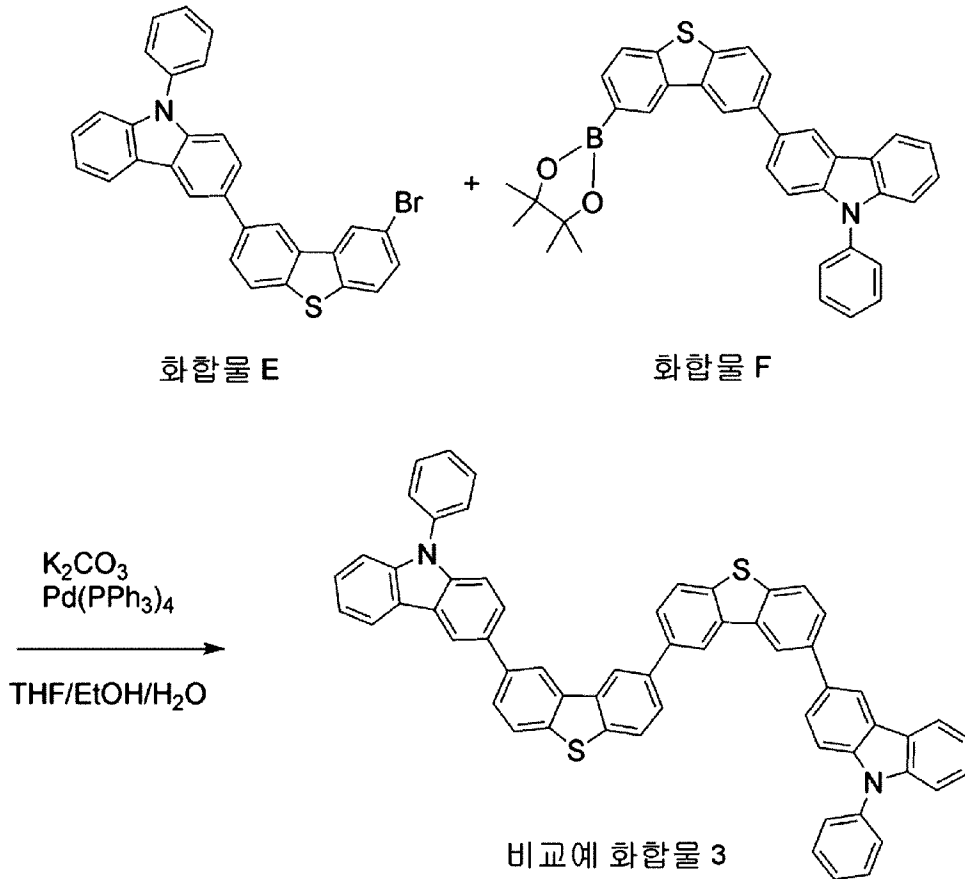
[409] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 C (41.0mmol, 20.0g), 화합물 D (45.0mmol, 24.1g), 테트라하이드로퓨란(THF) 200mL 및 에탄올(EtOH) 100mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (163.8 mmol, 22.6g)을 물(H_2O) 100mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$) (1.6mmol, 1.9g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 100mL에 용해시키고 메탄올 1000mL에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 비교예 화합물 2를 23.4g 수득하였다(수율 70%).

[410] MALDI-TOF: $m/z = 816.2810$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_2 = 816.28$)

[411]

[412] 비교예 3

[413]



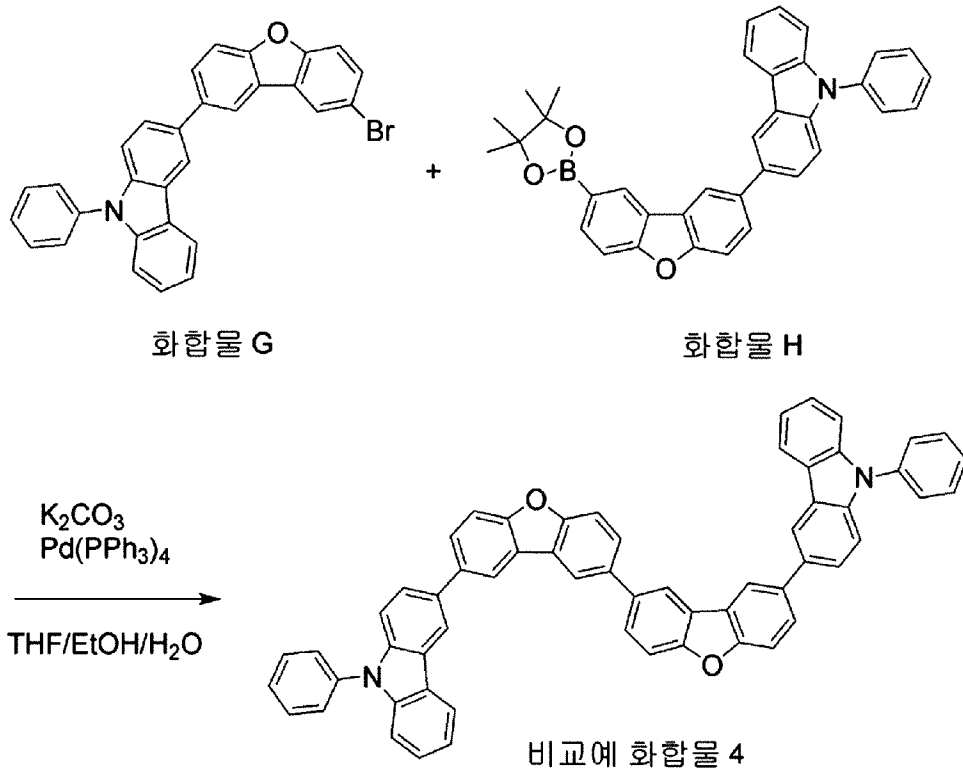
[414] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 E (15.9mmol, 8.0g), 화합물 F (17.4mmol, 9.6g), 테트라하이드로퓨란(THF) 80mL 및 에탄올(EtOH) 40mL를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (63.4 mmol, 8.8g)을 물(H_2O) 40mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$) (0.6mmol, 0.7g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 40mL에 용해시키고 메탄올 400mL에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 비교예 화합물 3을 11.4g 수득하였다(수율 85%).

[415] MALDI-TOF: $m/z = 848.2353$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{S}_2 = 848.23$)

[416]

[417] 비교예 4

[418]



[419] 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 질소를 충전한 후, 화합물 G (61.4mmol, 30.0g), 화합물 H (67.6mmol, 36.2g), 테트라하이드로퓨란(THF) 300mL 및 에탄올(EtOH) 150ml를 넣고 30분 동안 교반하였다. 또한, 탄산칼륨(K_2CO_3) (245.7 mmol, 34.0g)을 물(H_2O) 150mL에 용해시킨 후, 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 이어서, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐($\text{Pd(PPh}_3)_4$) (2.5mmol, 2.8g)을 상기 1L 3구 둥근 바닥 플라스크에 첨가한 후, 빛을 차단하고 6시간 동안 환류(reflux)시켰다. 상기 반응 혼합물을 식힌 후 에틸아세테이트(EA) 및 증류수를 사용하여 추출하고 농축한 다음, 테트라하이드로퓨란(THF) 150mL에 용해시키고 메탄올 1,500mL에 넣고 20분간 교반 후 여과하여 연회색 고체인 비교예 화합물 4를 35.1g 수득하였다(수율 70%).

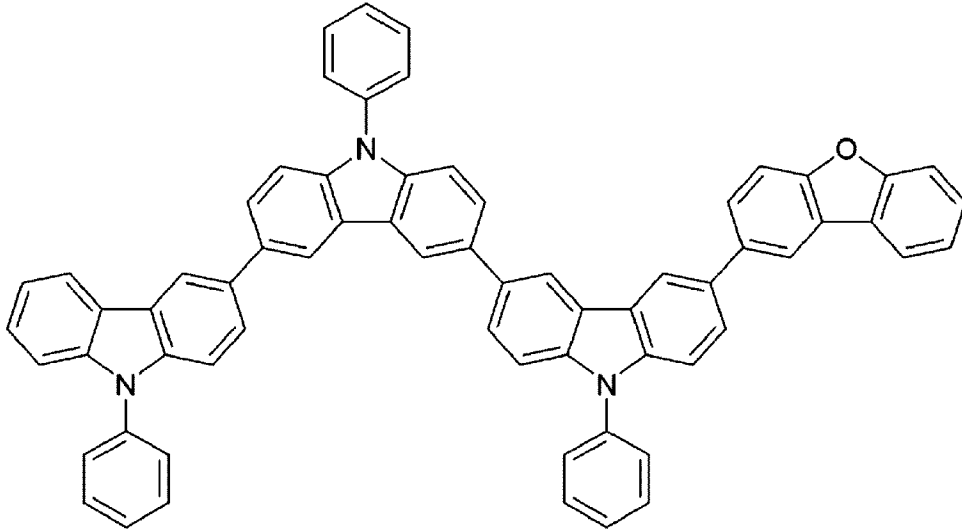
[420] MALDI-TOF: $m/z = 816.2834$ ($\text{C}_{60}\text{H}_{36}\text{N}_2\text{O}_2 = 816.28$)

[421]

[422] 비교예 5

[423] 일본공개특허 2012-175025에서 개시하고 있는 합성 방법에 따라 하기 화합물을 준비하였다.

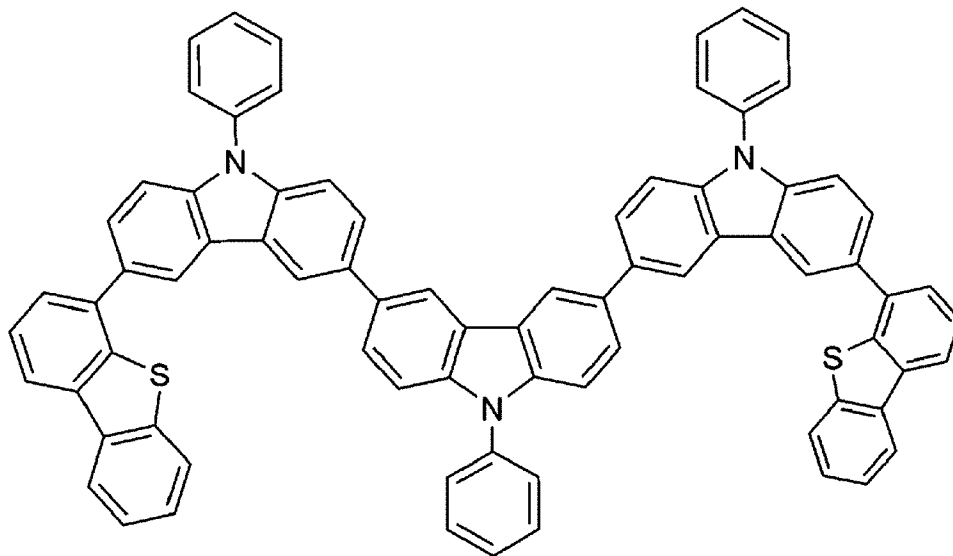
[424]



[425] **비교예 6**

[426] 국제공개특허 WO12/008281에서 개시하고 있는 합성 방법에 따라 하기 화합물을 준비하였다.

[427]

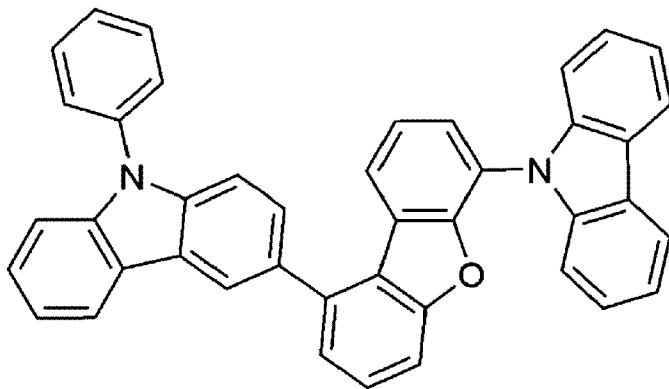


[428]

[429] **비교예 7**

[430] 일본공개특허 2012-049518에서 개시하고 있는 합성 방법에 따라 하기 화합물을 준비하였다.

[431]

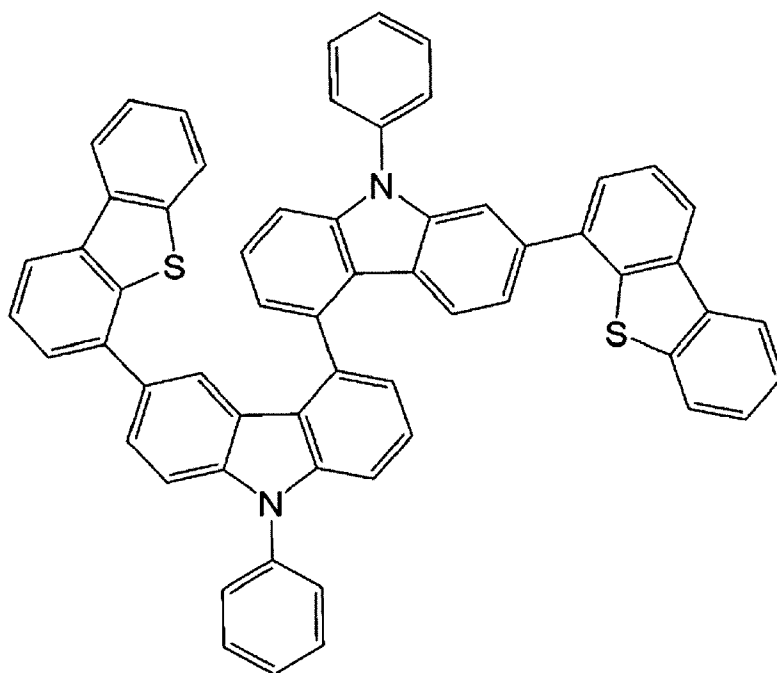


[432]

[433] **비교예 8**

[434] 일본공개특허 2012-049518에서 개시하고 있는 합성 방법에 따라 하기 화합물을 준비하였다.

[435]



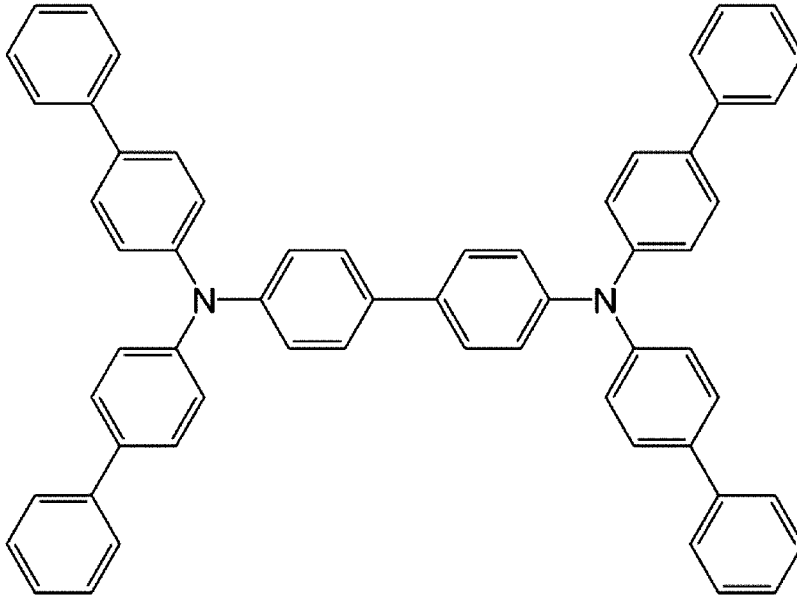
[436]

[437] **비교예 9 내지 12**

[438] 하기 화학식 a, b, c 및 d의 구조를 갖는 화합물들을 상업적으로 입수 내지 제조하여, 각각 비교예 9 내지 12로 사용하였다.

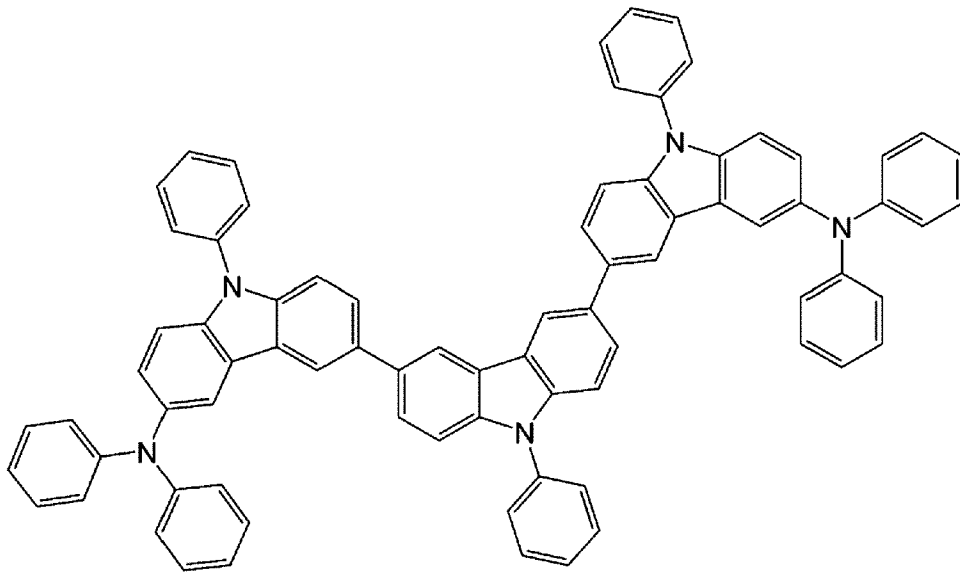
[439] [화학식 a]

[440]



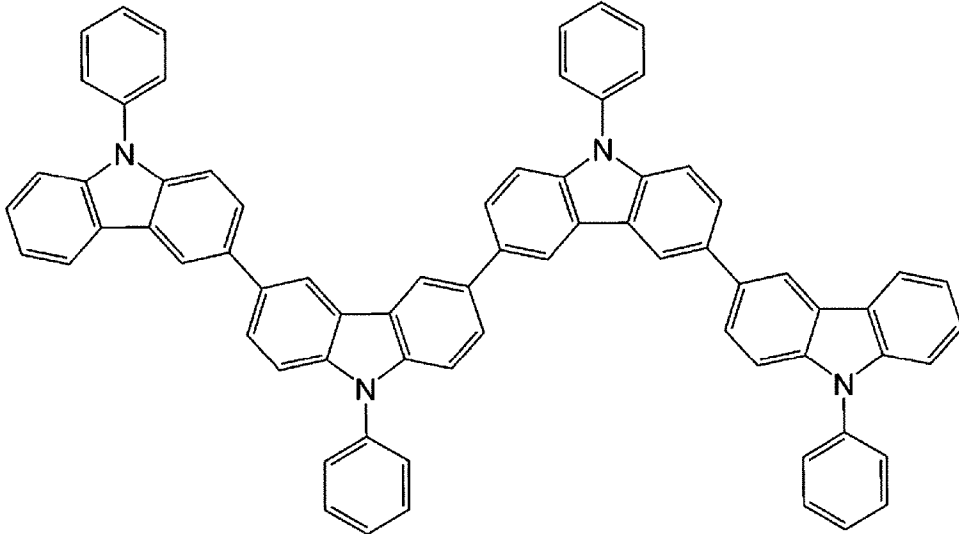
[441] [화학식 b]

[442]



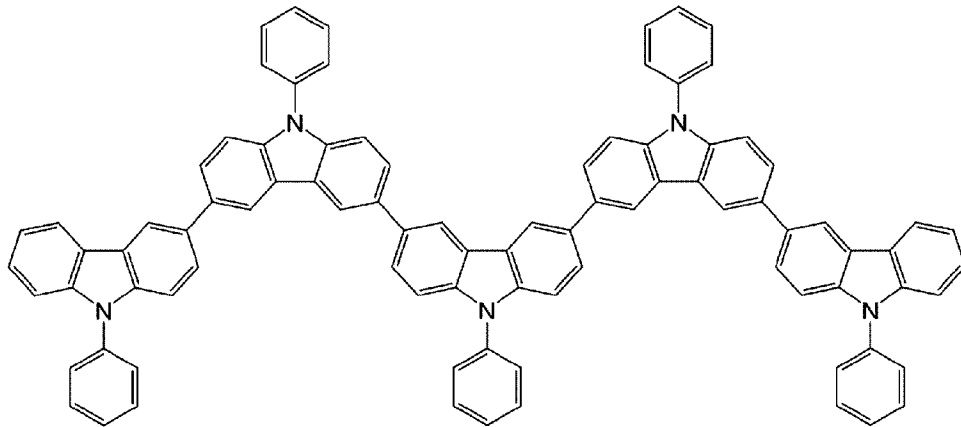
[443] [화학식 c]

[444]



[445] [화학식 d]

[446]



[447]

[448] 발광 소자 A-1 내지 A-4의 제조

[449] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트 물질로서 실시예 1에 따른 화합물을 $1\text{\AA}/\text{sec}$ 의 속도로 증착하고 동시에 하기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100\AA 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 실시예 1에 따른 화합물을 300\AA 의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다.

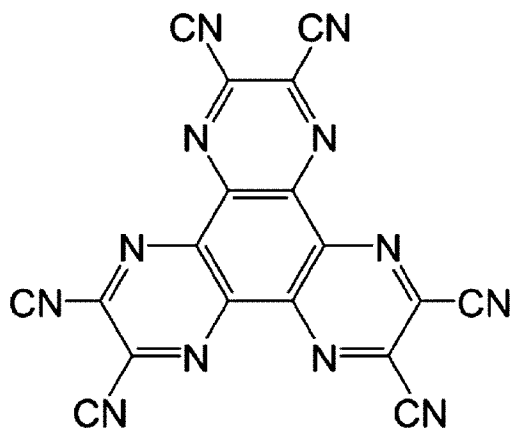
[450] 상기 제2 층 위에 하기 화학식 14로 나타내는 mCBP와 화학식 15로 나타나는 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 를 100:9 중량비로 공증착하여 약 300\AA 두께의 발광층을 형성하고, 상기 발광층 상에 다시 mCBP를 약 50\AA 두께로 증착하여 차단층(blocking layer)을 형성하였다.

[451] 그런 다음, 상기 차단층 상에 하기 화학식 16으로 나타내는 BPhen과 하기 화학식 17로 나타내는 Alq_3 를 50:50 중량비로 공증착하여 약 400\AA 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 하기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10\AA 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[452] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하였다.

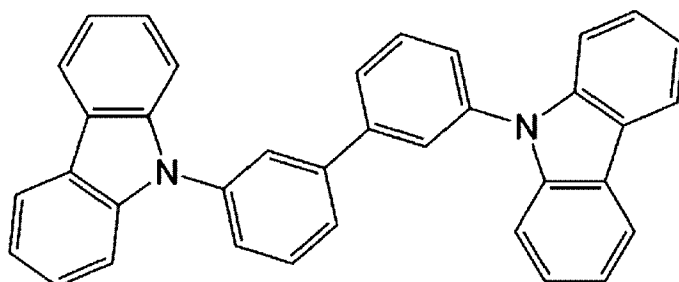
[453] [화학식 13]

[454]



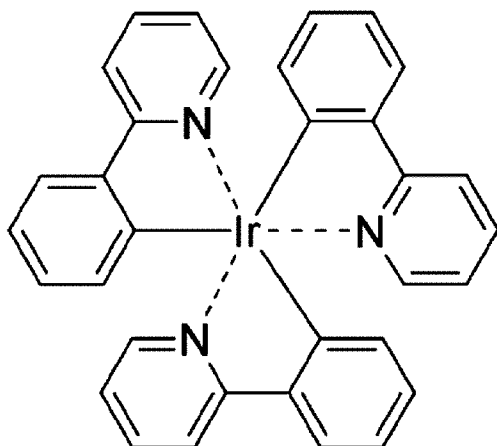
[455] [화학식 14]

[456]



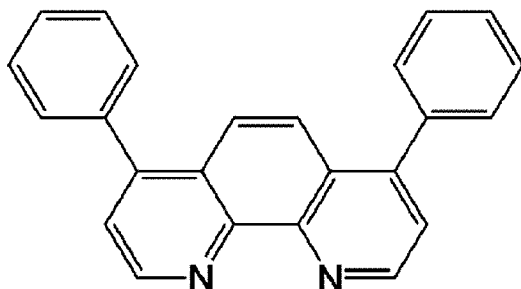
[457] [화학식 15]

[458]



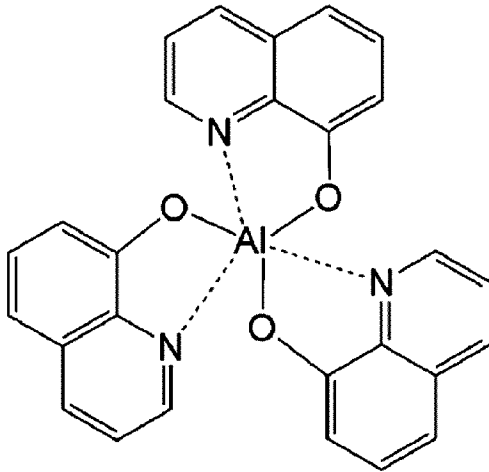
[459] [화학식 16]

[460]



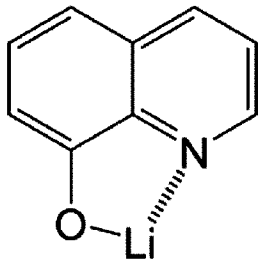
[461] [화학식 17]

[462]



[463] [화학식 18]

[464]



[465] 위 방법으로 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 녹색 발광 소자 A-1을 제조하였다.

[466] 또한, 호스트 물질을 실시예 3, 실시예 4 및 실시예 8에 따른 화합물들을 각각 이용하여 제1 층 및 제2 층을 형성하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 A-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 A-2 내지 발광 소자 A-4를 제조하였다.

[467]

[468] 비교 소자 1 내지 4의 제조

[469] 호스트 물질을 상기 화학식 a 내지 d로 나타내는 비교예 9 내지 12에 따른 화합물을 이용하여 제1 층과 제2 층을 형성하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 A-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 1 내지 4를 제조하였다.

[470]

[471] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가-1

[472] 본 발명에 따른 발광 소자 A-1 내지 A-4와, 비교 소자 1 내지 4 각각에 대해서, 질소 분위기의 글로브 박스 안에서 흡습제(Getter)가 부착된 커버 글래스 가장자리에 UV 경화용 실런트를 디스펜싱한 후, 발광 소자들 및 비교 소자들 각각과 커버 글래스를 합착하고 UV 광을 조사하여 경화시켰다. 상기와 같이 준비된 발광 소자 A-1 내지 A-4와, 비교 소자 1 내지 4 각각에 대해서, 휘도가

500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다. 그 결과를 표 1에 나타낸다.

[473] 또한, 약 85°C의 온도로 일정하게 유지되고 있는 측정용 오븐 내에 설치된 수명 측정기를 이용하여 발광 소자 A-1 내지 A-4와, 비교 소자 1 내지 4 각각의 수명을 측정하였다. 그 결과를 표 1에 나타낸다.

[474] 표 1에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 1에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[475] 표 1

[Table 1]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 A-1	32.1	832
발광 소자 A-2	31.4	812
발광 소자 A-3	30.6	791
발광 소자 A-4	30.8	783
비교 소자 1	9.2	227
비교 소자 2	10.3	234
비교 소자 3	9.5	244
비교 소자 4	8.5	225

[476] 표 1을 참조하면, 발광 소자 A-1 내지 A-4의 전력 효율은 각각, 약 32.1 lm/W, 약 31.4 lm/W, 약 30.6 lm/W 및 약 30.8 lm/W임을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예 1, 3, 4 및 8에 따른 화합물들을 이용하여 제조된 발광 소자들 각각의 전력 효율은 적어도 약 30.0 lm/W 이상임을 알 수 있다. 반면, 비교 소자 1 내지 4의 전력 효율은 약 8.5 lm/W 내지 약 10.3 lm/W이므로, 본 발명의 실시예에 따른 화합물들을 이용하여 제조된 발광 소자들의 전력 효율이 비교 소자 1 내지 4의 전력 효율보다 좋은 것을 알 수 있다.

[477] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 화합물들을 이용하여 제조된 발광 소자들 각각의 수명은 적어도 약 783 시간으로서, 비교 소자 1 내지 4의 수명이 약 244 시간 이하인 것과 비교할 때, 본 발명의 실시예에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자들의 수명이 비교 소자 1 내지 4의 수명에 비해서 좋은 것을 알 수 있다.

[478] 또한, 발광 소자의 수명 특성 평가가 85°C의 가속 조건(가혹 조건)에서 수행된 것을 고려할 때, 본 발명의 실시예에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자들의 수명 특성이 비교 소자 1 내지 4에 비해서 우수함을 통해서 본 발명에 따른

화합물을 이용하여 제조된 발광 소자의 내열성이 비교 소자 1 내지 4에 비해서 우수한 것을 알 수 있다.

[479]

[480] 발광 소자 B-1 내지 B-4의 제조

[481] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 약 100Å의 두께로 증착하여 제1 층을 형성하고, 상기 제1 층 상에

NPB(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)를 약 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다.

[482] 상기 제2 층 상에, 실시예 1에 따른 화합물로 약 100Å 두께의 제1 차단층을 형성하고, 상기 제1 차단층 상에 상기 화학식 14로 나타내는 mCBP와 상기 화학식 15로 나타나는 Ir(ppy)₃를 100:9 중량비로 공증착하여 약 300Å 두께의 발광층을 형성하고, 상기 발광층 상에 다시 mCBP를 약 50Å 두께로 증착하여 제2 차단층을 형성하였다.

[483] 그런 다음, 상기 제2 차단층 상에 상기 화학식 16으로 나타내는 BPhen과 상기 화학식 17로 나타내는 Alq₃를 50:50 중량비로 공증착하여 약 400Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[484] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여, 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 녹색 발광 소자 B-1을 제조하였다.

[485] 상기 제1 차단층을 본 발명의 실시예 3, 4 및 8에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 B-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 B-2, B-3 및 B-4를 제조하였다.

[486]

[487] 비교 소자 5 및 6의 제조

[488] 상기 제1 차단층을 상기 화학식 b로 나타내는 비교예 10에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 B-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 5를 제조하였다.

[489] 또한, 상기 제1 차단층을 상기 화학식 c로 나타내는 비교예 11에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 B-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 6을 제조하였다.

[490]

[491] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가-2

[492] 상기와 같이 준비된 본 발명에 따른 발광 소자 B-1 내지 B-4와, 비교 소자 5 및 6 각각에 대해서, 상기 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.

[493] 또한, 상기에서 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 B-1 내지 B-4와 비교 소자 5 및 6 각각의 수명을 측정하였다.

[494] 상기 발광 소자 B-1 내지 B-4와 비교 소자 5 및 6 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 2에 나타낸다. 표 2에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 2에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정된 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[495] 표 2

[Table 2]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 B-1	34.9	714
발광 소자 B-2	34.7	681
발광 소자 B-3	33.1	664
발광 소자 B-4	33.5	656
비교 소자 5	11.2	212
비교 소자 6	12.5	218

[496] 표 2를 참조하면, 본 발명에 따른 화합물들을 이용하여 제조된 발광 소자 B-1 내지 B-4 각각의 전력 효율은 약 34.9 lm/W, 약 34.7 lm/W, 약 33.1 lm/W 및 약 33.5 lm/W으로서, 적어도 약 33.1 lm/W 이상인 반면, 비교 소자 5의 전력 효율은 약 11.2 lm/W에 불과하고 비교 소자 6의 전력 효율은 약 12.5 lm/W에 불과함을 알 수 있다.

[497] 또한, 발광 소자 B-1 내지 B-4 각각의 수명은 적어도 약 656시간으로서, 비교 소자 5의 수명은 약 212 시간이고 비교 소자 6의 수명은 약 218 시간인 것과 비교할 때, 본 발명에 따른 화합물들을 이용하여 제조된 발광 소자들의 수명이 비교 소자 5 및 6에 비해서 상대적으로 긴 것을 알 수 있다.

[498] 또한, 발광 소자의 수명 특성 평가가 85°C의 가속 조건(가혹 조건)에서 수행된 것을 고려할 때, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자의 수명 특성이 비교 소자 5 및 6에 비해서 긴 것을 통해서 본 발명에 따른 화합물을 이용하여 제조된 발광 소자의 내열성이 우수함을 알 수 있다.

[499]

[500] 발광 소자 C-1 내지 C-4의 제조

[501] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트 물질로서 NPB를 1Å/sec의 속도로 증착하고 동시에 상기 화학식 13으로

나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100Å 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 NPB를 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다. 상기 제2 층 상에 실시예 1에 따른 화합물로 약 100Å 두께의 제1 차단층을 형성하고, 상기 제1 차단층 상에 상기 화학식 14로 나타내는 mCBP와 상기 화학식 15로 나타나는 Ir(ppy)₃를 100:9 중량비로 공증착하여 약 300Å 두께의 발광층을 형성하고, 상기 발광층 상에 다시 mCBP를 약 50Å 두께로 증착하여 제2 차단층을 형성하였다.

[502] 그런 다음, 상기 제2 차단층 상에 상기 화학식 16으로 나타내는 BPhen과 상기 화학식 17로 나타내는 Alq₃를 50:50 중량비로 공증착하여 약 400Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[503] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여, 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 녹색 발광 소자 C-1을 제조하였다.

[504] 상기 제1 차단층을 본 발명의 실시예 5, 6 및 9에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 C-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 C-2, C-3 및 C-4를 제조하였다.

[505]

[506] 비교 소자 7 및 8의 제조

[507] 상기 제1 차단층을 상기 화학식 b로 나타내는 비교예 10에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 C-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 7을 제조하였다.

[508] 상기 제1 차단층을 상기 화학식 c로 나타내는 비교예 11에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 C-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 8을 제조하였다.

[509]

[510] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가-3

[511] 상기와 같이 준비된 발광 소자 C-1 내지 C-4와, 비교 소자 7 및 8 각각에 대해서, 상기 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.

[512] 또한, 상기에서 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 C-1 내지 C-4 및 비교 소자 7 및 8 각각의 수명을 측정하였다.

[513] 상기 발광 소자 C-1 내지 C-4 및 비교 소자 7 및 8 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 3에 나타낸다. 표 3에서, 전력 효율을 측정된 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 3에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서

측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[514] 표 3

[Table 3]

소자 No.	전력 효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 C-1	36.1	739
발광 소자 C-2	32.3	734
발광 소자 C-3	31.2	656
발광 소자 C-4	30.1	633
비교 소자 7	12.6	218
비교 소자 8	13.1	220

[515] 표 3을 참조하면, 발광 소자 C-1 내지 C-4 각각의 전력 효율은 약 36.1 lm/W, 약 32.3 lm/W, 약 31.2 lm/W 및 약 30.1 lm/W인 반면, 비교 소자 7의 전력 효율은 약 12.6 lm/W에 불과하고 비교 소자 8의 전력 효율은 약 13.1 lm/W에 불과함을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자들의 전력 효율이 비교 소자 7 및 8에 비해 좋은 것을 알 수 있다.

[516] 또한, 발광 소자 C-1 내지 C-4 각각의 수명은 약 739 시간, 약 734 시간, 약 656 시간 및 약 633 시간인데 반해, 비교 소자 7의 수명은 약 218 시간에 불과하고 비교 소자 8의 수명은 약 220 시간에 불과함을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자들의 수명이 비교 소자 7 및 8에 비해 긴 것을 알 수 있다.

[517] 또한, 발광 소자의 수명 특성 평가가 85°C의 가속 조건(가혹 조건)에서 수행된 것을 고려할 때, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자의 수명 특성이 비교 소자 7 및 8에 비해 우수한 것을 통해서, 본 발명에 따른 화합물을 이용하여 제조된 발광 소자의 내열성이 좋음을 알 수 있다.

[518]

[519] 발광 소자 D-1 내지 D-4의 제조

[520] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트 물질로서 실시예 1에 따른 화합물을 1Å/sec의 속도로 증착하고 동시에 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100Å 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 NPB를 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다. 상기 제2 층 상에 상기 화학식 14로 나타내는 mCBP와 상기 화학식 15로 나타내는 Ir(ppy)₃를 100:9 중량비로 공증착하여 약 300Å 두께의 발광층을 형성하고, 상기 발광층 상에 다시 mCBP를 약 50Å 두께로 증착하여 차단층을 형성하였다.

- [521] 그런 다음, 상기 차단층 상에 상기 화학식 16으로 나타내는 BPhen과 상기 화학식 17로 나타내는 Alq₃를 50:50 중량비로 공증착하여 약 400Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.
- [522] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여, 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 녹색 발광 소자 D-1을 제조하였다.
- [523] 상기 제1 층을 본 발명의 실시예 3, 4 및 8에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 D-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 D-2, D-3 및 D-4를 제조하였다.
- [524]
- [525] 비교 소자 9 및 10의 제조
- [526] 상기 제1 층의 호스트 재료를 상기 화학식 b로 나타내는 비교예 10에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 D-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 9를 제조하였다.
- [527] 상기 제1 층의 호스트 재료를 상기 화학식 c로 나타내는 비교예 11에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 D-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 10을 제조하였다.
- [528]
- [529] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가-4
- [530] 상기와 같이 준비된 발광 소자 D-1 내지 D-4와, 비교 소자 9 및 10 각각에 대해서, 상기 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.
- [531] 또한, 상기에서 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 D-1 내지 D-4와 비교 소자 9 및 10 각각의 수명을 측정하였다.
- [532] 상기 발광 소자 D-1 내지 D-4 및 비교 소자 9 및 10 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 4에 나타낸다. 표 4에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 4에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.
- [533] 표 4

[Table 4]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명($T_{75}@85^{\circ}\text{C}$ [hr])
발광 소자 D-1	30.7	760
발광 소자 D-2	30.5	731
발광 소자 D-3	29.1	715
발광 소자 D-4	29.5	707
비교 소자 9	9.3	202
비교 소자 10	8.9	193

- [534] 표 4를 참조하면, 발광 소자 D-1 내지 D-4 각각의 전력 효율은 적어도 약 29.1 lm/W 이상인 반면, 비교 소자 9의 전력 효율은 약 9.3 lm/W에 불과하고 비교 소자 10의 전력 효율은 약 8.9 lm/W에 불과함을 알 수 있다. 이에 따라, 본 발명에 따른 화합물을 이용한 발광 소자들의 전력 효율이 비교 소자 9 및 10에 비해서 우수함을 알 수 있다.
- [535] 또한, 발광 소자 D-1 내지 D-4 각각의 수명은 적어도 약 707 시간인데 반해, 비교 소자 9의 수명은 약 202 시간에 불과하고 비교 소자 10의 수명은 약 193 시간에 불과함을 알 수 있다. 이에 따라, 본 발명에 따른 화합물을 이용한 발광 소자들의 수명이 비교 소자 9 및 10에 비해서 긴 것을 알 수 있다.
- [536] 또한, 발광 소자의 수명 특성 평가가 85°C의 가속 조건(가혹 조건)에서 수행된 것을 고려할 때, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자의 수명 특성이 비교 소자 9 및 10에 비해 우수한 것을 통해서, 본 발명에 따른 화합물을 이용하여 제조된 발광 소자는 내열성이 좋음을 알 수 있다.
- [537]
- [538] 발광 소자 E-1 내지 E-4의 제조
- [539] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트 물질로서 NPB를 1Å/sec의 속도로 증착하고 동시에 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100Å 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 실시예 1에 따른 화합물을 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다. 상기 제2 층 상에 상기 화학식 14로 나타내는 mCBP와 상기 화학식 15로 나타내는 Ir(ppy)₃를 100:9 중량비로 공증착하여 약 300Å 두께의 발광층을 형성하고, 상기 발광층 상에 다시 mCBP를 약 50Å 두께로 증착하여 차단층을 형성하였다.
- [540] 그런 다음, 상기 차단층 상에 상기 화학식 16으로 나타내는 BPhen과 상기 화학식 17로 나타내는 Alq₃를 50:50 중량비로 공증착하여 약 400Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로

나타나는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[541] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여, 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 녹색 발광 소자 E-1을 제조하였다.

[542] 상기 제2 층을 본 발명의 실시예 3, 4 및 8에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 E-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 E-2, E-3 및 E-4를 제조하였다.

[543]

[544] 비교 소자 11 및 12의 제조

[545] 상기 제2 층을 상기 화학식 b로 나타내는 비교예 10에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 E-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 11을 제조하였다.

[546] 상기 제2 층을 상기 화학식 c로 나타내는 비교예 11에 따른 화합물을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 E-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 12를 제조하였다.

[547]

[548] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가-5

[549] 상기와 같이 준비된 발광 소자 E-1 내지 E-4와, 비교 소자 11 및 12 각각에 대해서, 상기 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.

[550] 또한, 상기에서 발광 소자 A-1 내지 A-4에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 E-1 내지 E-4 및 비교 소자 11 및 12 각각의 수명을 측정하였다.

[551] 상기 발광 소자 E-1 내지 E-4 및 비교 소자 11 및 12 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 5에 나타낸다. 표 5에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 5에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[552] 표 5

[Table 5]

소자 No.	전력 효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 E-1	30.0	762
발광 소자 E-2	29.8	728
발광 소자 E-3	28.5	711
발광 소자 E-4	28.7	705
비교 소자 11	9.8	217
비교 소자 12	9.2	209

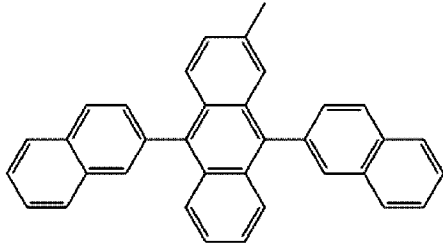
- [553] 표 5를 참조하면, 발광 소자 E-1 내지 E-4 각각의 전력 효율은 적어도 약 28.5 lm/W 이상인 반면, 비교 소자 11의 전력 효율은 약 9.8 lm/W에 불과하며 비교 소자 12의 전력 효율은 약 9.2 lm/W에 불과함을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 화합물을 이용한 발광 소자들의 전력 효율이 비교 소자 11 및 12에 비해 우수한 것을 알 수 있다.
- [554] 또한, 발광 소자 E-1 내지 E-4 각각의 수명은 적어도 약 705 시간 이상인 반면, 비교 소자 11의 수명은 약 217 시간에 불과하고 비교 소자 12의 수명은 약 209 시간에 불과한 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 화합물을 이용한 발광 소자들의 수명이 비교 소자 11 및 12에 비해 긴 것을 알 수 있다.
- [555] 또한, 발광 소자의 수명 특성 평가가 85°C의 가속 조건(가혹 조건)에서 수행된 것을 고려할 때, 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 발광 소자의 수명 특성이 비교 소자 11 및 12에 비해 우수한 것을 통해서, 본 발명에 따른 화합물을 이용하여 제조된 발광 소자는 내열성이 좋음을 알 수 있다.
- [556]
- [557] 발광 소자 F-1 내지 F-14의 제조
- [558]
- [559] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트 물질로서 실시예 1에 따른 화합물을 1Å/sec의 속도로 증착하고 동시에 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100Å 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 실시예 1에 따른 화합물을 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다.
- [560] 상기 제2 층 위에 하기 화학식 19로 나타내는 화합물과 하기 화학식 20으로 나타내는 화합물을 100:5 중량비로 공증착하여 약 200Å 두께의 발광층을 형성하였다.
- [561] 그런 다음, 상기 발광층 상에 하기 화학식 21로 나타내는 화합물과 상기 화학식 18로 나타내는 Liq를 50:50 중량비로 공증착하여 약 360Å 두께의 전자 수송층을

형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[562] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하였다.

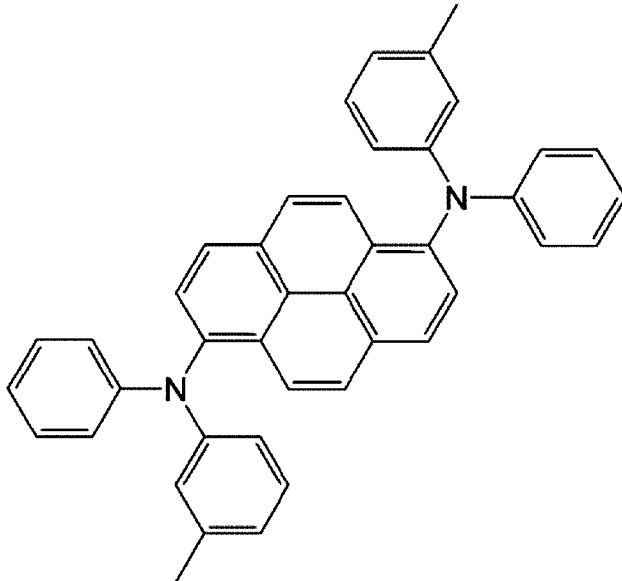
[563] [화학식 19]

[564]



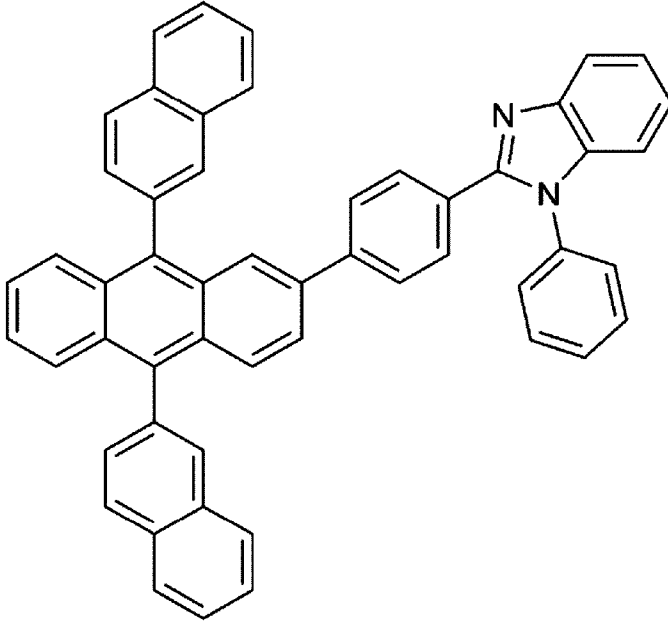
[565] [화학식 20]

[566]



[567] [화학식 21]

[568]



[569] 위 방법으로 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 청색 발광 소자 F-1을 제조하였다.

[570]

[571] 또한, 호스트 물질을 실시예 2 내지 실시예 14에 따른 화합물들을 각각 이용하여 제1 층 및 제2 층을 형성하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 F-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 F-1 내지 발광 소자 F-14를 제조하였다.

[572]

[573] 비교 소자 13 내지 20의 제조

[574] 호스트 물질을 비교예 1 내지 8에 따른 화합물을 이용하여 제1 층과 제2 층을 형성하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 F-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 13 내지 20을 제조하였다.

[575]

[576] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가 - 6

[577] 상기 발광 소자 F-1 내지 F-14와, 비교 소자 13 내지 20 각각에 대해서, 질소 분위기의 글로브 박스 안에서 흡습제(Getter)가 부착된 커버 글래스 가장자리에 UV 경화용 실런트를 디스펜싱한 후, 발광 소자들 및 비교 소자들 각각과 커버 글래스를 합착하고 UV 광을 조사하여 경화시켰다. 상기와 같이 준비된 발광 소자 F-1 내지 F-14와, 비교 소자 13 내지 20 각각에 대해서, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다. 그 결과를 표 6에 나타낸다.

[578] 또한, 약 85°C의 온도로 일정하게 유지되고 있는 측정용 오븐 내에 설치된 수명 측정기를 이용하여 발광 소자 F-1 내지 F-14와, 비교 소자 13 내지 20 각각의 수명을 측정하였다. 그 결과를 표 6에 나타낸다.

[579] 표 6에서, 전력 효율을 측정된 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 6에서, T₇₅는

발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[580] 표 6

[Table 6]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 F-1	8.70	145
발광 소자 F-2	7.60	121
발광 소자 F-3	8.50	135
발광 소자 F-4	8.00	130
발광 소자 F-5	7.40	141
발광 소자 F-6	7.10	120
발광 소자 F-7	7.00	115
발광 소자 F-8	8.20	127
발광 소자 F-9	7.10	118
발광 소자 F-10	7.80	122
발광 소자 F-11	6.90	116
발광 소자 F-12	7.30	133
발광 소자 F-13	8.40	147
발광 소자 F-14	7.20	137
비교 소자 13	5.61	77
비교 소자 14	5.90	81
비교 소자 15	5.50	75
비교 소자 16	5.00	69
비교 소자 17	5.20	70
비교 소자 18	4.90	61
비교 소자 19	5.30	72
비교 소자 20	4.10	52

[581] 표 6을 참조하면, Cz-Cz 간의 치환위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 13(2 또는 7번 위치) 및 비교 소자 20(4번 또는 5번 위치)의 전력 효율은 각각 약 5.61 lm/W 및 약 4.10 lm/W이고, 수명은 각각 77시간

및 52시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz-Cz 간의 치환위치가 3번 또는 6번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 F-1 내지 F-14는 비교 소자 13 및 20에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 비교 소자 13과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치가 상이한 본 발명의 실시예 6에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 F-6은 전력 효율이 약 27%만큼 상승하고, 수명은 약 56%만큼 길어진 것을 알 수 있다. 또한 비교 소자 20과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치가 상이한 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 F-2는 전력 효율이 약 85%만큼 상승하고, 수명은 약 133%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[582] 또한 DBF의 치환되는 위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 14(3 또는 6번 위치)의 전력 효율은 약 5.90 lm/W이고, 수명은 약 81시간임을 알 수 있다. 이에 반해, DBF의 치환되는 위치가 1번 또는 8번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 F-7, F-9 및 F-11은 전력 효율이 적어도 16%만큼 증가한 것을 알 수 있고, 수명은 적어도 41%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[583] 한편, Cz이 중심에 위치하지 않고 측쇄에 치환되었다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 15, 16 및 19의 전력 효율은 각각 약 5.45 lm/W, 약 5.01 lm/W 및 약 5.27 lm/W이고, 수명은 약 75시간, 약 69시간 및 약 72시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz이 중심에 위치하는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 F-1 내지 F-14는 비교 소자 15, 16 및 19에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 Cz-DBT-DBT-Cz 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 15와 대비하여, DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 F-2는 전력 효율이 약 39%만큼 증가하고, 수명은 약 61%만큼 길어짐을 알 수 있다. 또한 Cz-DBF-DBF-Cz 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 16과 대비하여 DBF-Cz-Cz-DBF의 구조를 가지는 본 발명의 실시예 7에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 F-7은 전력 효율이 약 40%만큼 증가하고, 수명이 약 67%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[584] 나아가 Cz를 3개 이상 구조 내에 포함하고 있다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 구조를 갖는 화합물을 포함하는 비교 소자 17 및 18의 전력 효율은 각각 약 5.20 lm/W 및 약 4.90 lm/W이고, 수명은 약 70시간 및 약 61시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz를 2개만 가지는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 F-1 내지 F-14는 비교 소자 17 및 18에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 DBT-Cz-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 18과 대비하여 DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 F-2의 전력 효율은 비교 소자 18에 비하여 약 55%만큼 증가하고, 수명은 약 98%만큼 길어짐을 알 수 있다.

[585]

[586] 발광 소자 G-1 내지 G-14의 제조

[587] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 약 100Å의 두께로 증착하여 제1 층을 형성하고, 상기 제1 층 상에

NPB(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)를 약 300Å의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다.

[588] 상기 제2 층 상에 실시예 1에 따른 화합물로 약 100Å 두께의 제1 차단층을 형성하고, 상기 제1 차단층 상에 상기 화학식 19로 나타내는 화합물과 상기 화학식 20으로 나타내는 화합물을 100:5 중량비로 공증착하여 약 200Å 두께의 발광층을 형성하였다. 그런 다음, 상기 발광층 상에 상기 화학식 21로 나타내는 화합물과 상기 화학식 18로 나타내는 Liq를 50:50 중량비로 공증착하여 약 360Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타내는 Liq를 이용하여 약 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[589] 상기 전자 주입층 상에, 1,000Å 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 청색 발광 소자 G-1을 제조하였다.

[590] 상기 제1 차단층을 본 발명의 실시예 2 내지 14에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 G-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 G-2 내지 G-14를 제조하였다.

[591]

[592] 비교 소자 21 및 28의 제조

[593] 상기 제1 차단층을 비교예 1 내지 8에 따른 화합물을 이용하여 제조한 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 G-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 21 내지 28을 제조하였다.

[594]

[595] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가 - 7[596] 상기와 같이 준비된 발광 소자 G-1 내지 G-14와, 비교 소자 21 내지 28 각각에 대해서, 상기 발광 소자 F-1 내지 F-14에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 500cd/m²일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.

[597] 또한, 상기에서 발광 소자 F-1 내지 F-14에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 G-1 내지 G-14와 비교 소자 21 내지 28 각각의 수명을 측정하였다.

[598] 상기 발광 소자 G-1 내지 G-14와 비교 소자 21 내지 28 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 7에 나타낸다. 표 7에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W이다. 또한, 표 7에서, T₇₅는 발광 소자의 초기 휘도가 1,000cd/m²인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을

의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정된 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[599] 표 7

[Table 7]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명($T_{75}@85^{\circ}\text{C}$ [hr])
발광 소자 G-1	7.62	127
발광 소자 G-2	6.64	107
발광 소자 G-3	7.39	120
발광 소자 G-4	7.03	114
발광 소자 G-5	6.70	123
발광 소자 G-6	6.39	105
발광 소자 G-7	6.12	102
발광 소자 G-8	7.19	111
발광 소자 G-9	6.21	104
발광 소자 G-10	6.85	109
발광 소자 G-11	6.10	102
발광 소자 G-12	6.32	117
발광 소자 G-13	7.30	131
발광 소자 G-14	6.50	125
비교 소자 21	4.83	66
비교 소자 22	5.07	69
비교 소자 23	4.69	64
비교 소자 24	4.31	59
비교 소자 25	4.47	60
비교 소자 26	4.21	52
비교 소자 27	4.53	62
비교 소자 28	3.53	45

[600] 표 7을 참조하면, Cz-Cz 간의 치환위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 21(2 또는 7번 위치) 및 비교 소자 28(4번 또는 5번 위치)의 전력 효율은 각각 약 4.83 lm/W 및 약 3.53 lm/W이고, 수명은 각각 66시간 및 45시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz-Cz 간의 치환위치가 3번 또는 6번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 G-1 내지 G-14는 비교 소자 21 및

28에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 비교 소자 21과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치만이 상이한 본 발명의 실시예 6에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 G-6은 전력 효율이 약 32%만큼 증가하고, 수명이 약 60%만큼 길어짐을 알 수 있다. 또한 비교 소자 28과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치만이 상이한 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 G-2는 전력 효율이 약 88%만큼 증가하고, 수명이 약 137%만큼 길어질 것을 알 수 있다.

[601] 또한 DBF의 치환되는 위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 22(3 또는 6번 위치)의 전력 효율은 약 5.07 lm/W이고, 수명은 약 69시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 DBF의 치환되는 위치가 1번 또는 8번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 G-7, G-9 및 G-11은 비교 소자 22에 비하여 전력 효율이 약 20%만큼 증가하고, 수명이 약 48%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[602] 한편 Cz이 중심에 위치하지 않고 측쇄에 치환되었다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 23, 24 및 27의 전력 효율은 각각 약 4.69 lm/W, 약 4.31 lm/W 및 약 4.53 lm/W이고, 수명은 약 64시간, 약 59시간 및 약 62시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz이 중심에 위치하는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 G-1 내지 G-14는 비교 소자 23, 24 및 27에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 Cz-DBT-DBT-Cz 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 23과 대비하여 DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 G-2는 전력 효율이 약 42%만큼 증가하고, 수명은 약 67%만큼 길어짐을 알 수 있다. 또한 Cz-DBF-DBF-Cz 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 24와 대비하여 DBF-Cz-Cz-DBF의 구조를 가지는 본 발명의 실시예 7에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 G-7은 전력 효율이 약 42%만큼 증가하고, 수명은 약 73%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[603] 나아가 Cz를 3개 이상 구조 내에 포함하고 있다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 25 및 26의 전력 효율은 각각 약 4.47 m/W 및 약 4.21 lm/W이고, 수명은 약 60시간 및 약 52시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz를 2개만 가지는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 G-1 내지 G-14는, 비교 소자 25 및 26에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히, DBT-Cz-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 비교 소자 26과 대비하여 DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 G-2는 전력 효율이 약 58%만큼 증가하고 수명은 약 105%만큼 길어진 것을 알 수 있다.

[604]

[605] 발광 소자 H-1 내지 H-14의 제조

[606] 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO)로 형성된 제1 전극 상에, 호스트

물질로서 NPB를 $1\text{\AA}/\text{sec}$ 의 속도로 증착하고 동시에 상기 화학식 13으로 나타내는 P형 도펀트(HAT-CN)를 상기 호스트 물질 100 중량부에 대해 약 5 중량부의 비율로 공증착(Co-evaporation)하여 100\AA 두께의 제1 층을 형성하였다. 상기 제1 층 상에 NPB를 300\AA 의 두께로 증착하여 제2 층을 형성하였다. 상기 제2 층 상에 실시예 1에 따른 화합물로 약 100\AA 두께의 제1 차단층을 형성하고, 상기 제1 차단층 상에 상기 화학식 19로 나타내는 화합물과 상기 화학식 20으로 나타내는 화합물을 100:5 중량비로 공증착하여 약 200\AA 두께의 발광층을 형성하였다.

[607] 그런 다음, 상기 발광층 상에 상기 화학식 21로 나타내는 화합물과 상기 화학식 18로 나타내는 Liq를 50:50 중량비로 공증착하여 약 360\AA 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자 수송층 상에 상기 화학식 18로 나타나는 Liq를 이용하여 약 10\AA 두께의 전자 주입층을 형성하였다.

[608] 상기 전자 주입층 상에, $1,000\text{\AA}$ 두께의 알루미늄 박막을 이용한 제2 전극을 형성하여 본 발명의 실시예 1에 따른 화합물을 포함하는 청색 발광 소자 H-1을 제조하였다.

[609] 상기 제1 차단층을 본 발명의 실시예 2 내지 14에 따른 화합물들 각각을 이용하여 제조하는 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 H-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 발광 소자 H-2 내지 H-14를 제조하였다.

[610]

[611] 비교 소자 29 내지 36의 제조

[612] 상기 제1 차단층을 비교예 1 내지 8에 따른 화합물을 이용하여 제조한 것을 제외하고는, 상기 발광 소자 H-1을 제조하는 공정과 실질적으로 동일한 공정을 통해서 비교 소자 29 내지 36을 제조하였다.

[613]

[614] 발광 소자의 전력 효율 및 수명 평가 - 8

[615] 상기와 같이 준비된 발광 소자 H-1 내지 H-14와, 비교 소자 29 내지 36 각각에 대해서, 상기 발광 소자 F-1 내지 F-14에 대한 전력 효율 측정 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 휘도가 $500\text{cd}/\text{m}^2$ 일 때의 값을 기준으로 하여 전력 효율을 측정하였다.

[616] 또한, 상기에서 발광 소자 F-1 내지 F-14에 대한 수명 평가 실험과 실질적으로 동일한 방법으로, 발광 소자 H-1 내지 H-14 및 비교 소자 29 내지 36 각각의 수명을 측정하였다.

[617] 상기 발광 소자 H-1 내지 H-14 및 비교 소자 29 내지 36 각각의 전력 효율 및 수명의 결과를 표 8에 나타낸다. 표 8에서, 전력 효율을 측정한 결과의 단위는 lm/W 이다. 또한, 표 8에서, T_{75} 는 발광 소자의 초기 휘도가 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 인 경우, 상기 발광 소자의 휘도가 상기 초기 휘도 대비 75%가 되기까지 걸린 시간을 의미한다. 수명에 대한 값은 당업자에 공지된 전환식을 기초로 하여 다른 측정 조건에서 측정한 경우에 예상되는 수명으로 전환될 수 있다.

[618] 표 8

[Table 8]

소자 No.	전력효율[lm/W]	수명(T ₇₅ @85°C[hr])
발광 소자 H-1	7.70	128
발광 소자 H-2	6.50	101
발광 소자 H-3	7.40	114
발광 소자 H-4	7.10	112
발광 소자 H-5	6.80	120
발광 소자 H-6	6.30	98
발광 소자 H-7	6.10	96
발광 소자 H-8	7.10	111
발광 소자 H-9	6.20	99
발광 소자 H-10	6.90	103
발광 소자 H-11	6.00	95
발광 소자 H-12	6.20	113
발광 소자 H-13	7.20	133
발광 소자 H-14	6.40	125
비교 소자 29	4.99	68
비교 소자 30	5.25	72
비교 소자 31	4.85	66
비교 소자 32	4.46	61
비교 소자 33	4.63	63
비교 소자 34	4.36	54
비교 소자 35	4.69	64
비교 소자 36	3.65	47

[619] 표 8을 참조하면, Cz-Cz 간의 치환위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 29(2 또는 7번 위치) 및 비교 소자 36(4번 또는 5번 위치)의 전력 효율은 각각 약 4.99 lm/W 및 약 3.65 lm/W이고, 수명은 각각 68시간 및 47시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 Cz-Cz 간의 치환위치가 3번 또는 6번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 H-1 내지 H-14는 비교 소자 29 및 36에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 비교 소자 29과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치만이 상이한 본 발명의 실시예 6에 따른

화합물을 사용한 발광 소자 H-6은 전력 효율이 약 26%만큼 증가하고, 수명은 약 44%만큼 길어진 것을 알 수 있다. 또한 비교 소자 36과 대비하여 Cz-Cz 간의 치환위치만이 상이한 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 H-2는 전력 효율이 약 78%만큼 증가하고, 수명은 약 115%로 길어짐을 알 수 있다.

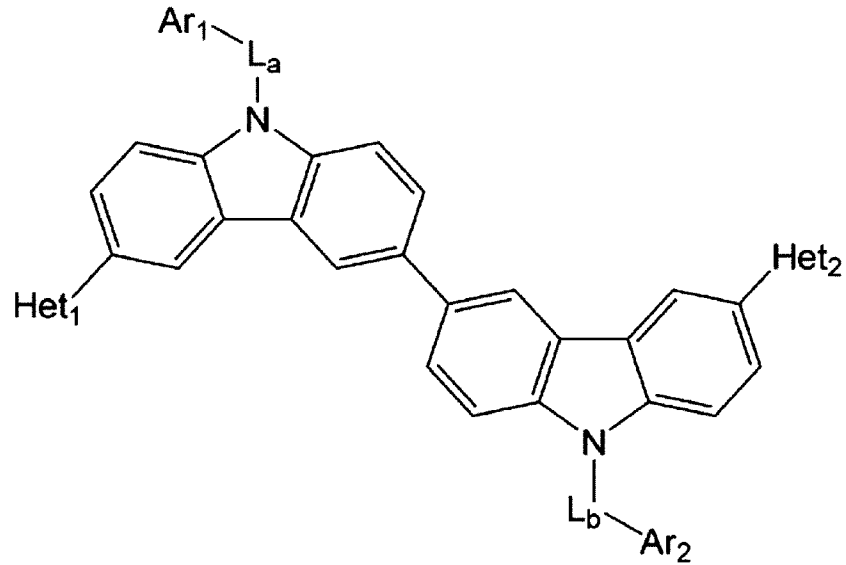
- [620] 또한, DBF의 치환되는 위치가 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 30(3 또는 6번 위치)의 전력 효율은 약 5.25 lm/W이고, 수명은 약 72시간임을 알 수 있다. 이에 비하여 DBF의 치환되는 위치가 1번 또는 8번인 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 H-7, H-9 및 H-11은 비교 소자 30에 비하여 전력 효율이 약 14%만큼 증가하고, 수명이 약 32%만큼 길어짐을 알 수 있다.
- [621] 한편, Cz이 중심에 위치하지 않고 측쇄에 치환되었다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 31, 32 및 35의 전력 효율은 각각 약 4.85 lm/W, 약 4.46 lm/W 및 약 4.69 lm/W이고, 수명은 약 66시간, 약 61시간 및 약 64시간임을 알 수 있다. 이에 비하여, Cz이 중심에 위치하는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 H-1 내지 H-14는 비교 소자 31, 32 및 35에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 Cz-DBT-DBT-Cz 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 31과 대비하여 DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명에 따른 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 H-2는 전력 효율이 약 34%만큼 증가하고, 수명은 약 53%만큼 길어짐을 알 수 있다. 또한 Cz-DBF-DBF-Cz 구조를 가지는 비교 소자 32와 대비하여 DBF-Cz-Cz-DBF의 구조를 가지는 본 발명의 실시예 7에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 H-7은 전력 효율이 약 37%만큼 증가하고, 수명은 약 57%만큼 길어짐을 알 수 있다.
- [622] 나아가 Cz를 3개 이상 구조 내에 포함하고 있다는 점에서 본 발명에 따른 화합물과 상이한 화합물을 포함하는 비교 소자 33 및 34의 전력 효율은 각각 약 4.63 m/W 및 약 4.36 lm/W이고, 수명은 약 63시간 및 약 54시간임을 알 수 있다. 이에 비하여, Cz를 2개만 가지는 본 발명에 따른 화합물들을 사용한 발광 소자 H-1 내지 H-14는 비교 소자 33 및 34에 비하여 우수한 전력 효율과 수명을 보이는 것을 알 수 있다. 특히, DBT-Cz-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 화합물을 포함하는 비교 소자 34와 대비하여 DBT-Cz-Cz-DBT 구조를 가지는 본 발명의 실시예 2에 따른 화합물을 사용한 발광 소자 H-2는 전력 효율이 약 49%만큼 증가하고, 수명은 약 87%만큼 길어짐을 알 수 있다.
- [623] 상기에서 설명한 바에 따르면, 본 발명에 따른 신규한 화합물을 이용하여 전력 효율, 수명 및 열적 안정성이 향상된 발광 소자를 제조할 수 있다.

청구범위

[청구항 1]

하기 화학식 1로 나타내는 화합물:

[화학식 1]

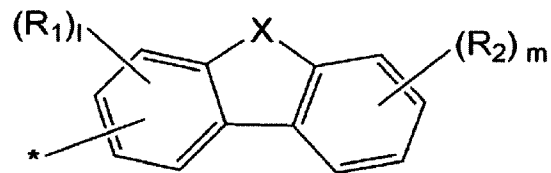


상기 식에서

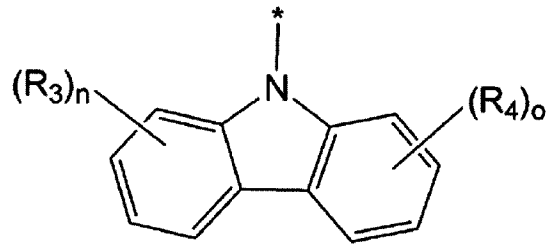
L_a 및 L_b 는 각각 독립적으로 $*-L_1-L_2-L_3-L_4*$ 를 나타내고,
 L_1, L_2, L_3 및 L_4 는 각각 독립적으로 단일결합, -O-, -S-, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴렌기 또는 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬렌기를 나타내며,

Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기, 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내며,

[화학식 2-1]

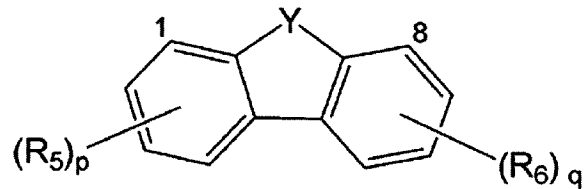


[화학식 2-2]

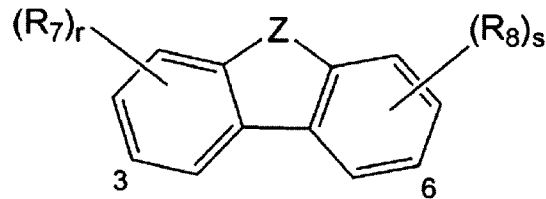


Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내고,

[화학식 3]



[화학식 4]



여기서 X는 N-W, O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내며,
W는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 3 내지 20을 갖는 시클로알킬기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로시클로알킬기, 탄소수 5 내지 20을 갖는 바이시클로알킬기를 나타내고,
Y는 S 또는 O를 나타내며,
Z는 S를 나타내고,

R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기를 나타내며,

l은 0 내지 3의 정수, m, n 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수를 나타내고, p 및 q 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내고, r 및 s 중 어느 하나는 0 내지 3의 정수를, 다른 하나는 0 내지 4의 정수를 나타내며,

화학식 3으로 표시되는 치환기는 1번 또는 8번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되며,

화학식 4로 표시되는 치환기는 3번 또는 6번 탄소 위치에서 화학식 1의 화합물에 치환되고,

화학식 1 내지 4에 대해 상기에서 설명한 치환체의 정의 중에서, 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기 및 바이시클로알킬기는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 1 내지 6을 갖는 1개 이상의 알킬기로 치환되거나 비치환된 아민기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴옥시기, 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴티오기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시카르보닐기, 할로젠기, 시아노기, 나이트로기, 하이드록시기 및 카르복시기로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 치환되거나 비치환된다.

[청구항 2]

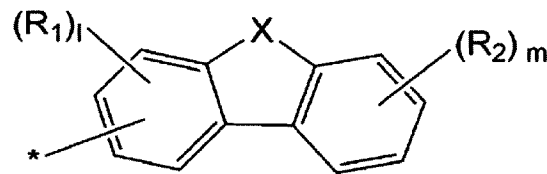
제1항에 있어서,

L_a 및 L_b 는 각각 독립적으로 $*-L_1-L_2-L_3-L_4*$ 를 나타내고,

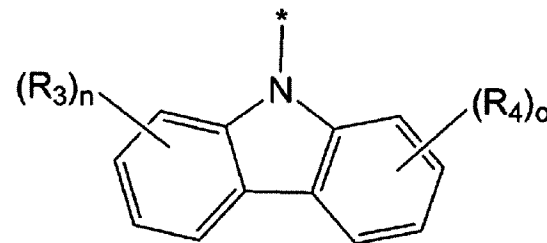
L_1 , L_2 , L_3 및 L_4 는 각각 독립적으로 단일결합 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴렌기를 나타내며,

Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기, 탄소수 2 내지 20을 갖는 헤테로아릴기, 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를 나타내고,

[화학식 2-1]

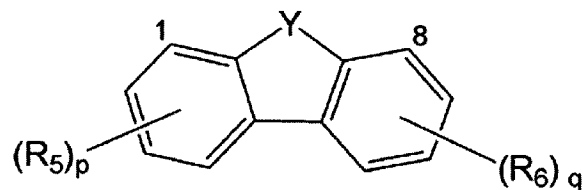


[화학식 2-2]

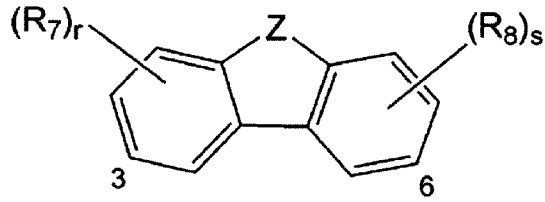


Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내며,

[화학식 3]



[화학식 4]

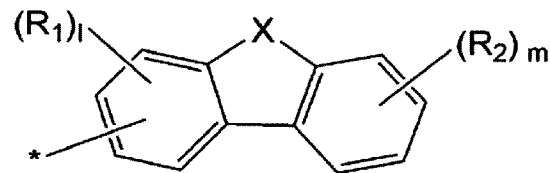


여기서 X는 N-W, O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,
 W는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기 또는 탄소수 2 내지 20을
 갖는 헤테로아릴기를 나타내며,
 Y는 S 또는 O를 나타내고,
 Z는 S를 나타내며,
 R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1
 내지 6을 갖는 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기를
 나타내고,
 m, n, l, o, p, q, r 및 s는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수를
 나타내는 화합물.

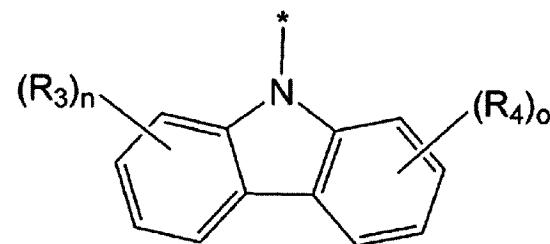
[청구항 3]

제1항에 있어서,
 L_a 및 L_b는 각각 독립적으로 단일결합 또는 탄소수 6 내지 20을
 갖는 아릴렌기를 나타내며,
 Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는
 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기로 치환되거나 비치환된 탄소수 6
 내지 20을 갖는 아릴기; 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는 탄소수 6
 내지 20을 갖는 아릴기로 치환되거나 비치환된 탄소수 2 내지 20을
 갖는 헤테로아릴기; 하기 화학식 2-1 또는 하기 화학식 2-2를
 나타내고,

[화학식 2-1]

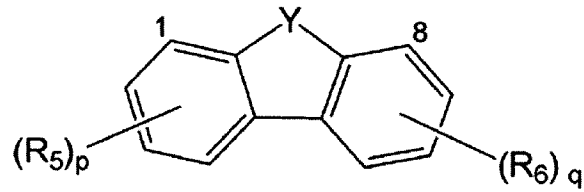


[화학식 2-2]

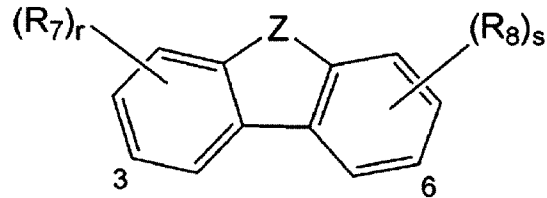


Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식
 4를 나타내고,

[화학식 3]



[화학식 4]

여기서 X는 O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,

Y는 S 또는 O를 나타내며,

Z는 S를 나타내고,

R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6을 갖는 알킬기 또는 탄소수 6 내지 20을 갖는 아릴기를 나타내며,

m, n, l, o, p 및 q는 각각 독립적으로 0 또는 1을 나타내는 화합물.

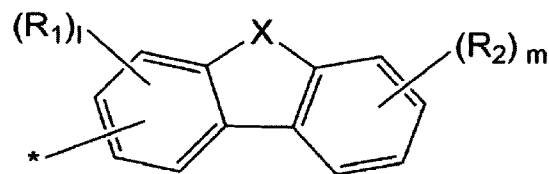
[청구항 4]

제1항에 있어서,

L_a 및 L_b는 각각 독립적으로 단일결합 또는 페닐렌을 나타내며,

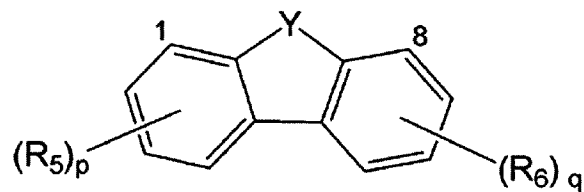
Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로 메틸기 또는 페닐기로 치환되거나 비치환된 페닐기; 나프틸기; 또는 하기 화학식 2-1을 나타내며,

[화학식 2-1]

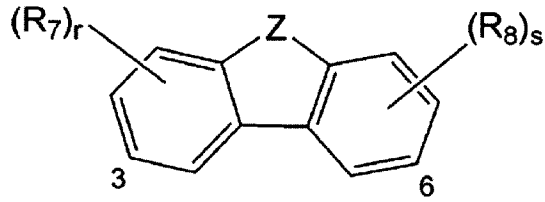


Het₁ 및 Het₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 3 또는 하기 화학식 4를 나타내며,

[화학식 3]



[화학식 4]



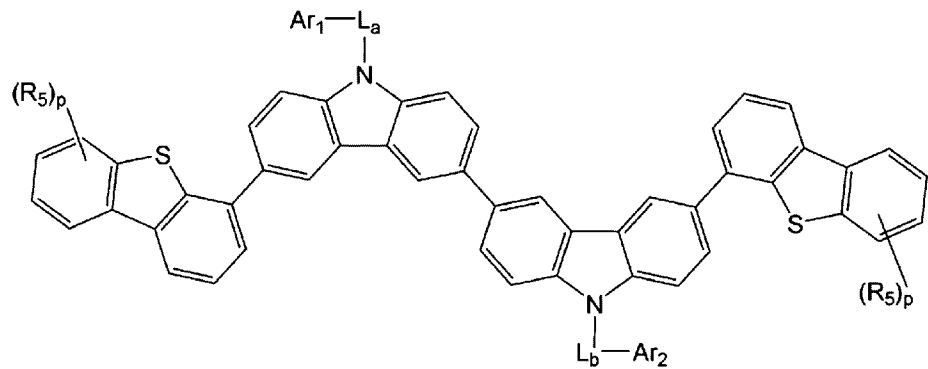
여기서 X는 O, S 또는 Si(R₉)(R₁₀)를 나타내고,
Y는 S 또는 O를 나타내며,
Z는 S를 나타내고,

R₅ 및 R₇은 각각 독립적으로 메틸기 또는 페닐기를 나타내며,
R₉ 및 R₁₀은 각각 독립적으로 메틸기를 나타내고,
p 및 r은 각각 독립적으로 0 또는 1을 나타내며,
l, m, q 및 s는 각각 독립적으로 0을 나타내는 화합물.

[청구항 5]

제1항에 있어서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 5로 나타내는 것을 특징으로 하는 화합물:

[화학식 5]



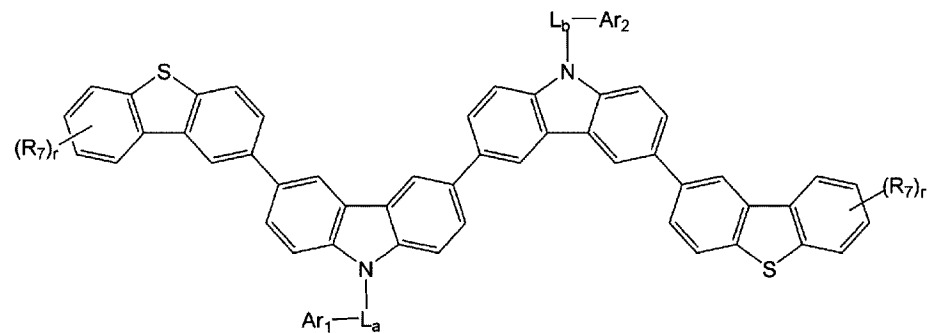
상기 식에서,

Ar₁, Ar₂, L_a, L_b, R₅ 및 p는 제1항에서 정의한 바와 같고,
Ar₁ 및 Ar₂는 서로 동일하고, L_a 및 L_b는 서로 동일하다.

[청구항 6]

제1항에 있어서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 6으로 나타내는 것을 특징으로 하는 화합물;

[화학식 6]



상기 식에서,

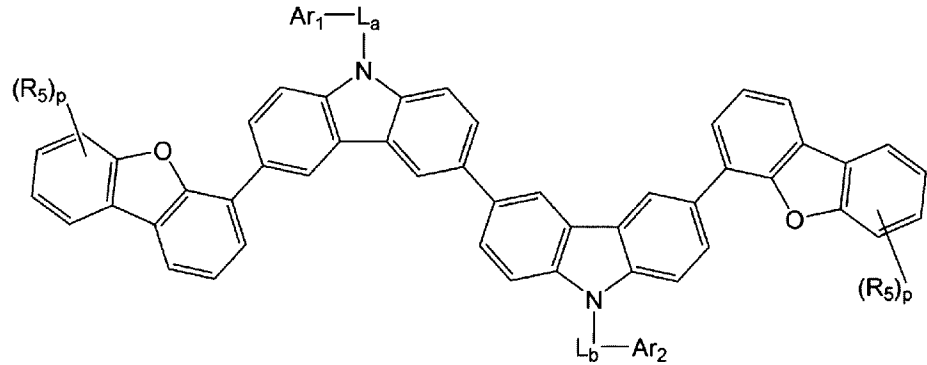
Ar₁, Ar₂, L_a, L_b, R₇ 및 r은 제1항에서 정의한 바와 같고,

Ar_1 및 Ar_2 는 서로 동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[청구항 7]

제1항에 있어서, 상기 화학식 1의 화합물은 하기 화학식 7로 나타내는 것을 특징으로 하는 화합물;

[화학식 7]



상기 식에서,

Ar_1 , Ar_2 , L_a , L_b , R_5 및 p 는 제1항에서 정의한 바와 같고, Ar_1 및 Ar_2 는 서로 동일하고, L_a 및 L_b 는 서로 동일하다.

[청구항 8]

제1 전극;

제2 전극;

제1 전극과 제2 전극 사이에 배치된 발광층; 및

제1 전극과 발광층 사이에 배치되고, 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 화합물을 포함하는 정공 수송성층을 포함하는 발광 소자.

[청구항 9]

제8항에 있어서, 정공 수송성층은 P형 도펀트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

[청구항 10]

제8항에 있어서, 정공 수송성층은

상기 화합물 및 P형 도펀트를 포함하는 제1 층; 및

상기 화합물을 포함하는 제2 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

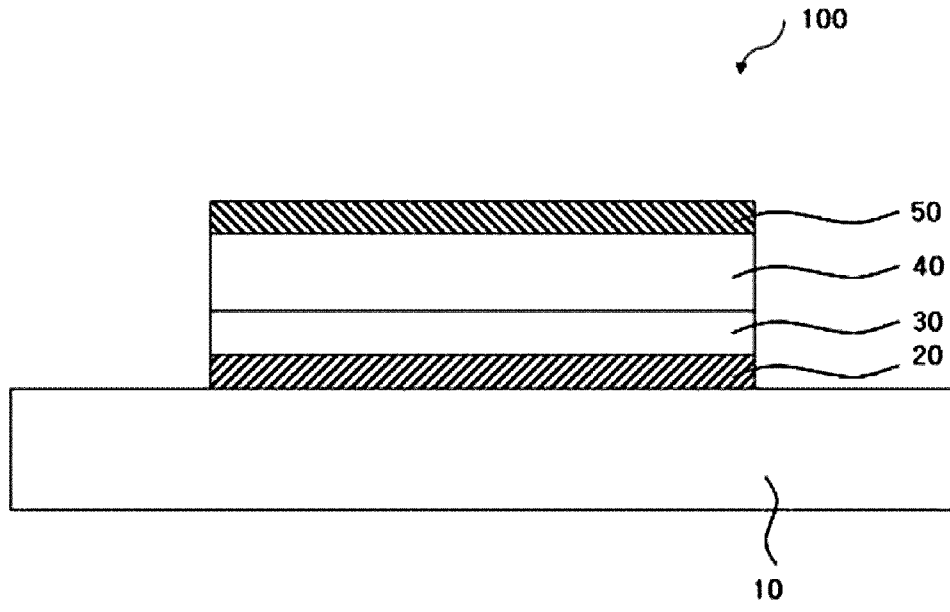
[청구항 11]

제8항에 따른 발광 소자를 포함하는 전자 장치.

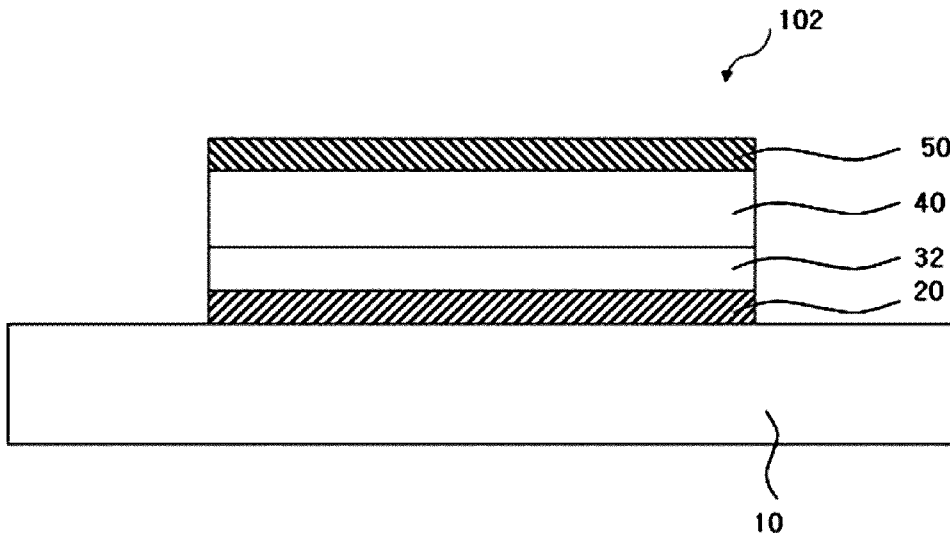
[청구항 12]

제11항에 따른 전자 장치는 디스플레이 장치 또는 조명 장치인 것을 특징으로 하는 전자 장치.

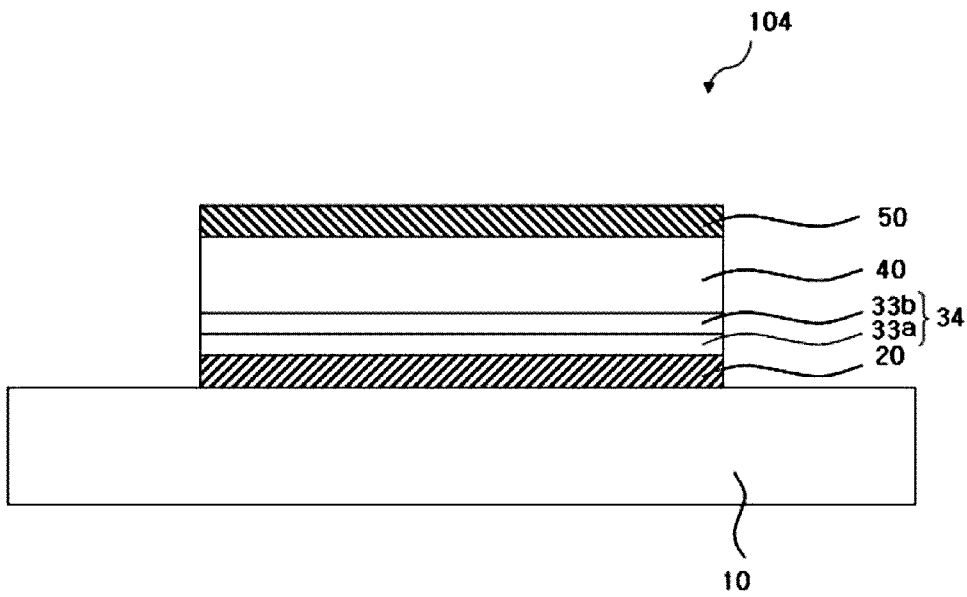
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/008465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07D 409/14(2006.01)i, C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(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)

C07D 409/14; C07D 407/14; H01L 51/54; H01J 1/63; C09K 11/06; H01L 51/50

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 above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: light emission, organic light emitting device, organic electroluminescent, electroluminescent, OLED, carbazole, dibenzothiophenyl, oxadiazolyl

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011-0278552 A1 (NUMATA, Masaki et al.) 17 November 2011 See the entire document.	1-12
A	US 2009-0096360 A1 (TANAKA, Tatsuo et al.) 16 April 2009 See the entire document.	1-12
A	Kathryn C. Moss et al., "Tuning the Intramolecular Charge Transfer Emission from Deep Blue to Green in Ambipolar Systems Based on Dibenzothiophene S,S-Dioxide by Manipulation of Conjugation and Strength of the Electron Donor Units", J. Org. Chem., 2010, vol. 75, pp. 6771-6781. See the entire document.	1-12
A	Lidan Deng et al., "Molecular designing and DFT investigation of novel alternating donor-acceptor dibenzo[b, d]thiophen-based systems: from monomer to polymer", Struct. Chem., 2012, vol. 23, pp. 97-106 (Published online: 5 August 2011). See the entire document.	1-12



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 JANUARY 2014 (29.01.2014)

Date of mailing of the international search report

29 JANUARY 2014 (29.01.2014)

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/KR2013/008465

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date		
US 2011-0278552 A1	17/11/2011	CN 102812574 A	05/12/2012		
		CN 102823015 A	12/12/2012		
		EP 2555270 A1	06/02/2013		
		EP 2555270 A4	18/09/2013		
		EP 2555272 A1	06/02/2013		
		EP 2555272 A4	18/09/2013		
		JP 05-261611 B2	14/08/2013		
		JP 2013-163682 A	22/08/2013		
		KR 10-2013-0018724 A	25/02/2013		
		KR 10-2013-0018725 A	25/02/2013		
		KR 10-2013-0083477 A	22/07/2013		
		TW 201132739 A	01/10/2011		
		TW 201136921 A	01/11/2011		
		US 2013-0020565 A1	24/01/2013		
		WO 2011-122132 A1	06/10/2011		
		WO 2011-125680 A1	13/10/2011		
		US 2009-0096360 A1	16/04/2009	EP 1970976 A1	17/09/2008
				EP 1970976 A4	14/07/2010
EP 2463930 A2	13/06/2012				
EP 2463930 A3	08/08/2012				
JP 05-181676 B2	10/04/2013				
JP 2012-231146 A	22/11/2012				
US 2011-0168990 A1	14/07/2011				
US 7935434 B2	03/05/2011				
US 8221908 B2	17/07/2012				
WO 2007-077810 A1	12/07/2007				

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
C07D 409/14(2006.01)i, C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C07D 409/14; C07D 407/14; H01L 51/54; H01J 1/63; C09K 11/06; H01L 51/50

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 내부검색시스템) & 키워드: 발광, 유기발광소자, 유기전계발광, electroluminescent, OLED, carbazole, dibenzothiophenyl, oxadiazolyl

C. 관련 문헌


카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2011-0278552 A1 (MASAKI NUMATA 외 1명) 2011.11.17 전체 문헌 참조.	1-12
A	US 2009-0096360 A1 (TATSUO TANAKA 외 1명) 2009.04.16 전체 문헌 참조.	1-12
A	Kathryn C. Moss et al., "Tuning the Intramolecular Charge Transfer Emission from Deep Blue to Green in Ambipolar Systems Based on Dibenzothiophene S,S-Dioxide by Manipulation of Conjugation and Strength of the Electron Donor Units ", J. Org. Chem., 2010, vol. 75, pp.6771-6781. 전체 문헌 참조.	1-12
A	Lidan Deng et al., "Molecular designing and DFT investigation of novel alternating donor-acceptor dibenzo[b,d]thiophen-based systems: from monomer to polymer", Struct. Chem., 2012, vol. 23, pp.97-106 (Published online: 5 August 2011). 전체 문헌 참조.	1-12


추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

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 2014년 01월 29일 (29.01.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 01월 29일 (29.01.2014)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
 4동 (문산동, 정부대전청사)
 팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
 한정희
 전화번호 +82-42-481-5604


국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일		
US 2011-0278552 A1	2011/11/17	CN 102812574 A	2012/12/05		
		CN 102823015 A	2012/12/12		
		EP 2555270 A1	2013/02/06		
		EP 2555270 A4	2013/09/18		
		EP 2555272 A1	2013/02/06		
		EP 2555272 A4	2013/09/18		
		JP 05-261611 B2	2013/08/14		
		JP 2013-163682 A	2013/08/22		
		KR 10-2013-0018724 A	2013/02/25		
		KR 10-2013-0018725 A	2013/02/25		
		KR 10-2013-0083477 A	2013/07/22		
		TW 201132739 A	2011/10/01		
		TW 201136921 A	2011/11/01		
		US 2013-0020565 A1	2013/01/24		
		WO 2011-122132 A1	2011/10/06		
		WO 2011-125680 A1	2011/10/13		
		US 2009-0096360 A1	2009/04/16	EP 1970976 A1	2008/09/17
				EP 1970976 A4	2010/07/14
				EP 2463930 A2	2012/06/13
				EP 2463930 A3	2012/08/08
JP 05-181676 B2	2013/04/10				
JP 2012-231146 A	2012/11/22				
US 2011-0168990 A1	2011/07/14				
US 7935434 B2	2011/05/03				
US 8221908 B2	2012/07/17				
WO 2007-077810 A1	2007/07/12				