



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0026744
 (43) 공개일자 2016년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
 H01L 51/50 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 C09K 11/06 (2013.01)
 H01L 51/0062 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0120784
 (22) 출원일자 2015년08월27일
 심사청구일자 없음
 (30) 우선권주장
 1020140114518 2014년08월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
이상엽
 경기도 화성시 동탄반석로 232, 133동 602호 (석우동, 예당마을신일유투빌아파트)
김상동
 경기도 화성시 영통로27번길 20, 407동 1004호 (반월동, 신영통현대4차아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자**

(57) 요약

소정의 식을 만족하는 유기 발광 소자가 제시된다.

대표도 - 도1

10

19
17
15
13
11

(52) CPC특허분류

H01L 51/5004 (2013.01)

H01L 51/5012 (2013.01)

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 2924/12044 (2013.01)

(72) 발명자

김지환

서울특별시 서초구 동광로39길 34-7, 302호 (반포동, 피케이빌)

이방린

경기도 수원시 영통구 영통로 498, 151동 801호 (영통동, 황골마을주공1단지아파트)

곽승연

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1, A동 317호 (농서동)

최현호

서울특별시 송파구 올림픽로 399, 12동 402호 (신천동, 진주아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극;

제2전극;

상기 제1전극과 제2전극 사이에 개재된 발광층;

상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 개재되고, 정공 수송층을 포함한, 정공 수송 영역; 및

상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 전자 수송층을 포함한, 전자 수송 영역;을 포함하고,

상기 발광층은 전자 수송성-호스트 및 정공 수송성-호스트를 포함하고,

상기 정공 수송층은 정공 수송 물질을 포함하고,

상기 전자 수송층은 전자 수송 물질을 포함하고,

하기 식 1 및 2를 만족하는, 유기 발광 소자:

<식 1>

$$0.75\text{eV} \leq | \text{LUMO}_{\text{H(ET)}} - \text{LUMO}_{\text{H(HT)}} | \leq 0.90\text{eV}$$

<식 2>

$$| E(\text{S}_{1, \text{H(ET)}}) - E(\text{S}_{1, \text{H(HT)}}) | < 0.15\text{eV}$$

상기 식 1 및 2 중,

$\text{LUMO}_{\text{H(ET)}}$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 레벨이고,

$\text{LUMO}_{\text{H(HT)}}$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 LUMO 에너지 레벨이고,

$E(\text{S}_{1, \text{H(ET)}})$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,

$E(\text{S}_{1, \text{H(HT)}})$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

하기 식 3 및 4를 만족하는, 유기 발광 소자:

<식 3>

$$| \text{HOMO}_{\text{H(HT)}} - \text{HOMO}_{\text{HTL}} | < 0.3\text{eV}$$

<식 4>

$$0.15\text{eV} \leq | \text{HOMO}_{\text{H(HT)}} - \text{HOMO}_{\text{H(ET)}} | \leq 2.0\text{eV}$$

상기 식 3 및 4 중,

$\text{HOMO}_{\text{H(HT)}}$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 레벨이고,

HOMO_{HTL} 는 상기 정공 수송 물질의 HOMO 에너지 레벨이고,

$\text{HOMO}_{\text{H(ET)}}$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 HOMO 에너지 레벨이다.

청구항 3

제1항에 있어서,

하기 식 5를 만족하는, 유기 발광 소자:

<식 5>

$$|LUMO_{H(ET)} - LUMO_{ETL}| < 0.2eV$$

상기 식 5 중 상기 $LUMO_{ETL}$ 은 상기 전자 수송 물질의 LUMO 에너지 레벨이다.

청구항 4

제1항에 있어서,

하기 식 6 및 7을 만족하는, 유기 발광 소자:

<식 6>

$$\min\{E(S_{1,H(HT)}), E(S_{1,H(ET)})\} - E(S_{1,EX}) > 0.15eV$$

<식 7>

$$E(S_{1,EX}) - E(T_{1,EX}) < 0.15eV$$

상기 식 6 및 7 중

$E(S_{1,H(HT)})$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,

$E(S_{1,H(ET)})$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,

$\min\{E(S_{1,H(HT)}), E(S_{1,H(ET)})\}$ 는 상기 $E(S_{1,H(HT)})$ 와 상기 $E(S_{1,H(ET)})$ 중 작은 값을 가리키고,

$E(S_{1,EX})$ 는 상기 정공 수송성-호스트와 상기 전자 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스(exciplex)의 단일항 에너지 레벨이고,

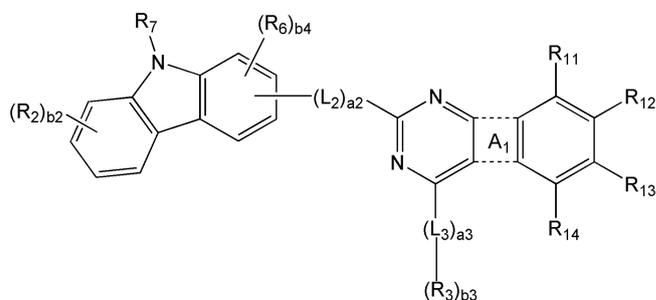
$E(T_{1,EX})$ 는 상기 정공 수송성-호스트와 상기 전자 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스의 삼중항 에너지 레벨이다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성-호스트가 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 1>



<화학식 1A>



상기 화학식 1 중 고리 A₁은 상기 화학식 1A로 표시되고,

X₁은 N-[(L₁)_{a1}-(R₁)_{b1}], S, O, S(=O), S(=O)₂, C(=O), Si(R₄)(R₅), P(R₄), P(=O)(R₄) 또는 C=N(R₄)이고,

L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹(substituted or unsubstituted divalent non-aromatic condensed polycyclic group) 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(substituted or unsubstituted divalent non-aromatic condensed heteropolycyclic group) 중에서 선택되고,

a₁ 내지 a₃는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고, a₁이 2 이상일 경우 2 이상의 L₁은 서로 동일하거나 상이하고, a₂가 2 이상일 경우 2 이상의 L₂는 서로 동일하거나 상이하고, a₃가 2 이상일 경우 2 이상의 L₃는 서로 동일하거나 상이하고,

R₁ 내지 R₇ 및 R₁₁ 내지 R₁₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오르기), -Cl(클로르기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) 및 -B(Q₆)(Q₇) 중에서 선택되고,

b₁ 내지 b₄는 서로 독립적으로, 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

상기 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂),

-Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅) 및 -B(Q₁₆)(Q₁₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로 축합다환 그룹;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅) 및 -B(Q₂₆)(Q₂₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

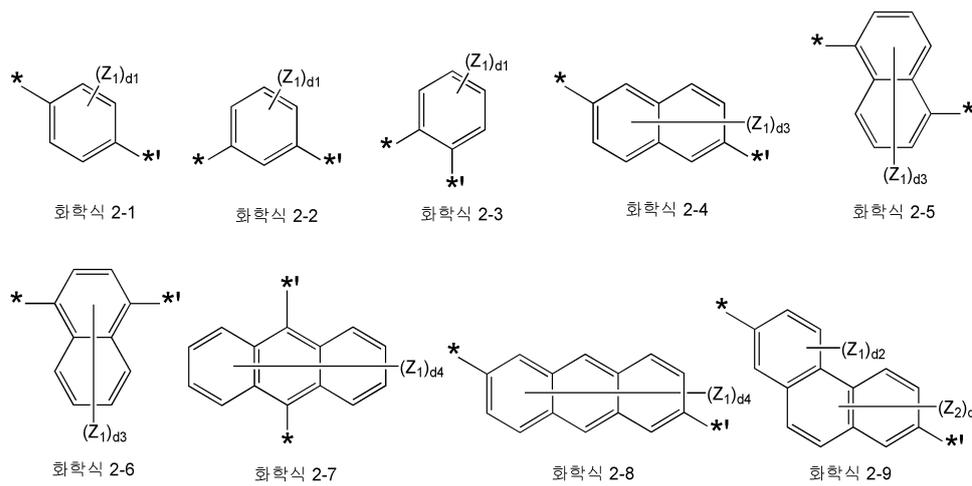
-N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 및 -B(Q₃₆)(Q₃₇); 중에서 선택되고;

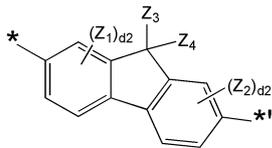
상기 Q₁ 내지 Q₇, Q₁₁ 내지 Q₁₇, Q₂₁ 내지 Q₂₇ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₇은 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.

청구항 6

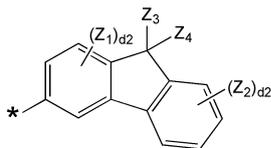
제5항에 있어서,

상기 L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로, 화학식 2-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 2-17로 표시되는 그룹 중에서 선택되는, 유기 발광 소자:

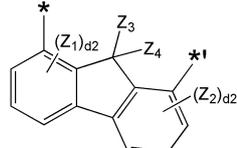




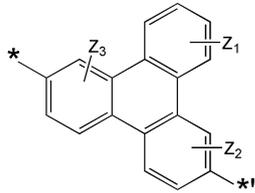
화학식 2-10



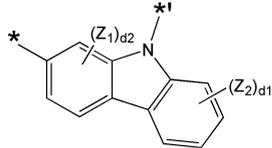
화학식 2-11



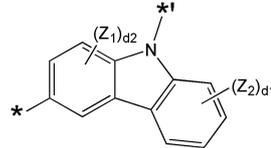
화학식 2-12



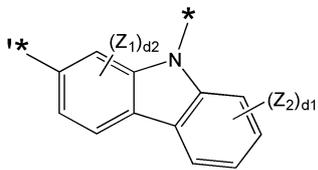
화학식 2-13



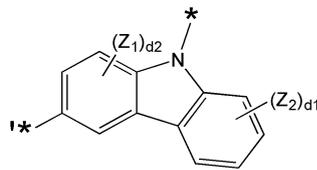
화학식 2-14



화학식 2-15



화학식 2-16



화학식 2-17

상기 화학식 2-1 내지 2-17 중,

Z₁ 내지 Z₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴녹살리닐기, 비페닐기 및 -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 중에서 선택되고,

상기 Q₃₃ 내지 Q₃₅는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택되고,

d₁은 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

d₂는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

d₃는 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

d₄는 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,

d₆는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

* 및 *'은 서로 독립적으로, 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 i) R₂ 및 R₃ 중 적어도 하나 및 ii) R₁ 및 R₇은, 서로 독립적으로,

페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기,

이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조푸라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조푸라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐 및 비페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조푸라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기;

중에서 선택된, 유기 발광 소자.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 R₁ 내지 R₇는 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

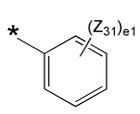
하기 화학식 4-1 내지 4-31; 및

-Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) (단, 상기 R₄ 내지 R₅는 -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅)가 아님);

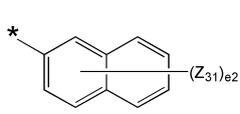
중에서 선택되고,

상기 i) R₂ 및 R₃ 중 적어도 하나 및 ii) R₁ 및 R₇은, 서로 독립적으로, 하기 화학식 4-1 내지 4-31 중 하나로

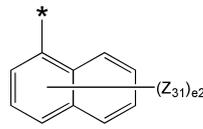
표시되는, 유기 발광 소자:



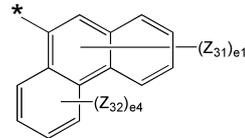
화학식 4-1



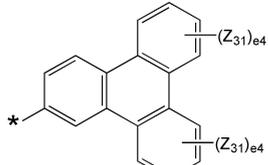
화학식 4-2



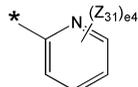
화학식 4-3



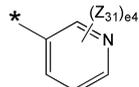
화학식 4-4



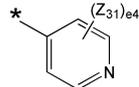
화학식 4-5



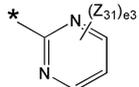
화학식 4-6



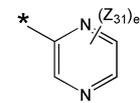
화학식 4-7



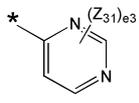
화학식 4-8



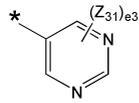
화학식 4-9



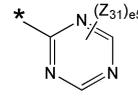
화학식 4-10



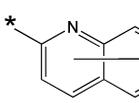
화학식 4-11



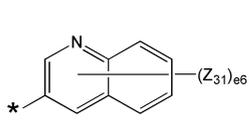
화학식 4-12



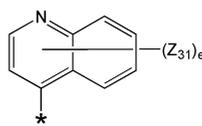
화학식 4-13



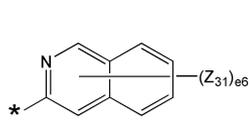
화학식 4-14



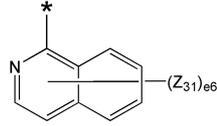
화학식 4-15



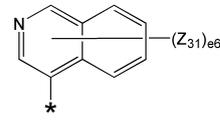
화학식 4-16



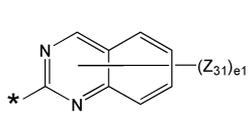
화학식 4-17



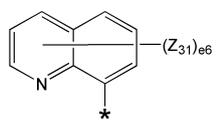
화학식 4-18



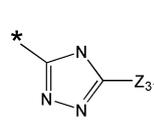
화학식 4-19



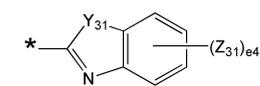
화학식 4-20



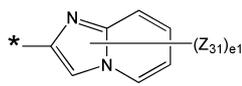
화학식 4-21



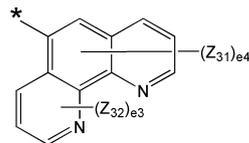
화학식 4-22



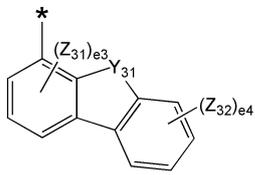
화학식 4-23



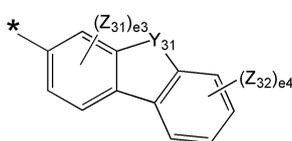
화학식 4-24



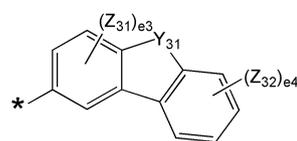
화학식 4-25



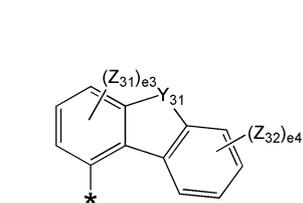
화학식 4-26



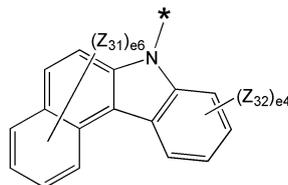
화학식 4-27



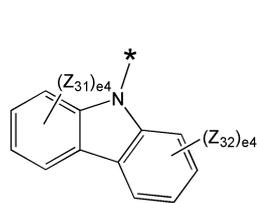
화학식 4-28



화학식 4-29



화학식 4-30



화학식 4-31

화학식 4-1 내지 4-31 중,

Y_{31} 은 O, S, $C(Z_{33})(Z_{34})$, $N(Z_{35})$ 또는 $Si(Z_{36})(Z_{37})$ 이고 (단, 화학식 4-23 중 Y_{31} 은 NH가 아님),

Z_{31} 내지 Z_{37} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴녹살리닐기, 비페닐기 및 $-Si(Q_{33})(Q_{34})(Q_{35})$ 중에서 선택되고,

상기 Q_3 내지 Q_5 및 Q_{33} 내지 Q_{35} 는 서로 독립적으로, 수소, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택되고,

e_1 은 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

e_2 는 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

e_3 는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

e_4 는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

e_5 는 1 또는 2이고,

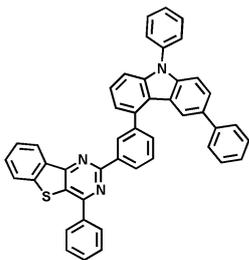
e_6 은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

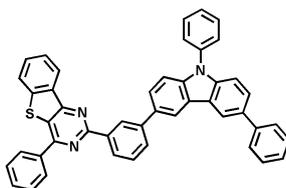
청구항 9

제1항에 있어서,

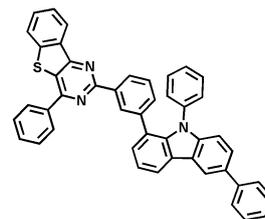
상기 전자 수송성-호스트가 하기 화합물 EH1-401 내지 EH1-415 및 EH2-1 내지 EH2-30 중 적어도 하나를 포함한, 유기 발광 소자:



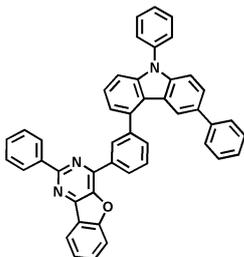
EH1-401



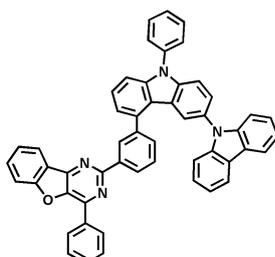
EH1-402



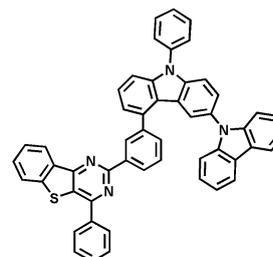
EH1-403



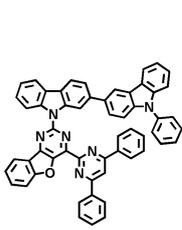
EH1-404



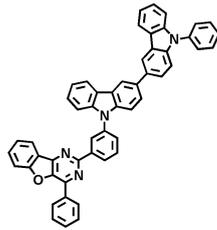
EH1-405



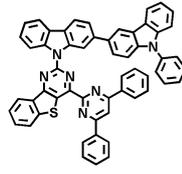
EH1-406



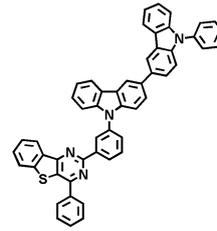
EH2-9



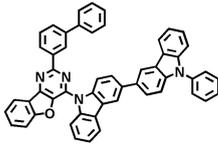
EH2-10



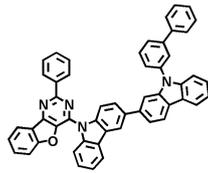
EH2-11



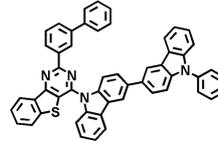
EH2-12



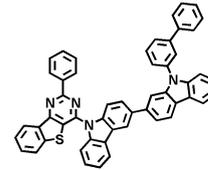
EH2-13



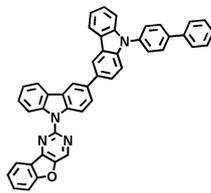
EH2-14



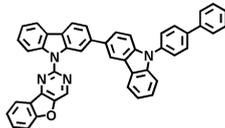
EH2-15



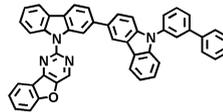
EH2-16



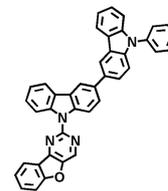
EH2-17



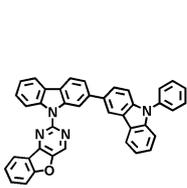
EH2-18



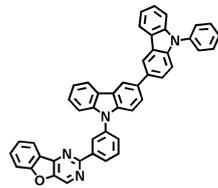
EH2-19



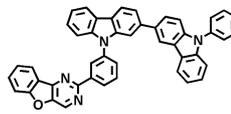
EH2-20



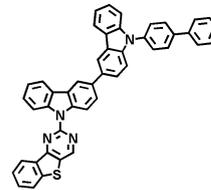
EH2-21



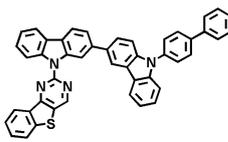
EH2-22



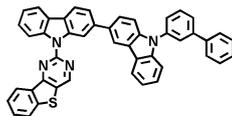
EH2-23



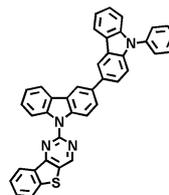
EH2-24



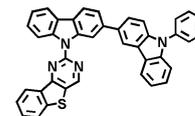
EH2-25



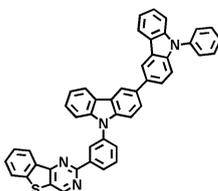
EH2-26



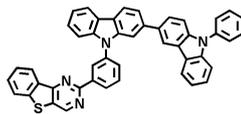
EH2-27



EH2-28



EH2-29



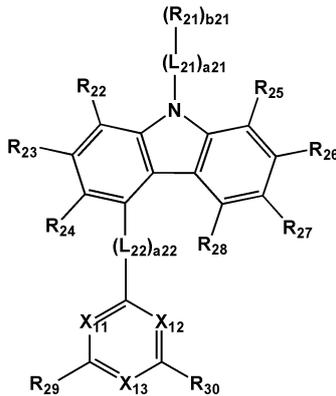
EH2-30

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성-호스트가 하기 화학식 10으로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 10>



상기 화학식 10 중,

L_{21} 및 L_{22} 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

a_{21} 및 a_{22} 는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

X_{11} 은 N 또는 $C(R_{51})$ 이고, X_{12} 은 N 또는 $C(R_{52})$ 이고, X_{13} 은 N 또는 $C(R_{53})$ 이고, X_{11} 내지 X_{13} 중 2 이상은 N이고,

R_{21} 내지 R_{30} 및 R_{51} 내지 R_{53} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 및 $-Si(Q_{41})(Q_{42})(Q_{43})$ 중에서 선택되고,

b_{21} 및 b_{22} 는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

상기 R_{25} 내지 R_{28} 중 적어도 하나는, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

상기 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기, 치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴옥시기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴티오기, 치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 적어도 하나의 치환기는,

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기,

카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q₅₁)(Q₅₂)(Q₅₃) 및 -B(Q₅₄)(Q₅₅) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q₆₁)(Q₆₂)(Q₆₃) 및 -B(Q₆₄)(Q₆₅) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

-Si(Q₇₁)(Q₇₂)(Q₇₃) 및 -B(Q₇₄)(Q₇₅);

중에서 선택되고;

상기 Q₄₁ 내지 Q₄₃, Q₅₁ 내지 Q₅₅, Q₆₁ 내지 Q₆₅ 및 Q₇₁ 내지 Q₇₅는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.

청구항 11

제10항에 있어서,

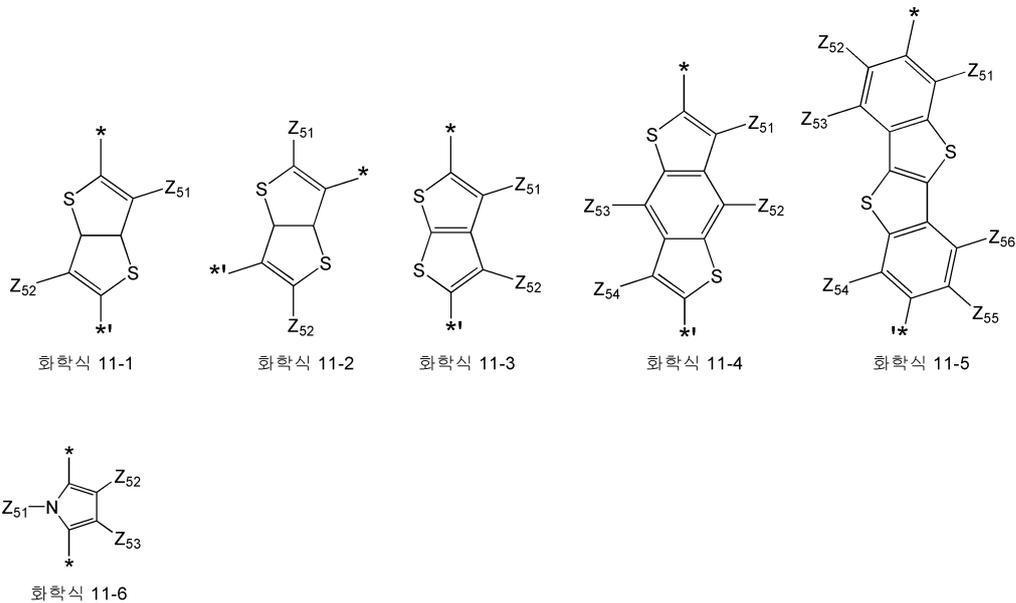
상기 L₂₁ 및 L₂₂는 서로 독립적으로,

페닐렌기, 나프틸렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 안트라세닐렌기, 피롤일렌기, 피리디닐렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 이소인돌일렌기, 인돌일렌기, 푸라닐렌기, 벤조푸라닐렌기, 티오펜일렌기, 벤조티오펜일렌기 및 트리아지닐렌기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 안트라세닐렌기, 피롤일렌기, 피리디닐렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 이소인돌일렌기, 인돌일렌기, 푸라닐렌기, 벤조푸라닐렌기, 티오펜일렌기, 벤조티오펜일렌기 및 트리아지닐렌기; 및

상기 화학식 11-1로 표시되는 그룹 내지 하기 화학식 11-6로 표시되는 그룹;

중에서 선택되는, 유기 발광 소자:



상기 화학식 11-1 내지 11-6 중,

Z₅₁ 내지 Z₅₆는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택되고,

*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

청구항 12

제10항에 있어서,

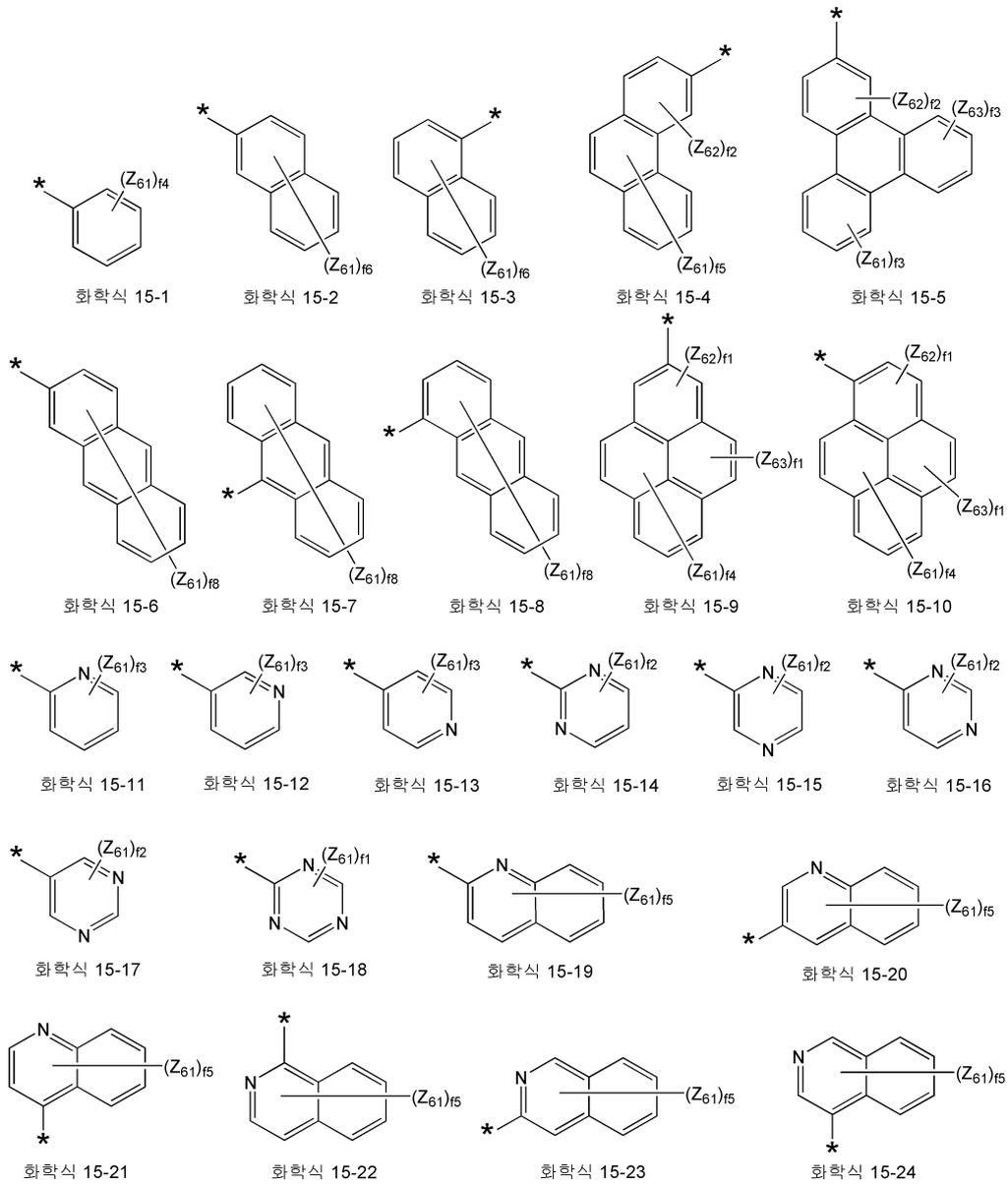
R₂₁은 하기 화학식 15-1 내지 15-40 및 -Si(Q₄₁)(Q₄₂)(Q₄₃) (여기서, 상기 Q₄₁ 내지 Q₄₃은 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택됨) 중에서 선택되고,

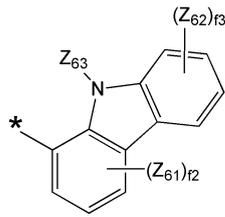
R₂₂ 내지 R₂₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기 중에서 선택되고,

R₂₅ 내지 R₃₀은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기 및 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택되고,

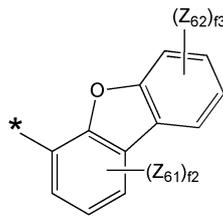
상기 R₂₅ 내지 R₂₈ 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택되고,

상기 R₂₉ 및 R₃₀ 중 적어도 하나는 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택된, 유기 발광 소자:

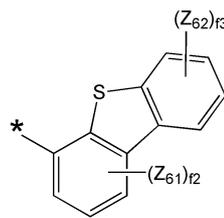




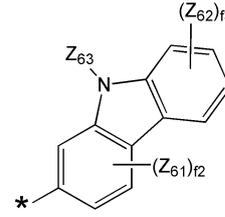
화학식 15-25



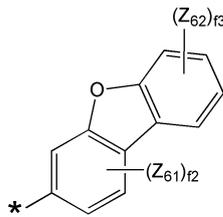
화학식 15-26



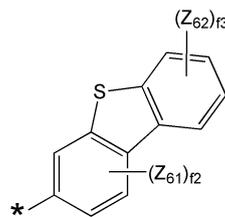
화학식 15-27



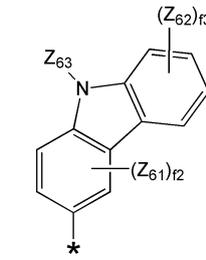
화학식 15-28



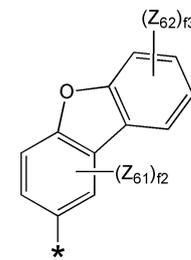
화학식 15-29



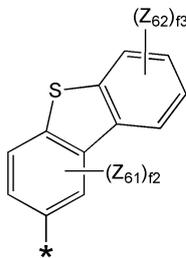
화학식 15-30



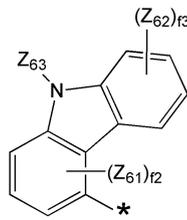
화학식 15-31



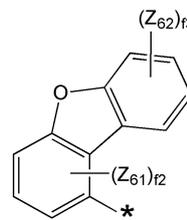
화학식 15-32



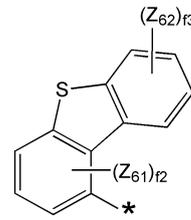
화학식 15-33



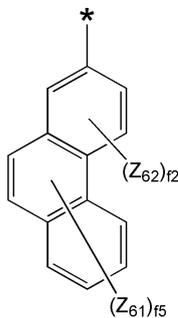
화학식 15-34



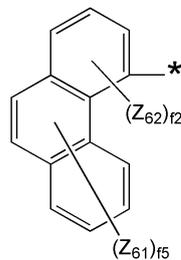
화학식 15-35



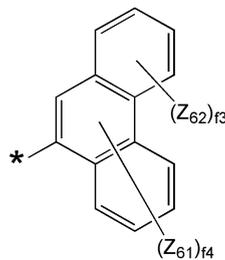
화학식 15-36



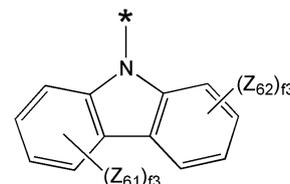
화학식 15-37



화학식 15-38



화학식 15-39



화학식 15-40

상기 화학식 15-1 내지 15-40 중

Z₆₁ 내지 Z₆₃는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₂-C₂₀알케닐기, C₂-C₂₀알키닐기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택되고,

f₁은 1 또는 2이고,

f₂는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

f₃는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

f₄는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

f5는 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

f6은 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

f7은 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,

f8은 1 내지 9의 정수 중에서 선택되고,

*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

청구항 13

제12항에 있어서,

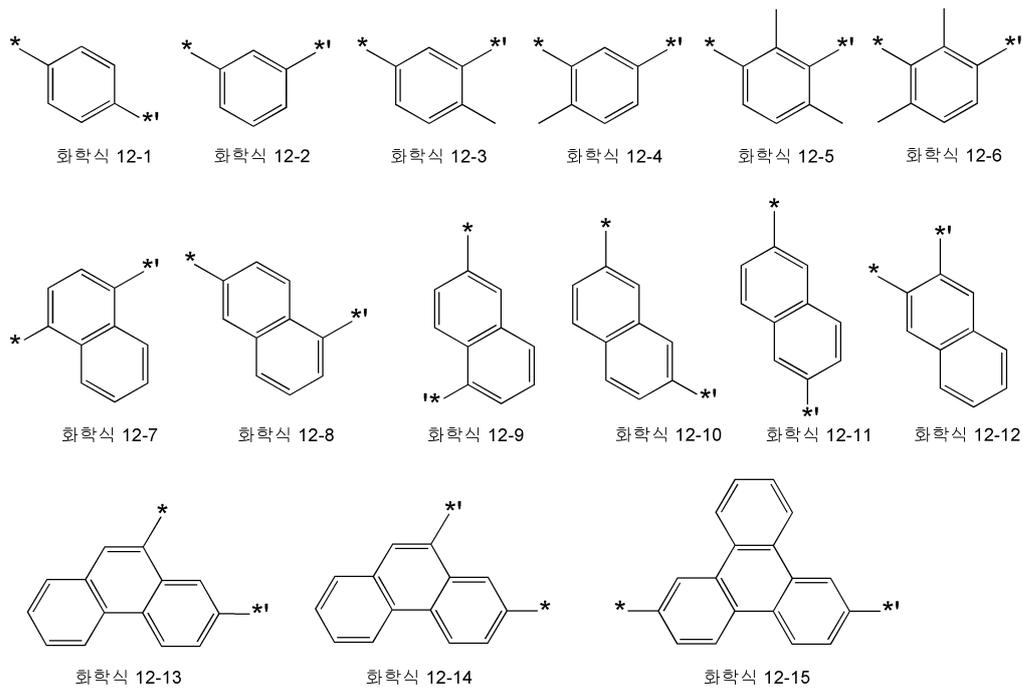
L₂₁ 및 L₂₂는 서로 독립적으로, 하기 화학식 12-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 12-15로 표시되는 그룹 중에서 선택되고,

X₁₁ 내지 X₁₃은 모두 N이고,

a₂₁ 및 a₂₂는 서로 독립적으로, 0 또는 1이고,

R₂₂ 내지 R₂₆ 및 R₂₈은 수소이고,

R₂₇, R₂₉ 및 R₃₀은 서로 독립적으로, 상기 화학식 15-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 15-40로 표시되는 그룹 중에서 선택되는, 유기 발광 소자:

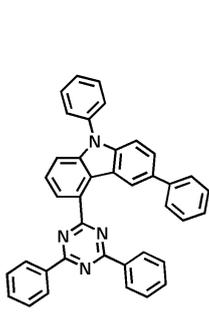


상기 화학식 12-1 내지 12-15 중 *는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

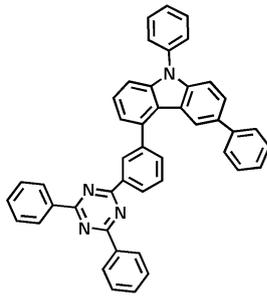
청구항 14

제1항에 있어서,

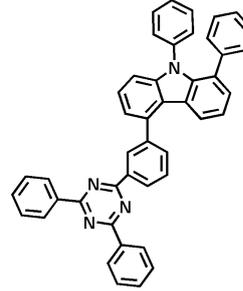
상기 전자 수송성 호스트가 화합물 EH3-1 내지 EH3-102 중 적어도 하나를 포함한, 유기 발광 소자:



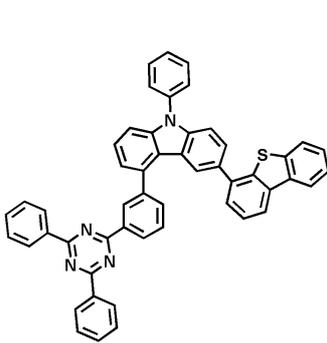
EH3-1



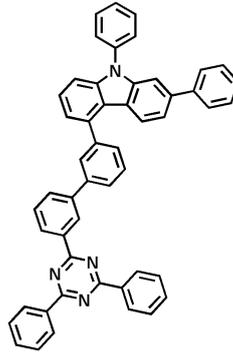
EH3-2



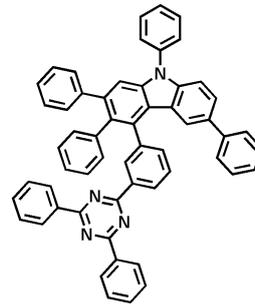
EH3-3



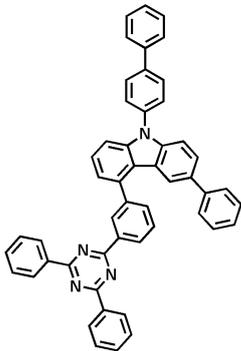
EH3-4



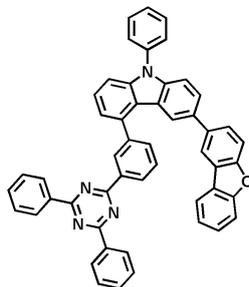
EH3-5



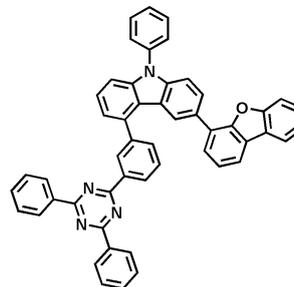
EH3-6



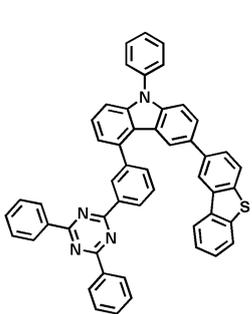
EH3-7



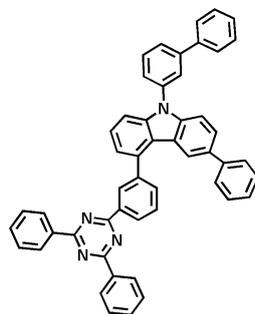
EH3-8



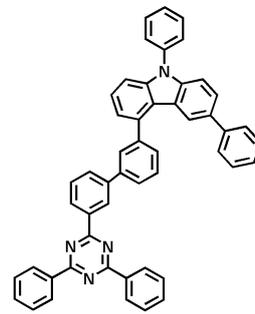
EH3-9



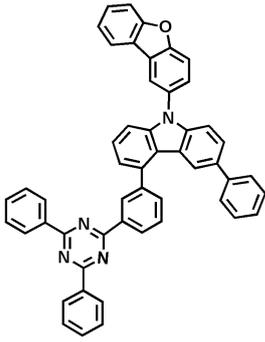
EH3-10



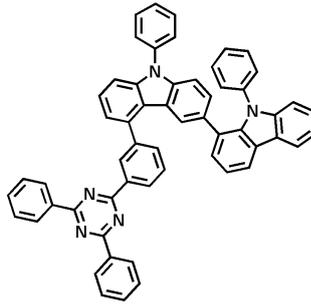
EH3-11



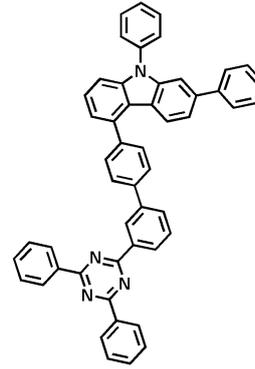
EH3-12



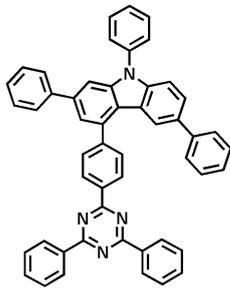
EH3-13



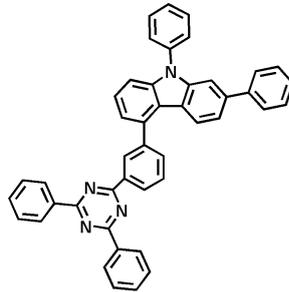
EH3-14



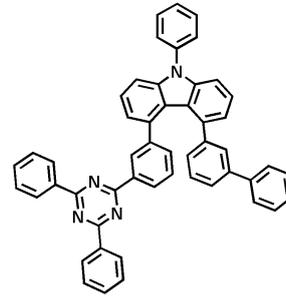
EH3-15



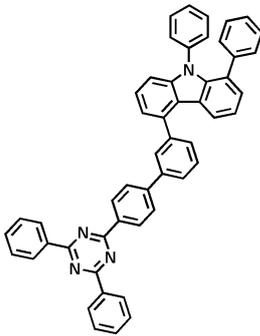
EH3-16



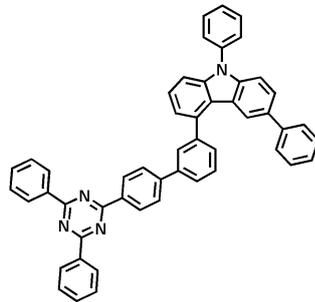
EH3-17



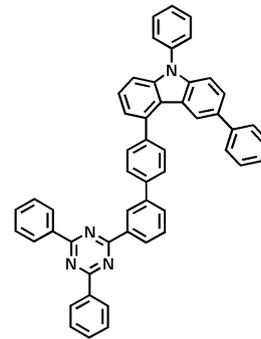
EH3-18



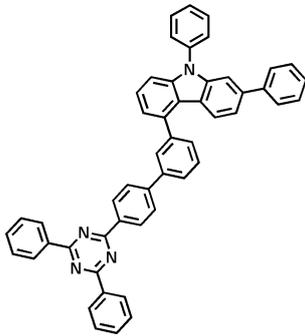
EH3-19



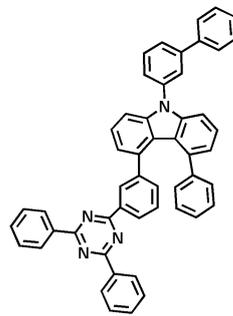
EH3-20



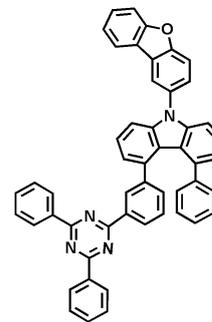
EH3-21



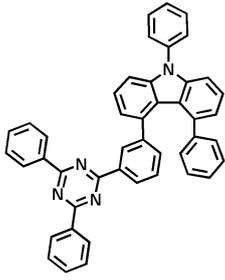
EH3-22



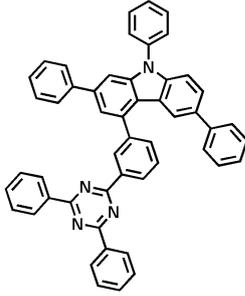
EH3-23



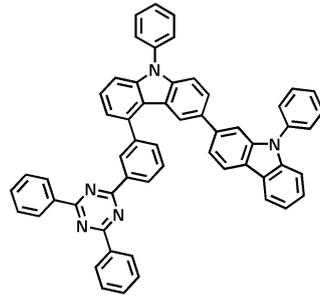
EH3-24



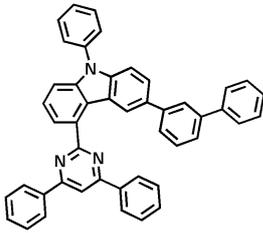
EH3-25



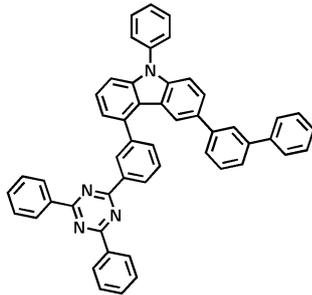
EH3-26



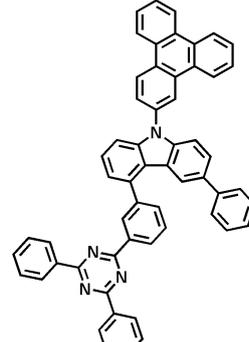
EH3-27



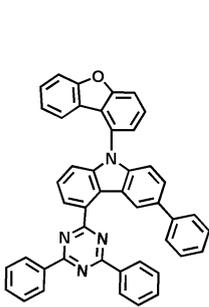
EH3-28



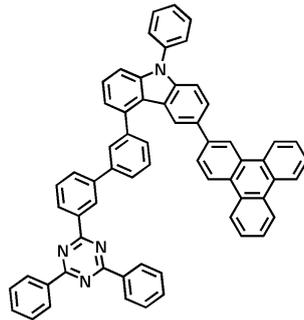
EH3-29



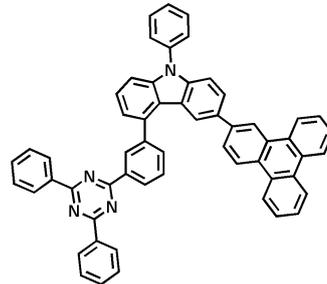
EH3-30



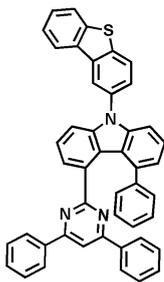
EH3-31



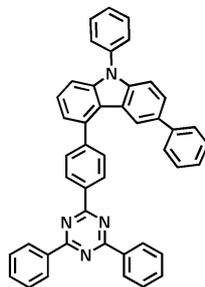
EH3-32



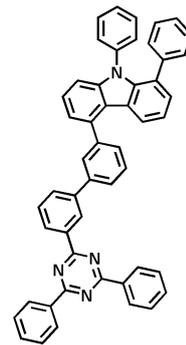
EH3-33



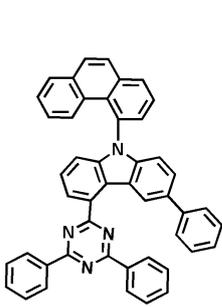
EH3-34



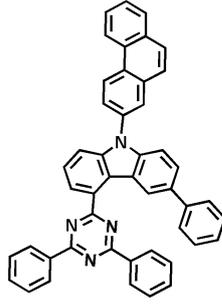
EH3-35



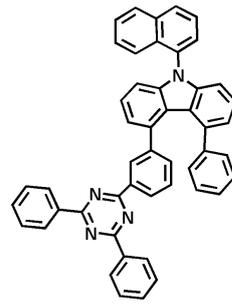
EH3-36



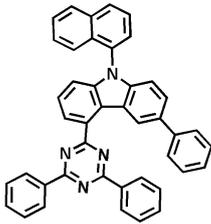
EH3-37



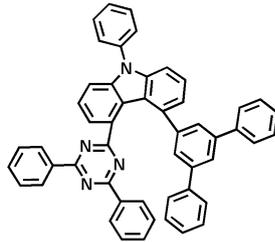
EH3-38



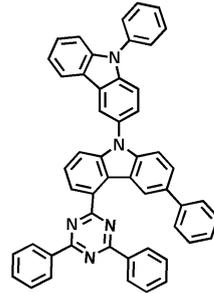
EH3-39



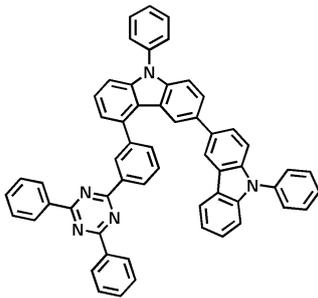
EH3-40



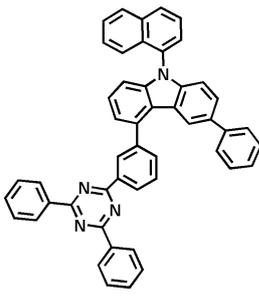
EH3-41



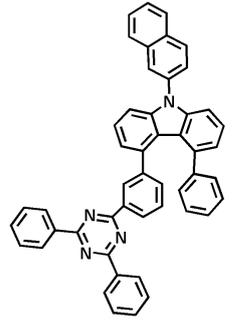
EH3-42



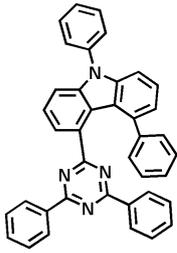
EH3-43



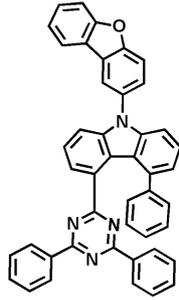
EH3-44



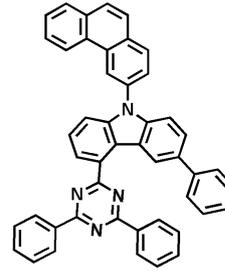
EH3-45



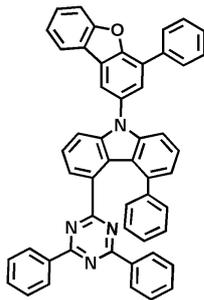
EH3-46



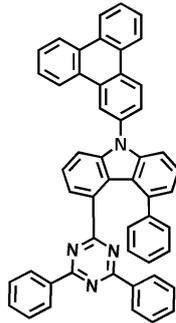
EH3-47



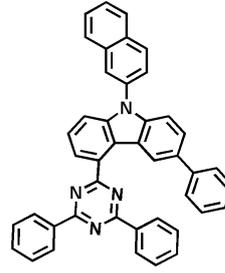
EH3-48



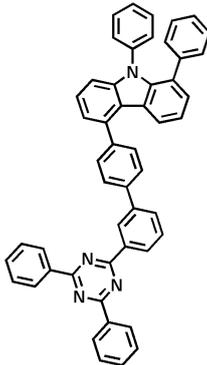
EH3-49



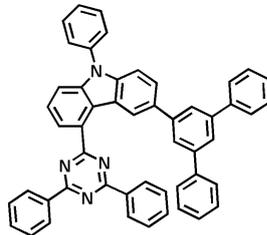
EH3-50



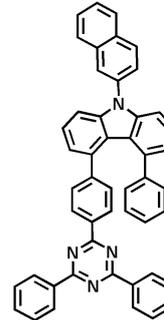
EH3-51



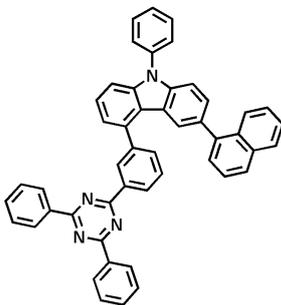
EH3-52



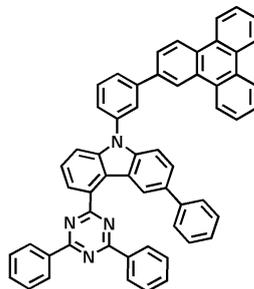
EH3-53



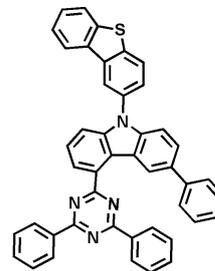
EH3-54



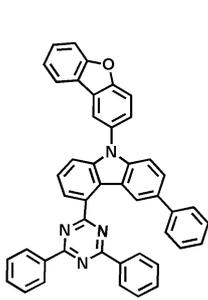
EH3-55



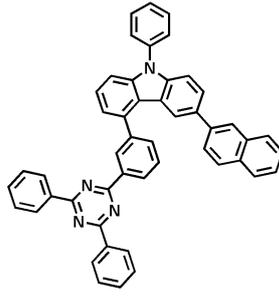
EH3-56



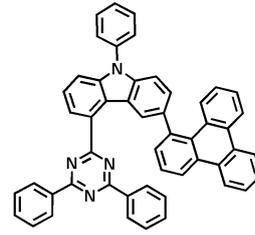
EH3-57



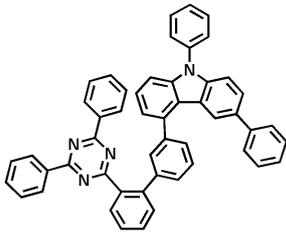
EH3-58



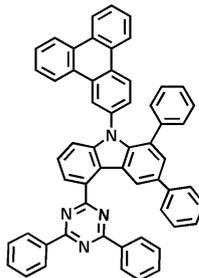
EH3-59



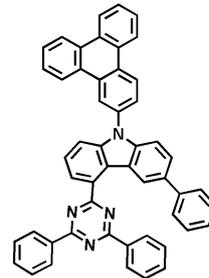
EH3-60



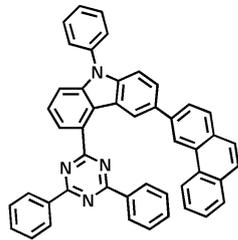
EH3-61



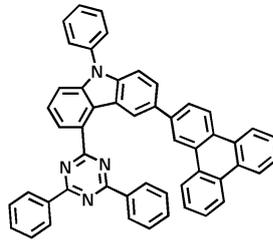
EH3-62



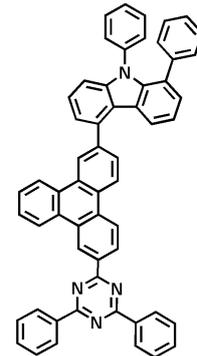
EH3-63



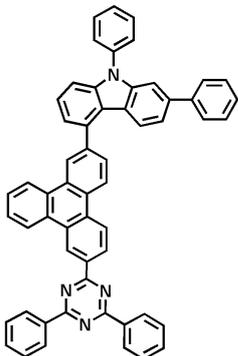
EH3-64



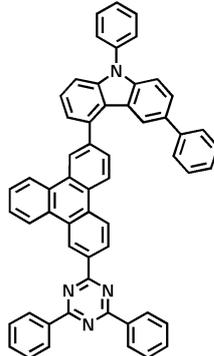
EH3-65



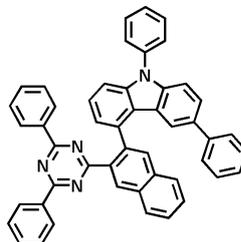
EH3-66



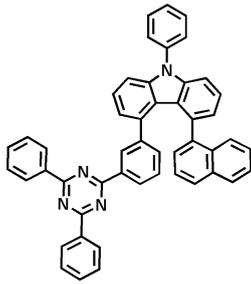
EH3-67



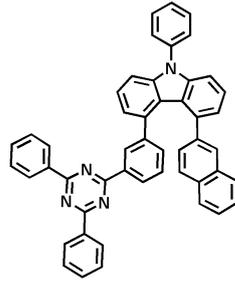
EH3-68



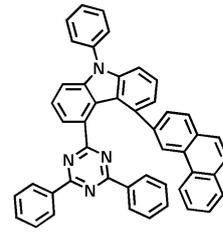
EH3-69



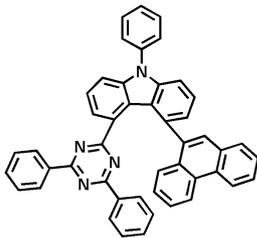
EH3-70



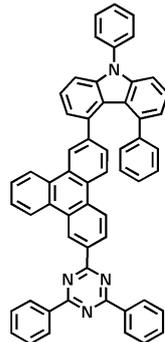
EH3-71



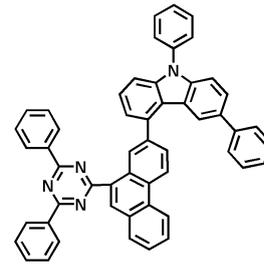
EH3-72



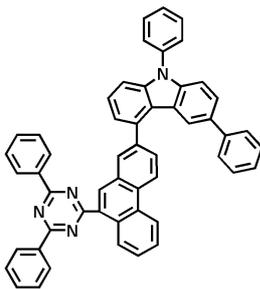
EH3-73



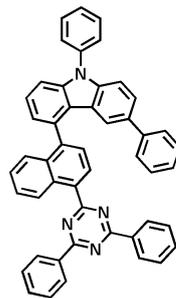
EH3-74



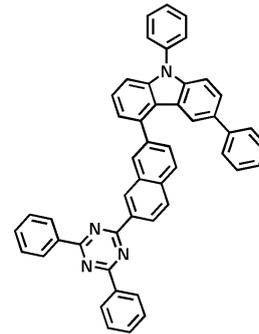
EH3-75



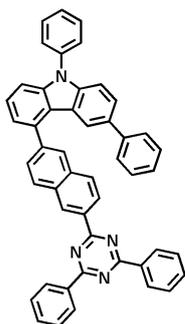
EH3-76



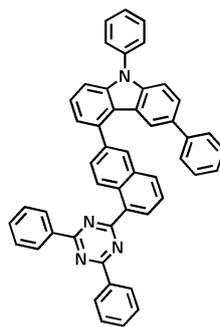
EH3-77



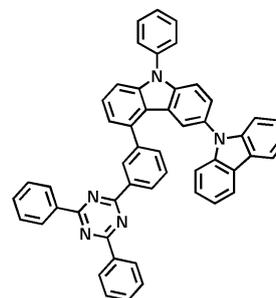
EH3-78



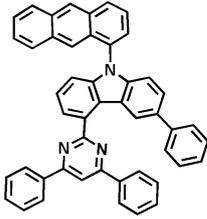
EH3-79



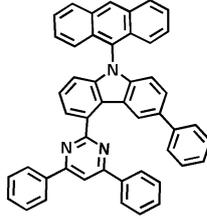
EH3-80



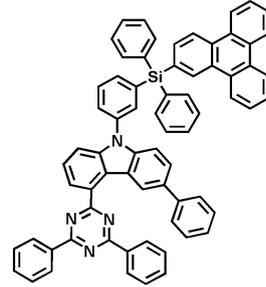
EH3-81



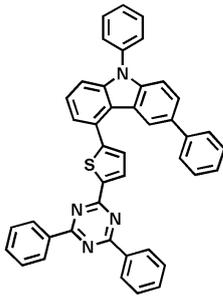
EH3-82



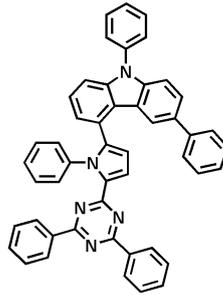
EH3-83



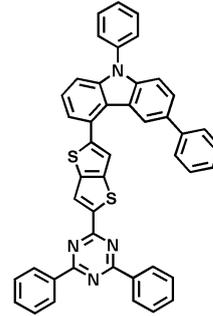
EH3-84



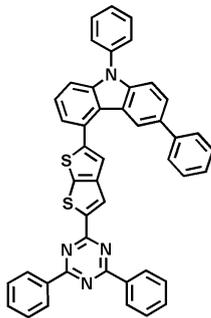
EH3-85



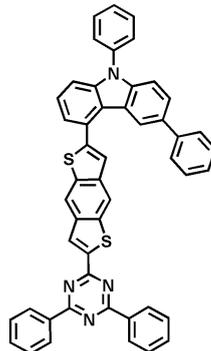
EH3-86



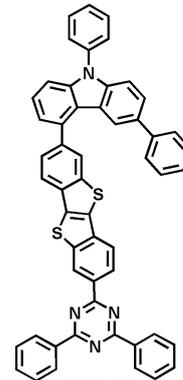
EH3-87



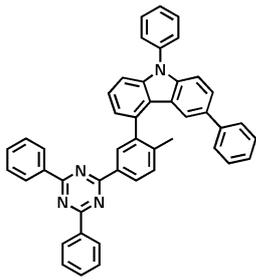
EH3-88



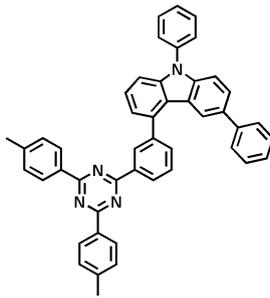
EH3-89



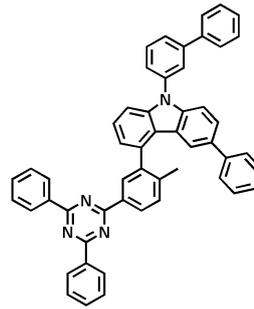
EH3-90



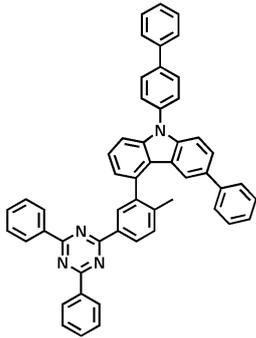
EH3-91



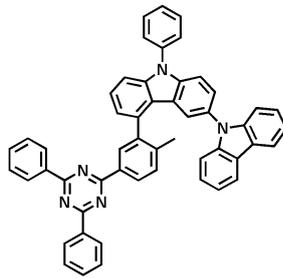
EH3-92



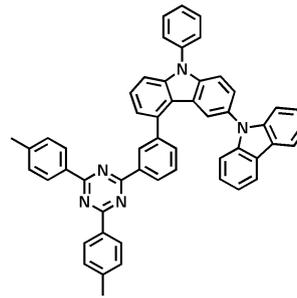
EH3-93



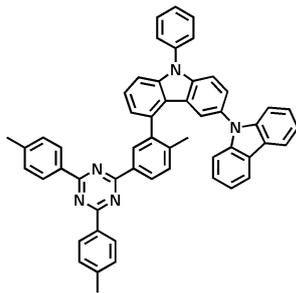
EH3-94



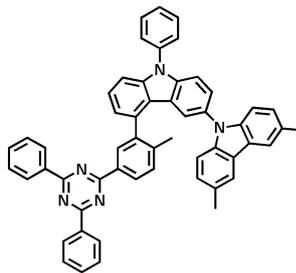
EH3-95



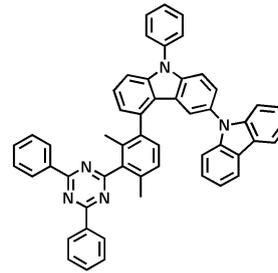
EH3-96



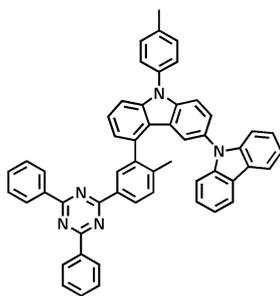
EH3-97



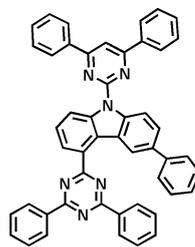
EH3-98



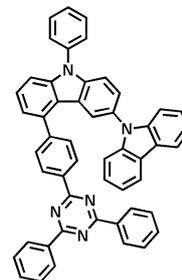
EH3-99



EH3-100



EH3-101



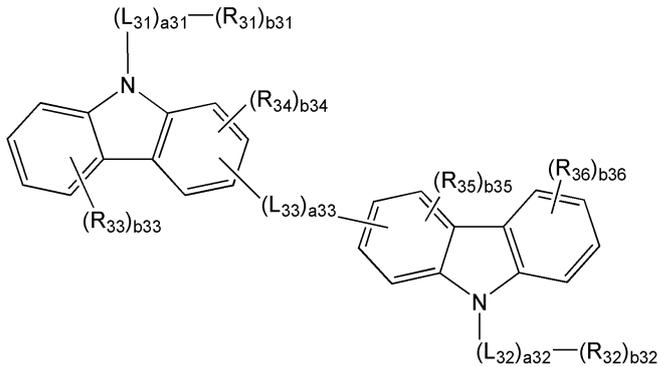
EH3-102

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 정공 수송성-호스트가 하기 화학식 20으로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 20>



상기 화학식 20 중

L_{31} 내지 L_{33} 은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

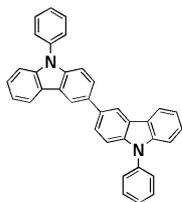
a_{31} 내지 a_{33} 은 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

R_{31} 및 R_{32} 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

R_{33} 내지 R_{36} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오르기), -Cl(클로르기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

b_{31} 내지 b_{36} 은 서로 독립적으로, 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

상기 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬렌기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{60} 알킬기, C_2 - C_{60} 알케닐기, C_2 - C_{60} 알키닐기, C_1 - C_{60} 알콕시기, C_3 - C_{10} 시클로알킬기, C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, C_6 - C_{60} 아릴기 및 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고, 단, 상기 정공 수송성 호스트에서 하기 화합물 HH1-1은 제외된다.



HH1-1

청구항 16

제1항에 있어서,

L₃₁ 내지 L₃₃은 서로 독립적으로,

페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기 및 크라이세닐렌기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기), 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기 및 크라이세닐렌기;

중에서 선택되고,

a₃₁ 내지 a₃₃은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,

R₃₁ 및 R₃₂는 서로 독립적으로,

페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기), 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기;

중에서 선택되고,

R₃₃ 내지 R₃₆은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오로기), -Cl(클로로기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기 및 페닐기, 나프틸기 중에서 선택되고,

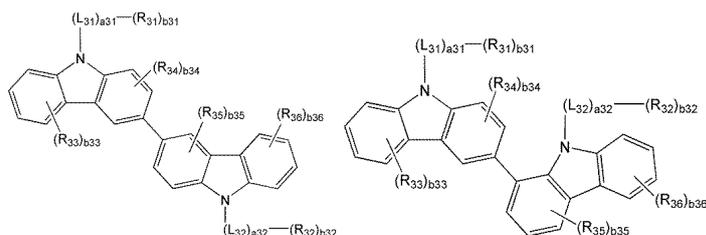
b₃₁ 내지 b₃₆은 서로 독립적으로, 1 또는 2인, 유기 발광 소자.

청구항 17

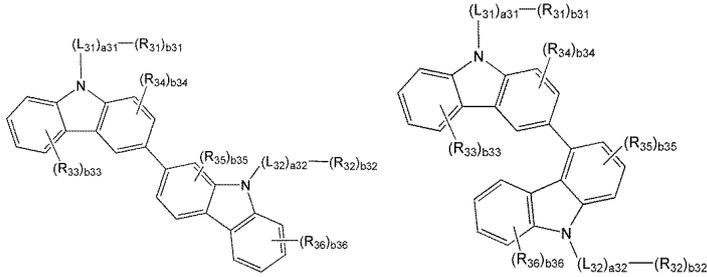
제1항에 있어서,

상기 정공 수송성 호스트가 하기 화학식 20-1 내지 20-7 중 하나로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

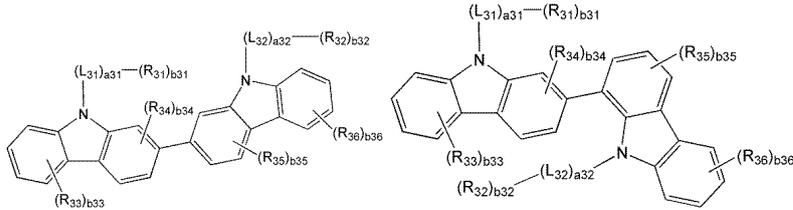
<화학식 20-1> <화학식 20-2>



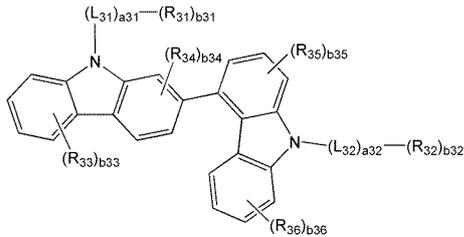
<화학식 20-3> <화학식 20-4>



<화학식 20-5> <화학식 20-6>



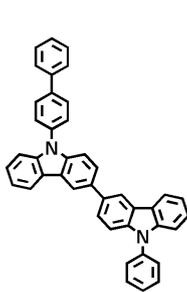
<화학식 20-7>



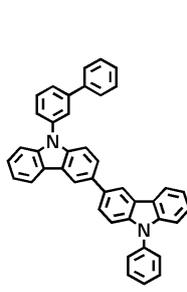
청구항 18

제1항에 있어서,

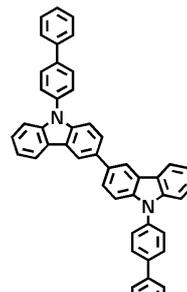
상기 정공 수송성-호스트가 하기 화합물 HH1-2 내지 HH1-51 중 적어도 하나를 포함한, 유기 발광 소자:



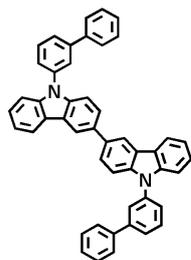
HH1-2



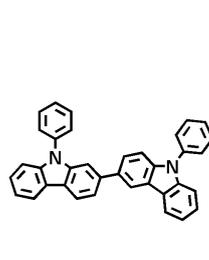
HH1-3



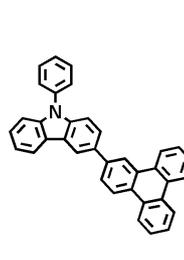
HH1-4



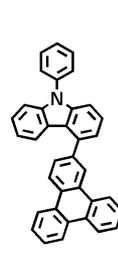
HH1-5



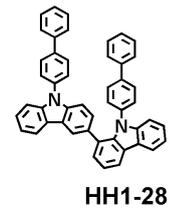
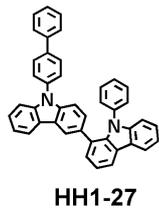
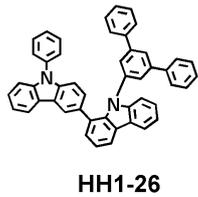
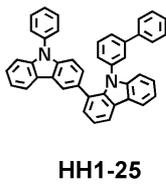
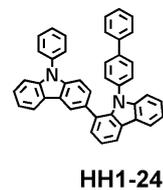
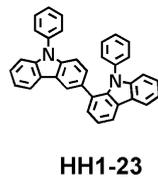
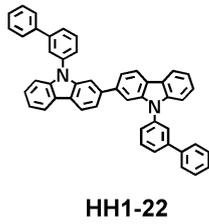
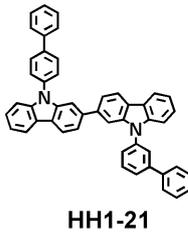
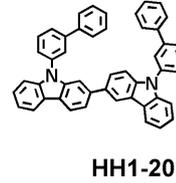
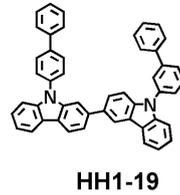
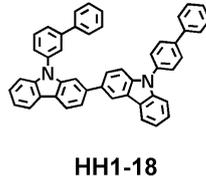
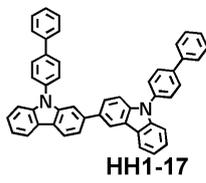
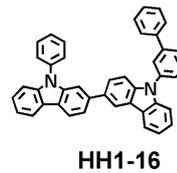
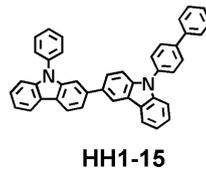
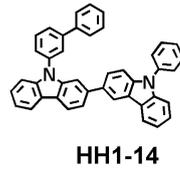
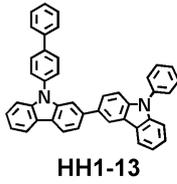
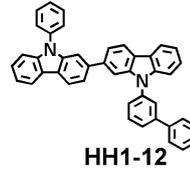
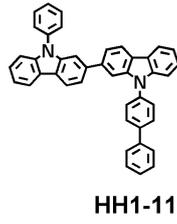
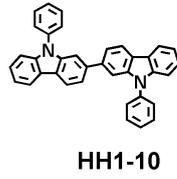
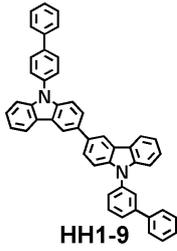
HH1-6

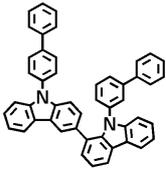


HH1-7

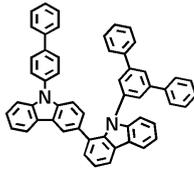


HH1-8

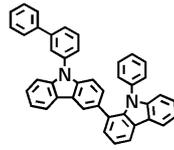




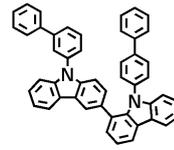
HH1-29



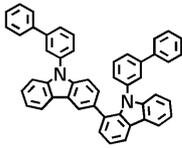
HH1-30



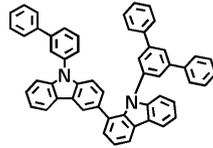
HH1-31



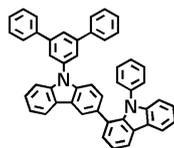
HH1-32



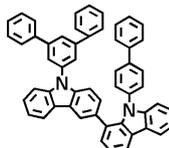
HH1-33



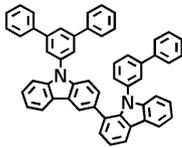
HH1-34



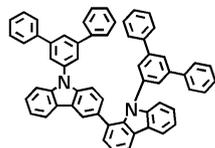
HH1-35



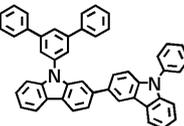
HH1-36



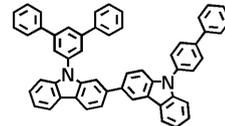
HH1-37



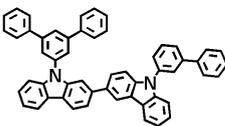
HH1-38



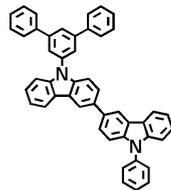
HH1-39



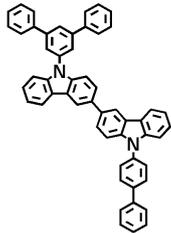
HH1-40



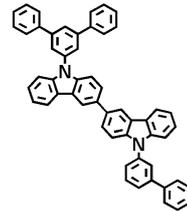
HH1-41



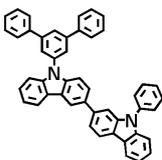
HH1-42



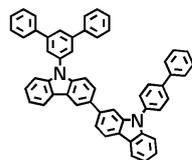
HH1-43



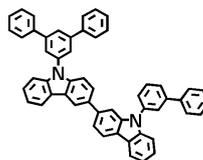
HH1-44



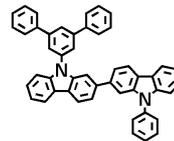
HH1-45



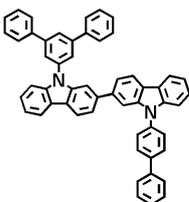
HH1-46



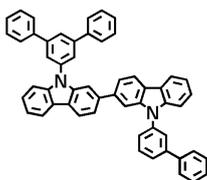
HH1-47



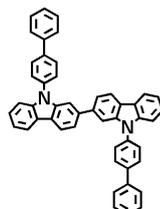
HH1-48



HH1-49



HH1-50



HH1-51

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성-호스트가 하기 화합물 EH1-401이고,

상기 정공 수송성-호스트는, $-0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.6$ 을 만족시키는 화합물을 포함하고,

상기 전자 수송성-호스트와 상기 정공 수송성-호스트의 부피비는 $-0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.6$ 을 만족시키는 범위 내에서 선택되고,

Type(화합물 EH1-401)은 하기 식 10에 의하여 정의되는, 유기 발광 소자:

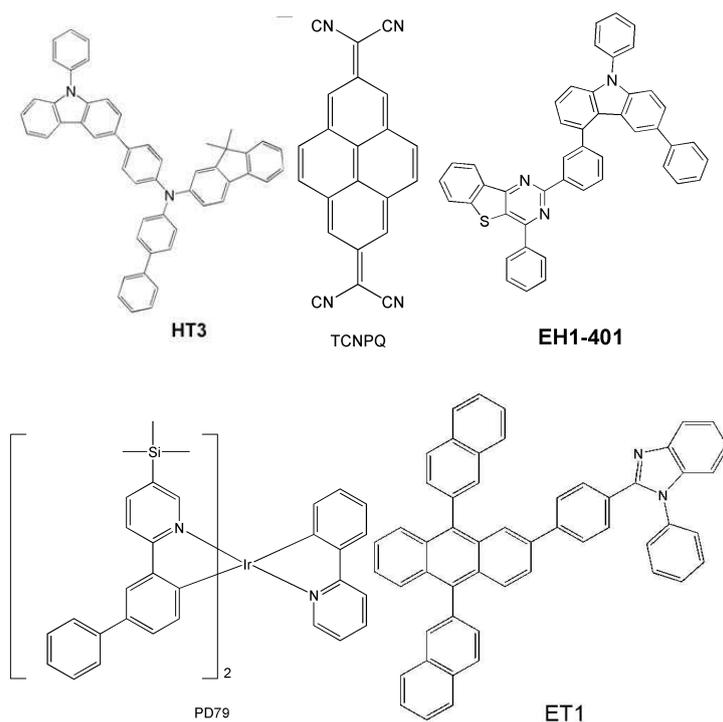
<식 10>

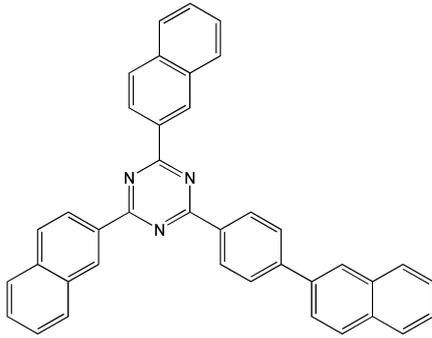
$$\text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) = \log(J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V}) / J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V}))$$

상기 식 10 중

$J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V})$ 는 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 EH1-401 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device)의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이고,

$J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V})$ 는 ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 EH1-401 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device)의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이다.





ET16

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성-호스트가 하기 화합물 EH3-81이고,

상기 정공 수송성-호스트는, $0.1 \leq \text{Type(화합물 EH3-81)} \leq 1.2$ 를 만족시키는 화합물을 포함하고,

상기 전자 수송성-호스트와 상기 정공 수송성-호스트의 부피비는 $0.1 \leq \text{Type(화합물 EH3-81)} \leq 1.2$ 를 만족시키는 범위 내에서 선택되고,

Type(화합물 EH3-81)은 하기 식 11에 의하여 정의되는, 유기 발광 소자:

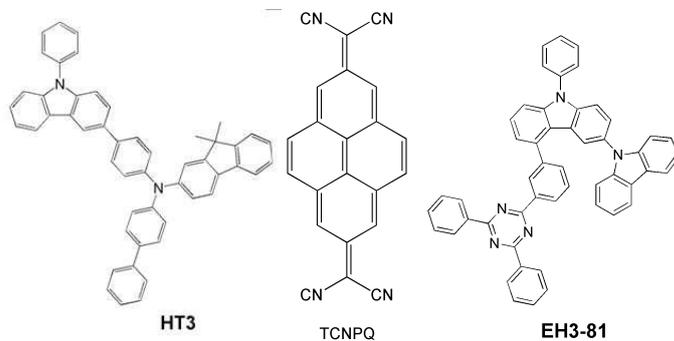
<식 11>

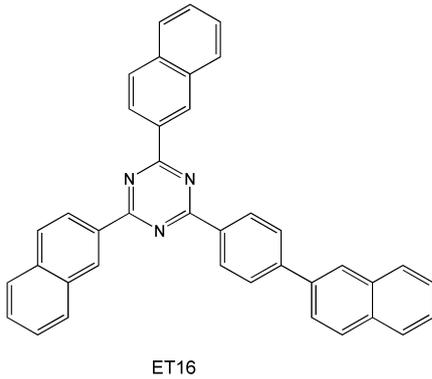
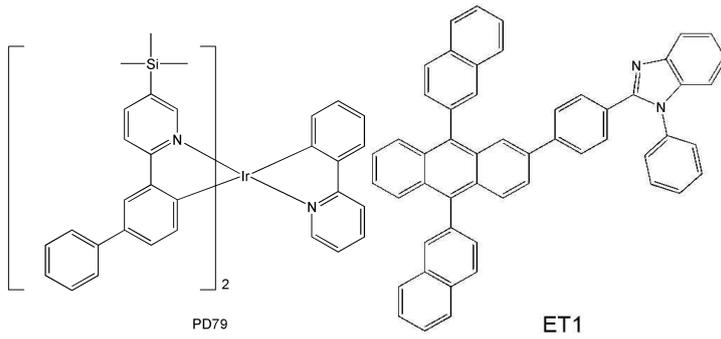
$$\text{Type(화합물 EH3-81)} = \log(J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V}) / J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V}))$$

상기 식 11 중

$J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V})$ 는 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 화합물 EH3-81 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device)의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이고,

$J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V})$ 는 ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 화합물 EH3-81 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device)의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이다.



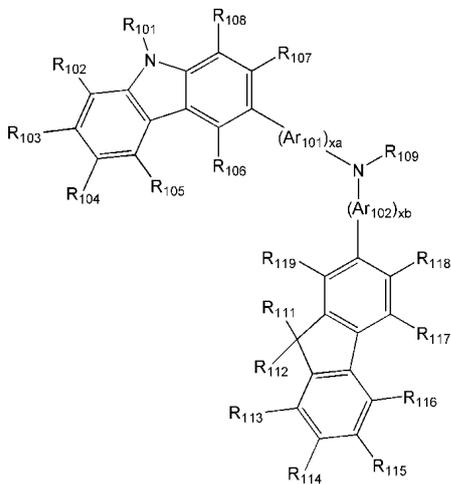


청구항 21

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 물질이 하기 화학식 201로 표시되는 화합물을 포함하는, 유기 발광 소자:

<화학식 201>



상기 화학식 201 중,

Ar₁₀₁ 및 Ar₁₀₂는 서로 독립적으로,

페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 콰이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페릴레닐렌기 및 펜타세닐렌기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아마디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀

알킬닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헥탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페릴레닐렌기 및 펜타세닐렌기;

중에서 선택되고,

xa 및 xb는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

R₁₀₁ 내지 R₁₀₈ 및 R₁₁₁ 내지 R₁₁₉는 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 하나 이상으로 치환된, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기;

페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기;

중에서 선택되고,

R₁₀₉는,

페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기;

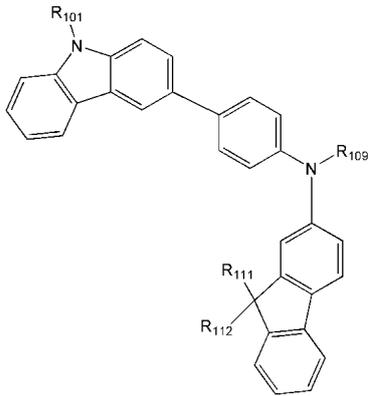
중에서 선택된다.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 정공 수송 물질이 하기 화학식 201A로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 201A>

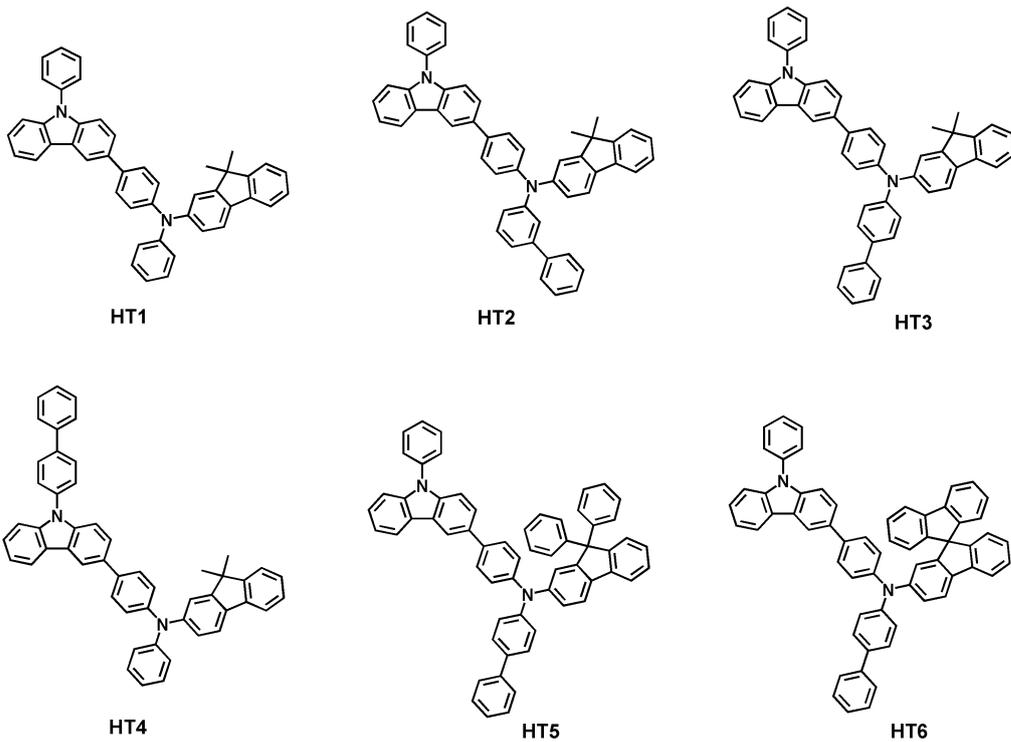


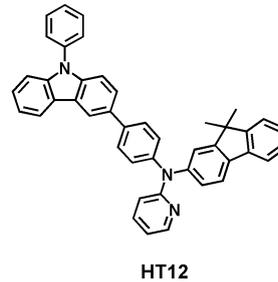
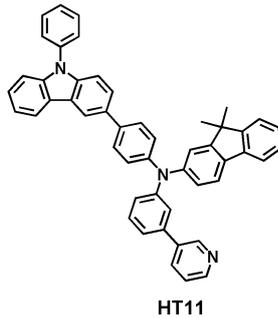
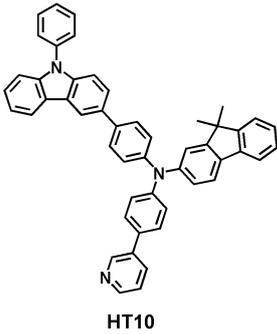
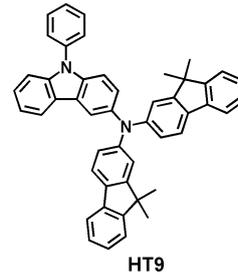
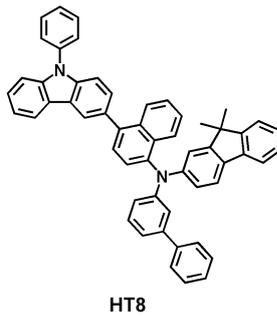
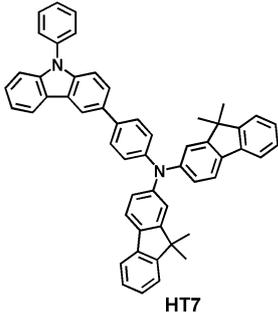
상기 화학식 201A 중, R₁₀₁, R₁₁₁, R₁₁₂ 및 R₁₀₉에 대한 설명은 제21항에 기재된 바와 동일하다.

청구항 23

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 물질이 하기 화합물 하기 화합물 HT1 내지 HT12 중 적어도 하나를 포함한, 유기 발광 소자:



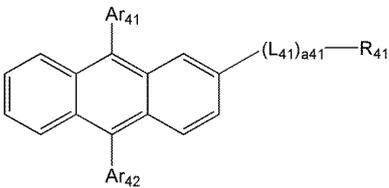


청구항 24

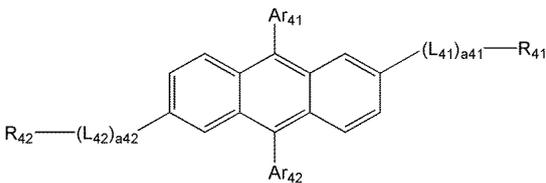
제1항에 있어서,

상기 전자 수송 물질이 하기 화학식 40 또는 41로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 40>



<화학식 41>



상기 화학식 40 및 41 중

L₄₁ 및 L₄₂는 서로 독립적으로,

C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아마디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중에서 선택되고,

a41 및 a42는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

Ar₄₁ 및 Ar₄₂는 서로 독립적으로,

C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중에서 선택되고,

R₄₁ 및 R₄₂는 서로 독립적으로,

벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기 중 적어도 하나로 치환된, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기;

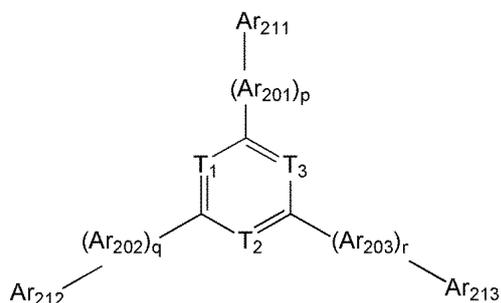
중에서 선택된다.

청구항 25

제1항에 있어서,

상기 전자 수송 물질이 하기 화학식 42로 표시되는 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 42>



상기 화학식 42 중

T₁은 N 또는 C(R₂₀₁)이고, T₂는 N 또는 C(R₂₀₂)이고, T₃는 N 또는 C(R₂₀₃)이되, T₁ 내지 T₃ 중 적어도 하나는 N이고,

R₂₀₁ 내지 R₂₀₃은 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중에서 선택되고,

Ar₂₀₁ 내지 Ar₂₀₃는 서로 독립적으로,

C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중에서 선택되고,

p, q 및 r은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,

Ar₂₁₁ 및 Ar₂₁₃는 서로 독립적으로,

C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

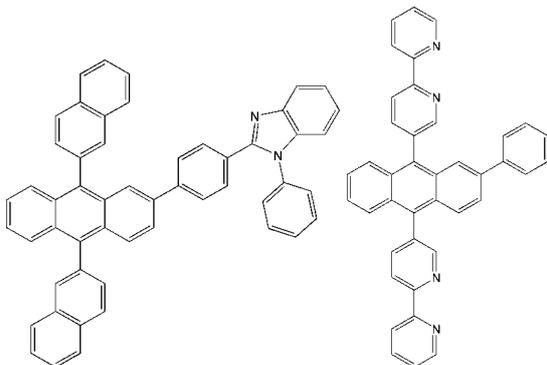
중에서 선택된다.

청구항 26

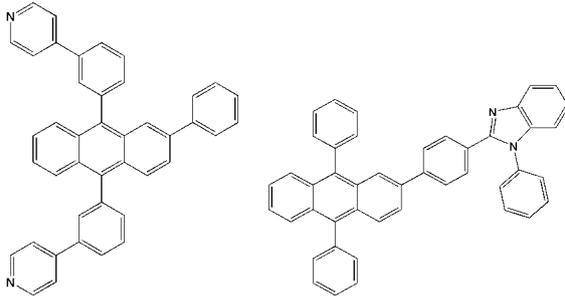
제1항에 있어서,

상기 전자 수송 물질이 하기 화합물 ET1 내지 ET16 중 적어도 하나를 포함한, 유기 발광 소자:

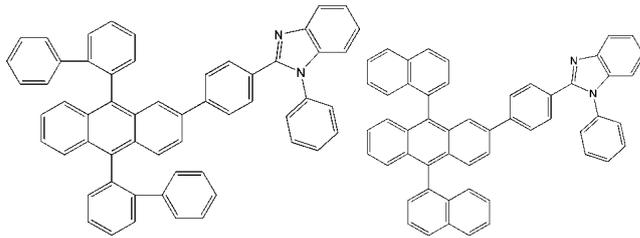
<화합물 ET1> <화합물 ET2>



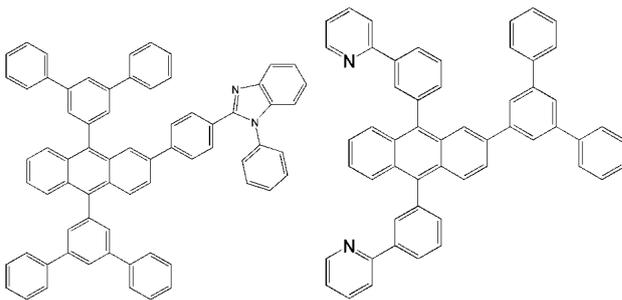
<화합물 ET3> <화합물 ET4>



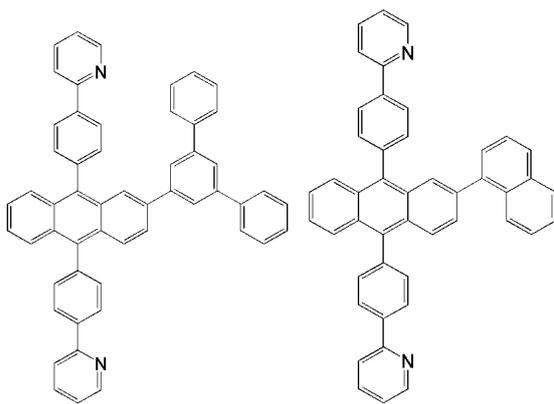
<화합물 ET5> <화합물 ET6>



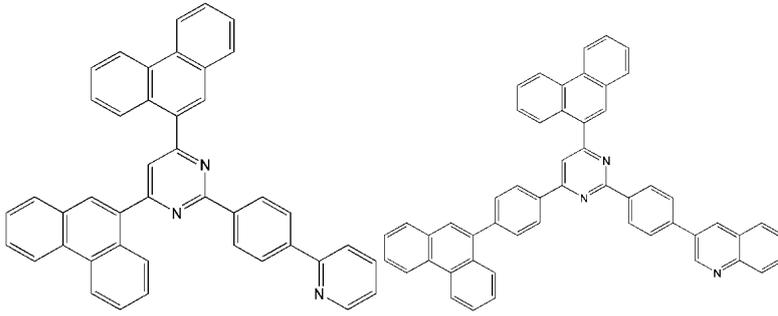
<화합물 ET7> <화합물 ET8>



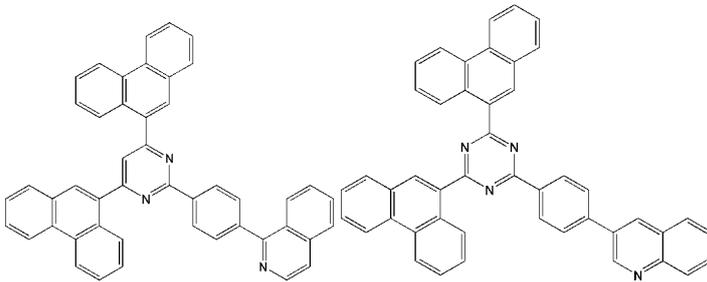
<화합물 ET8> <화합물 ET10>



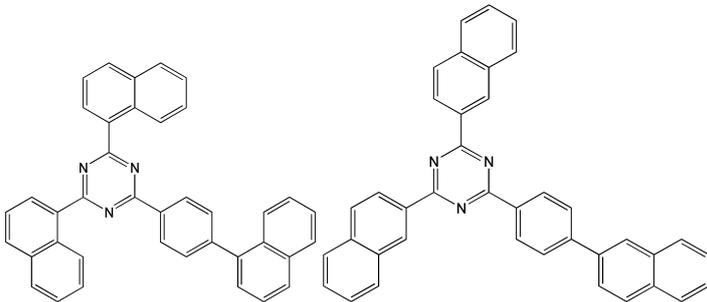
<화합물 ET11> <화합물 ET12>



<화합물 ET13> <화합물 ET14>



<화합물 ET15> <화합물 ET16>



발명의 설명

기술분야

[0001] 유기 발광 소자가 제시된다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 소자(organic light emitting device)는 자발광형 소자로서 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다.

[0003] 일예에 따르면, 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드 및 상기 애노드와 캐소드 사이에 개재되고 발광층을 포함한 유기층을 포함할 수 있다. 상기 애노드와 발광층 사이에는 정공 수송 영역이 구비될 수 있고, 상기 발광층과 캐소드 사이에는 전자 수송 영역이 구비될 수 있다. 상기 애노드로부터 주입된 정공은 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 저구동 전압, 고효율, 고휘도 및 장수명을 갖는 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 측면에 따르면,
 [0006] 제1전극;
 [0007] 제2전극;
 [0008] 상기 제1전극과 제2전극 사이에 개재된 발광층;
 [0009] 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 개재되고, 정공 수송층을 포함한, 정공 수송 영역; 및
 [0010] 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 전자 수송층을 포함한, 전자 수송 영역;을 포함하고,
 [0011] 상기 발광층은 전자 수송성-호스트 및 정공 수송성-호스트를 포함하고,
 [0012] 상기 정공 수송층은 정공 수송 물질을 포함하고,
 [0013] 상기 전자 수송층은 전자 수송 물질을 포함하고,
 [0014] 하기 식 1 및 2를 만족하는, 유기 발광 소자가 제공된다:
 [0015] <식 1>
 [0016] $0.75\text{eV} \leq | \text{LUMO}_{\text{H(ET)}} - \text{LUMO}_{\text{H(HT)}} | \leq 0.90\text{eV}$
 [0017] <식 2>
 [0018] $| E(\text{S}_{1, \text{H(ET)}}) - E(\text{S}_{1, \text{H(HT)}}) | < 0.15\text{eV}$
 [0019] 상기 식 1 및 2 중,
 [0020] $\text{LUMO}_{\text{H(ET)}}$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 레벨이고,
 [0021] $\text{LUMO}_{\text{H(HT)}}$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 LUMO 에너지 레벨이고,
 [0022] $E(\text{S}_{1, \text{H(ET)}})$ 는 상기 전자 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,
 [0023] $E(\text{S}_{1, \text{H(HT)}})$ 는 상기 정공 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이다.

발명의 효과

[0024] 상기 유기 발광 소자는 저구동 전압, 고효율, 고휘도 및 장수명을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
 도 2a 및 2b는 소정 화합물에 대한 필름 중 발광 스펙트럼(Photoluminescence spectrum in film)을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 도 1은 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자(10)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자의 구조 및 제조 방법을 설명하면 다음과 같다. 유기 발광 소자(10)는 제1전극(11), 정공 수송 영역(13), 발광층(15), 전자 수송 영역(17) 및 제2전극(19)이 차례로 적층된 구조를 갖는다.
 [0027] 상기 제1전극(11) 하부 또는 제2전극(19) 상부에는 기판이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기판으로는, 통상적인 유기 발광 소자에서 사용되는 기판을 사용할 수 있는데, 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용

이성 및 방수성이 우수한 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0028] 상기 제1전극(11)은 예를 들면, 기판 상부에, 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(11)은 애노드일 수 있다. 상기 제1전극용 물질은 정공 주입이 용이하도록 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다. 상기 제1전극(11)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 제1전극용 물질로는 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO) 등을 이용할 수 있다. 또는, 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag)등과 같은 금속을 이용할 수 있다.

[0029] 상기 제1전극(11)은 단일층 또는 2 이상의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0030] 상기 제1전극(11) 상부에는, 정공 수송 영역(hole transport region)(13), 발광층(emission layer)(15) 및 전자 수송 영역(electron transport region)(17)이 차례로 적층되어 있다. 상기 정공 수송 영역(13)은 정공 수송층을 포함하고, 상기 전자 수송 영역(17)은 전자 수송층을 포함한다.

[0031] 상기 발광층(15)은 전자 수송성-호스트 및 정공 수송성-호스트를 포함하고, 상기 정공 수송 영역(13) 중 정공 수송층은 정공 수송 물질을 포함하고, 상기 전자 수송 영역(17) 중 전자 수송층은 전자 수송 물질을 포함한다.

[0032] 상기 유기 발광 소자(10)는 하기 <식 1> 및 <식 2>를 만족한다:

[0033] <식 1>

[0034] $0.75\text{eV} \leq |LUMO_{H(ET)} - LUMO_{H(HT)}| \leq 0.90\text{eV}$

[0035] <식 2>

[0036] $|E(S_{1, H(ET)}) - E(S_{1, H(HT)})| < 0.15\text{eV}$

[0037] 상기 식 1 및 2 중,

[0038] LUMO_{H(ET)}는 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 레벨이고,

[0039] LUMO_{H(HT)}는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트의 LUMO 에너지 레벨이고,

[0040] E(S_{1, H(ET)})는 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,

[0041] E(S_{1, H(HT)})는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이다.

[0042] 상기 유기 발광 소자(10)가 상기 <식 1>을 만족할 경우, 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트로부터의 엑시플렉스 형성 효율이 향상될 수 있어, 유기 발광 소자(10)의 효율, 휘도 및 수명이 향상될 수 있다.

[0043] 또한, 상기 유기 발광 소자(10)가 상기 <식 2>를 만족할 경우, 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스(exciplex)의 안정성이 증가되어, 비-방사 감쇠(non-radiative decay) 시 열안정성이 우수한 콜드 엑시톤(cold exciton)이 생성될 수 있다. 이로써, 상기 유기 발광 소자(10)는 장수명을 가질 수 있다.

[0044] 다른 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)는 하기 식 3 및 4를 더 만족할 수 있다:

[0045] <식 3>

[0046] $|HOMO_{H(HT)} - HOMO_{HTL}| < 0.3\text{eV}$

[0047] <식 4>

[0048] $0.15\text{eV} \leq |HOMO_{H(HT)} - HOMO_{H(ET)}| \leq 2.0\text{eV}$

[0049] 상기 식 3 및 4 중,

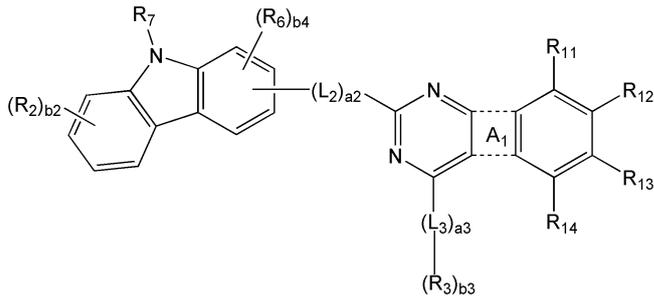
[0050] HOMO_{H(HT)}는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 레벨

이고,

- [0051] HOMO_{HTL}은 상기 정공 수송 영역(13)에 포함된 정공 수송층 중 정공 수송 물질의 HOMO 에너지 레벨이고,
- [0052] HOMO_{H(ET)}는 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트의 HOMO 에너지 레벨이다.
- [0053] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)은 하기 식 5를 더 만족할 수 있다.
- [0054] <식 5>
- [0055] $|LUMO_{H(ET)} - LUMO_{ETL}| < 0.2eV$
- [0056] 상기 식 5 중 상기 LUMO_{ETL}은 상기 전자 수송 영역(17)에 포함된 전자 수송층 중 전자 수송 물질의 LUMO 에너지 레벨이다.
- [0057] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)는 하기 식 6 및 7을 만족할 수 있다:
- [0058] <식 6>
- [0059] $\min\{E(S_{1,H(HT)}), E(S_{1,H(ET)})\} - E(S_{1,EX}) > 0.15eV$
- [0060] <식 7>
- [0061] $E(S_{1,EX}) - E(T_{1,EX}) < 0.15eV$
- [0062] 상기 식 6 및 7 중
- [0063] E(S_{1,H(HT)})는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,
- [0064] E(S_{1,H(ET)})는 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트의 단일항 에너지 레벨이고,
- [0065] $\min\{E(S_{1,H(HT)}), E(S_{1,H(ET)})\}$ 는 상기 E(S_{1,H(HT)})와 상기 E(S_{1,H(ET)}) 중 작은 값을 가리키고,
- [0066] E(S_{1,EX})는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트와 상기 전자 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스(exciplex)의 단일항 에너지 레벨이고,
- [0067] E(T_{1,EX})는 상기 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트와 상기 전자 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스의 삼중항 에너지 레벨이다.
- [0068] 상기 유기 발광 소자(10)가 상기 <식 3> 내지 <식 6>을 만족할 경우, 상기 유기 발광 소자의 발광층(15)에 포함된 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트로부터의 엑시플렉스 형성이 효과적으로 이루어질 수 있다.
- [0069] 또한, 상기 유기 발광 소자(10)가 상기 <식 7>을 만족할 경우, 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트로부터 형성된 엑시플렉스의 S₁ 오비탈과 S₀ 오비탈의 오버랩 감소로 감쇠 시간(decay time)이 증가하게 되어, 효과적인 에너지 전이가 일어날 수 있다. 이로써, 유기 발광 소자(10)의 수명이 향상될 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 상기 유기 발광 소자(10)은 상기 <식 1> 및 <식 2> 외에, 상기 <식 3> 내지 <식 7>을 모두 만족할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0071] 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중 상기 전자 수송성-호스트는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0072]

<화학식 1>



[0073]

[0074]

<화학식 1A>



[0075]

[0076]

상기 화학식 1 중 고리 A₁은 상기 화학식 1A로 표시되고,

[0077]

X₁은 N-[(L₁)_{a1}-(R₁)_{b1}], S, O, S(=O), S(=O)₂, C(=O), Si(R₄)(R₅), P(R₄), P(=O)(R₄) 또는 C=N(R₄)이고,

[0078]

L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹(substituted or unsubstituted divalent non-aromatic condensed polycyclic group) 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(substituted or unsubstituted divalent non-aromatic condensed heteropolycyclic group) 중에서 선택되고,

[0079]

a₁ 내지 a₃는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고, a₁이 2 이상일 경우 2 이상의 L₁은 서로 동일하거나 상이하고, a₂가 2 이상일 경우 2 이상의 L₂는 서로 동일하거나 상이하고, a₃가 2 이상일 경우 2 이상의 L₃는 서로 동일하거나 상이하고,

[0080]

R₁ 내지 R₇ 및 R₁₁ 내지 R₁₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오르기), -Cl(클로로기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아마이드기, 히드라진기, 히드라존기, 카복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) 및 -B(Q₆)(Q₇) 중에서 선택되고,

[0081]

b₁ 내지 b₄는 서로 독립적으로, 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0082]

상기 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹

테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,

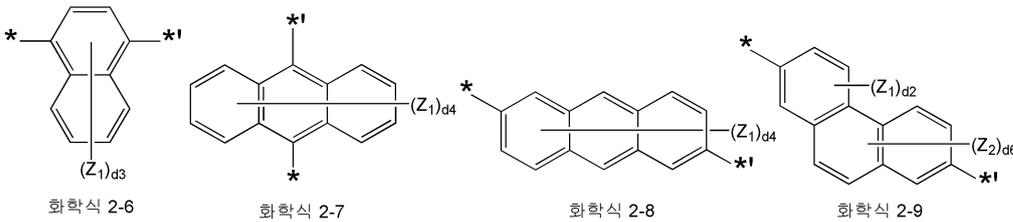
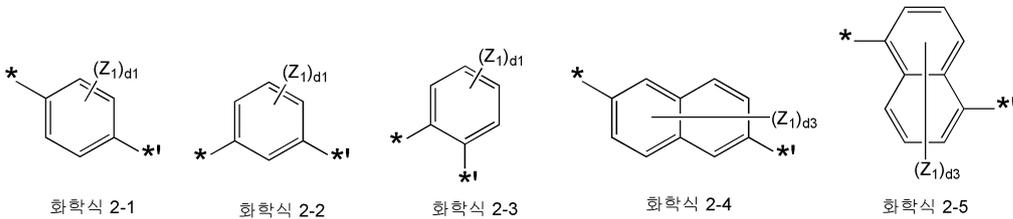
- [0083] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0084] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂), -Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅) 및 -B(Q₁₆)(Q₁₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0085] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0086] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅) 및 -B(Q₂₆)(Q₂₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0087] -N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 및 -B(Q₃₆)(Q₃₇);
- [0088] 중에서 선택되고,
- [0089] 상기 Q₁ 내지 Q₇, Q₁₁ 내지 Q₁₇, Q₂₁ 내지 Q₂₇ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₇은 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.
- [0090] 일 구현예에 따르면, 상기 X₁은 N-[(L₁)_{a1}-(R₁)_{b1}], S, O 또는 Si(R₄)(R₅)일 수 있다.
- [0091] 다른 구현예에 따르면, 상기 X₁은 S, O 또는 Si(R₄)(R₅)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0092] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 X₁은 S 또는 O일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0093] 상기 고리 A₁은 인접한 2개의 6원환 고리와, 탄소 원자를 공유하면서, 서로 융합되어 있다.
- [0094] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로,
- [0095] 페닐렌기(phenylene), 나프틸렌기(naphthylene), 플루오레닐렌기(fluorenylene), 스퀴아로-플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기(phenanthrenylene), 안트라세닐렌기(anthracenylylene), 트리페닐레닐렌기(triphenylylene), 파이레닐렌기(pyrenylene), 크라이세닐렌기(chrysenylene), 피리디닐렌기(pyridinylylene), 피리미디닐렌기(pyrimidinylylene), 퀴놀리닐렌기(quinolinylene), 이소퀴놀리닐렌기(isoquinolinylene), 트리아지닐렌기(triazinylylene) 및 카바졸일렌기; 및
- [0096] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기,

카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 피레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기, 퀴나졸리닐기 카바졸일기 및 -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 피레닐렌기, 크라이세닐렌기, 피리디닐렌기, 피리미디닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 트리아지닐렌기 및 카바졸일렌기;

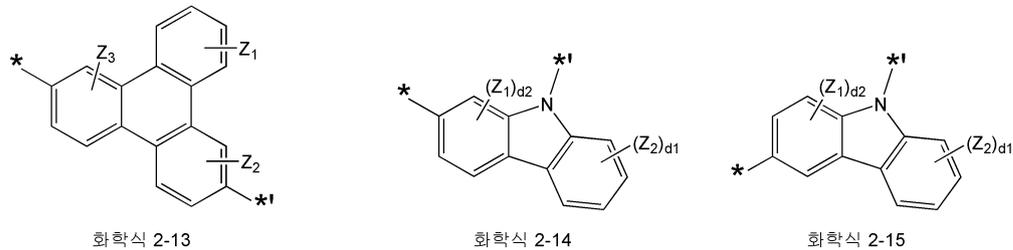
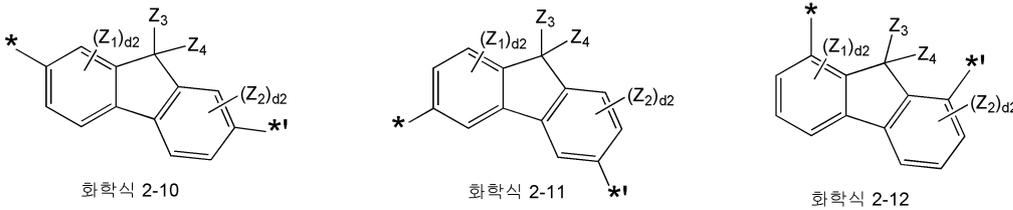
[0097] 중에서 선택되고,

[0098] Q₃₃ 내지 Q₃₅는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 피레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택될 수 있다.

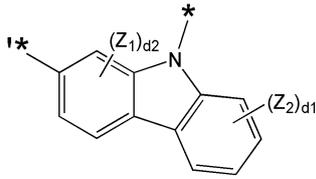
[0099] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중 L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로, 화학식 2-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 2-17로 표시되는 그룹 중에서 선택될 수 있다:



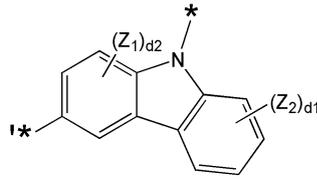
[0100]



[0101]



화학식 2-16



화학식 2-17

[0102]

상기 화학식 2-1 내지 2-17 중,

[0103]

[0104]

Z₁ 내지 Z₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴놀살리닐기, 비페닐기 및 -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 중에서 선택되고,

[0105]

상기 Q₃₃ 내지 Q₃₅는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴놀살리닐기 중에서 선택되고,

[0106]

d₁은 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

[0107]

d₂는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0108]

d₃는 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

[0109]

d₄는 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,

[0110]

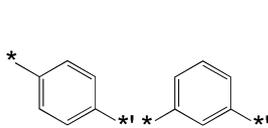
d₆는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0111]

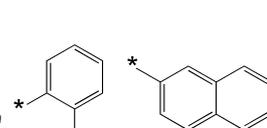
* 및 *'은 서로 독립적으로, 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0112]

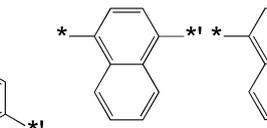
다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 상기 L₁ 내지 L₃는 서로 독립적으로, 화학식 3-1 내지 3-12 중 하나로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



화학식 3-1



화학식 3-2



화학식 3-3



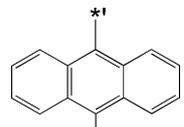
화학식 3-4



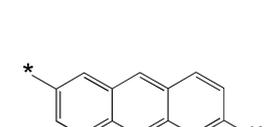
화학식 3-5



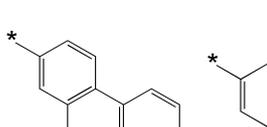
화학식 3-6



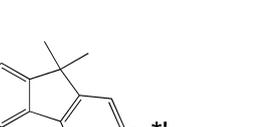
화학식 3-7



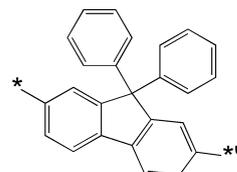
화학식 3-8



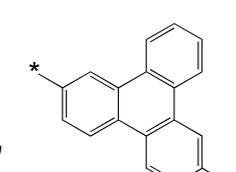
화학식 3-9



화학식 3-10



화학식 3-11



화학식 3-12

[0113]

[0114]

상기 화학식 3-1 내지 3-12 중 * 및 *' 각각은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

- [0115] 상기 화학식 1 중 a_1 은 L_1 의 개수를 나타낸 것으로서 1, 2, 3, 4 또는 5, 예를 들면, 1 또는 2, 또 다른 예로서는 1일 수 있다. a_1 이 2 이상일 경우, 2 이상의 L_1 은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. a_2 및 a_3 에 대한 설명은 a_1 에 대한 설명 및 화학식 1의 구조를 참조하여 이해될 수 있다.
- [0116] 일 구현예에 따르면, a_1 , a_2 및 a_3 는 서로 독립적으로, 1 또는 2일 수 있다.
- [0117] 상기 화학식 1 중 i) R_2 및 R_3 중 적어도 하나 및 ii) R_1 및 R_7 은, 서로 독립적으로,
- [0118] 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기; 및
- [0119] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, -Si(Q_{33})(Q_{34})(Q_{35}), 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐 및 비페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기;
- [0120] 중에서 선택될 수 있다.
- [0121] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 R_1 내지 R_7 은 서로 독립적으로,
- [0122] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기 및 C_1 - C_{20} 알콕시기;
- [0123] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기,

카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

- [0124] 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기;
- [0125] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기; 및
- [0126] -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) (단, 상기 R₄ 및 R₅는 -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅)가 아님);
- [0127] 중에서 선택되고,
- [0128] 상기 Q₃ 내지 Q₅ 및 Q₃₃ 내지 Q₃₅는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택되되,
- [0129] 상기 i) R₂ 및 R₃ 중 적어도 하나 및 ii) R₁ 및 R₇은, 서로 독립적으로,
- [0130] 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기; 및
- [0131] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기;
- [0132] 중에서 선택될 수 있다.
- [0133] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식들 중 R₁ 내지 R₇은 서로 독립적으로,
- [0134] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0135] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알

킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

[0136]

하기 화학식 4-1 내지 4-31; 및

[0137]

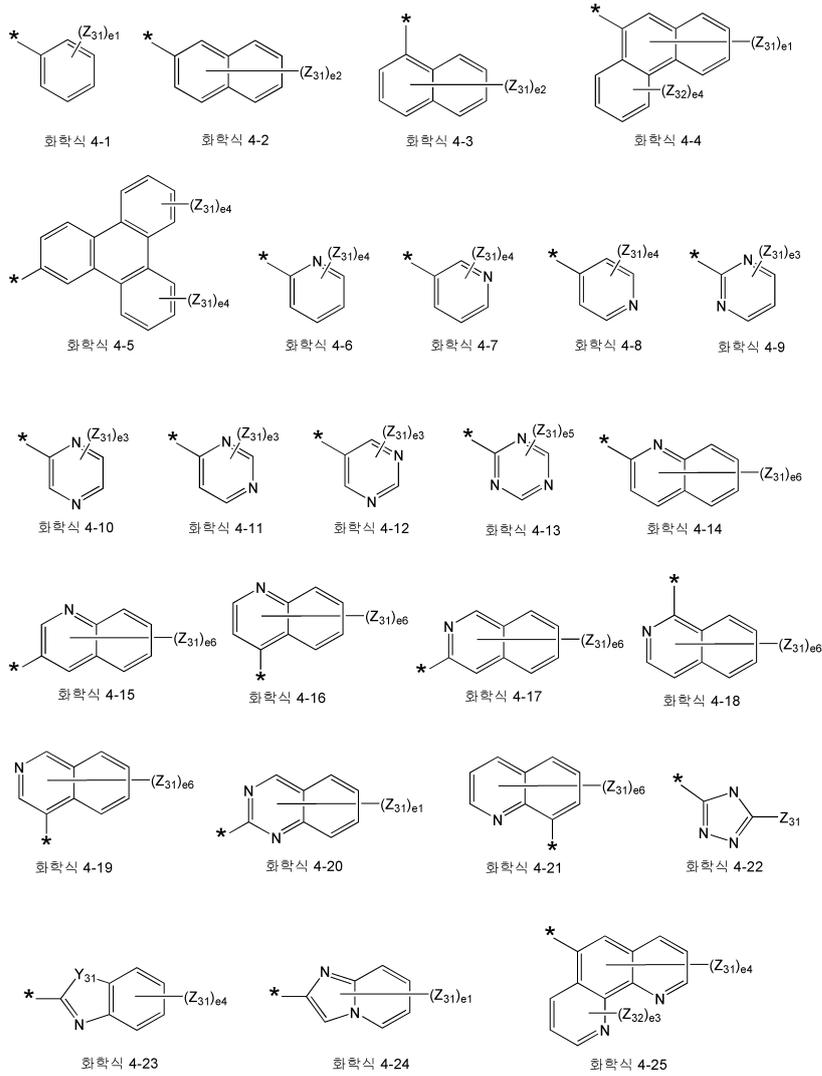
-Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) (단, 상기 R₄ 내지 R₅는 -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅)가 아님);

[0138]

중에서 선택되고,

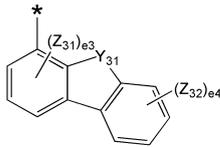
[0139]

상기 i) R₂ 및 R₃ 중 적어도 하나 및 ii) R₁ 및 R₇은, 서로 독립적으로, 하기 화학식 4-1 내지 4-31 중 하나로 표시될 수 있다:

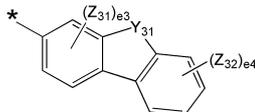


[0140]

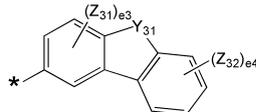
[0141]



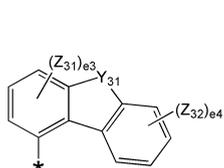
화학식 4-26



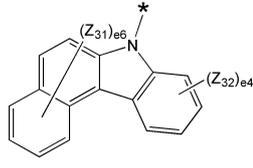
화학식 4-27



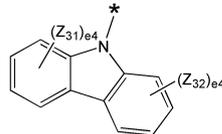
화학식 4-28



화학식 4-29



화학식 4-30



화학식 4-31

[0142]

[0143]

화학식 4-1 내지 4-31 중,

[0144]

Y_{31} 은 O, S, $C(Z_{33})(Z_{34})$, $N(Z_{35})$ 또는 $Si(Z_{36})(Z_{37})$ 이고 (단, 화학식 4-23 중 Y_{31} 은 NH가 아님),

[0145]

Z_{31} 내지 Z_{37} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴녹살리닐기, 비페닐기 및 $-Si(Q_{33})(Q_{34})(Q_{35})$ 중에서 선택되고,

[0146]

상기 Q_3 내지 Q_5 및 Q_{33} 내지 Q_{35} 는 서로 독립적으로, 수소, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택되고,

[0147]

e_1 은 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0148]

e_2 는 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

[0149]

e_3 는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0150]

e_4 는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

[0151]

e_5 는 1 또는 2이고,

[0152]

e_6 은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

[0153]

*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0154]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 R_1 및 R_7 은 서로 독립적으로,

[0155]

페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 및 페틸레닐기; 및

[0156]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 및 페틸레닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 및 페틸레닐기;

[0157]

중에서 선택될 수 있다.

[0158]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1의 R_2 및 R_3 중 적어도 하나는,

- [0159] 트리페닐레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기 및 벤조카바졸일기; 및
- [0160] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기 중 적어도 하나로 치환된, 트리페닐레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기 및 벤조카바졸일기;
- [0161] 중에서 선택될 수 있다.
- [0162] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1의 R₂ 및 R₃ 중 적어도 하나는,
- [0163] 트리페닐레닐기 및 카바졸일기; 및
- [0164] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), 페닐기, 나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기 중 적어도 하나로 치환된, 트리페닐레닐기 및 카바졸일기;
- [0165] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0166] 상기 화학식 1 중 R₁₁ 내지 R₁₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) 및 -B(Q₆)(Q₇) 중에서 선택될 수 있다.
- [0167] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 R₁₁ 내지 R₁₄는 서로 독립적으로,
- [0168] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0169] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0170] 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜닐기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피

리미디닐기; 및

- [0171] $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$;
- [0172] 중에서 선택되고,
- [0173] 상기 Q_3 내지 Q_5 는 서로 독립적으로, 수소, C_1-C_{20} 알킬기, C_1-C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 피아레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택될 수 있다.
- [0174] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 R_{11} 내지 R_{14} 는 서로 독립적으로,
- [0175] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기;
- [0176] 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 피아레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 티오펜닐기, 퓨라닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜닐기, 이소벤조티아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기 및 디벤조카바졸일기; 및
- [0177] $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$;
- [0178] 중에서 선택되고,
- [0179] 상기 Q_3 내지 Q_5 는 서로 독립적으로, 수소, C_1-C_{20} 알킬기, C_1-C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 피아레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택될 수 있다.
- [0180] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 R_{11} 내지 R_{14} 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0181] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 R_{11} 내지 R_{14} 는 모두 수소일 수 있다.
- [0182] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 R_1 내지 R_7 은 서로 독립적으로,
- [0183] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기;
- [0184] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 적어도 하나로 치환된, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기;
- [0185] 하기 화학식 5-1 내지 5-85; 및
- [0186] $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$ (단, 상기 R_4 및 R_5 는 $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$ 가 아님);
- [0187] 중에서 선택되고,
- [0188] i) R_2 및 R_3 중 적어도 하나 및 ii) R_1 및 R_7 은, 서로 독립적으로, 하기 화학식 5-1 내지 5-85 중 하나로 표시되고,

[0189]

상기 R₁₁ 내지 R₁₄는 서로 독립적으로,

[0190]

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

[0191]

하기 화학식 5-1 내지 5-4, 5-10 내지 5-17, 5-26 내지 5-31, 5-39, 5-40, 5-42, 5-44, 5-47 및 5-48; 및

[0192]

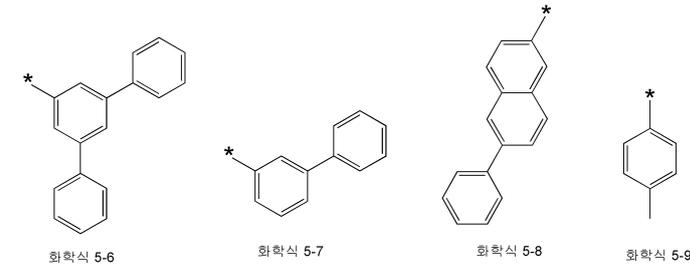
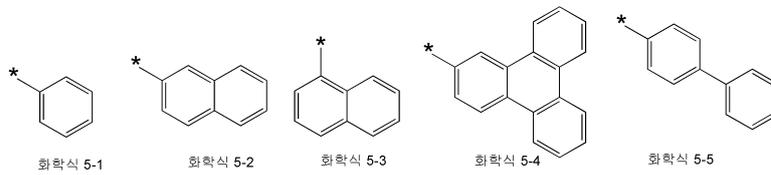
-Si(Q₃)(Q₄)(Q₅);

[0193]

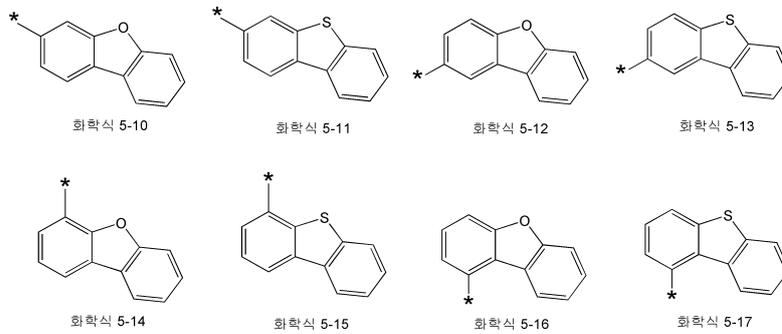
중에서 선택되고,

[0194]

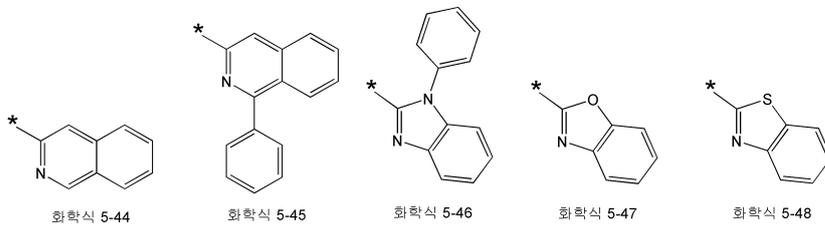
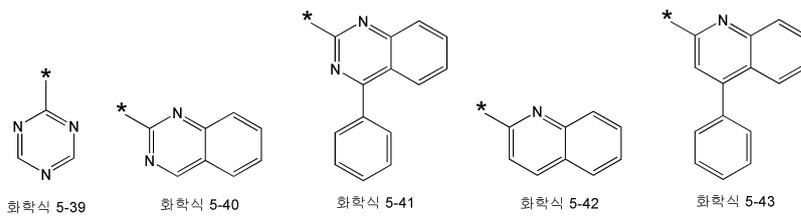
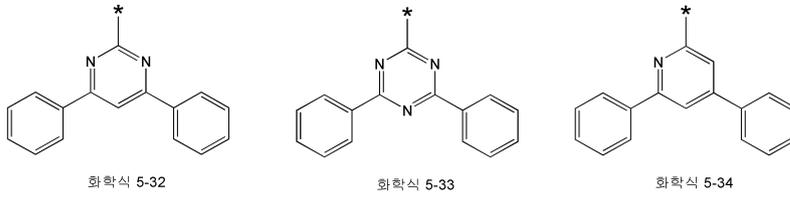
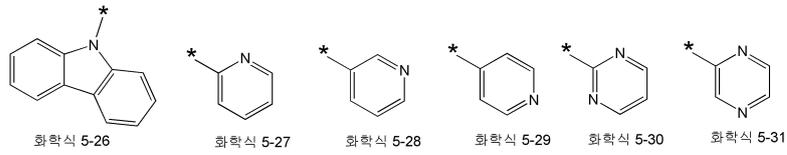
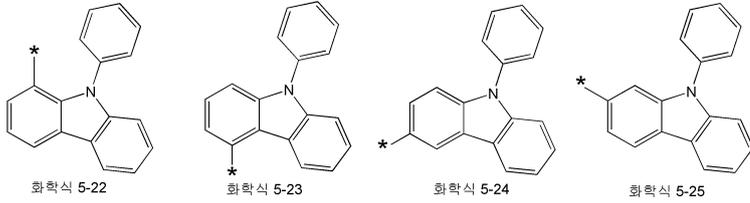
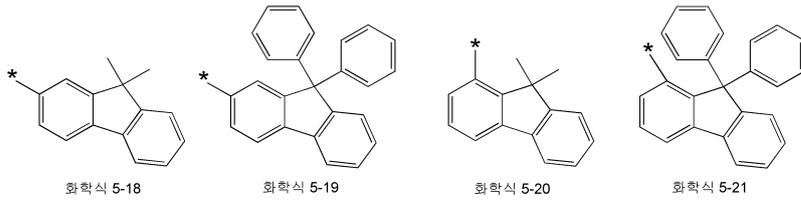
상기 Q₃ 내지 Q₅는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 피라레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 크라이세닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기 및 퀴녹살리닐기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0195]



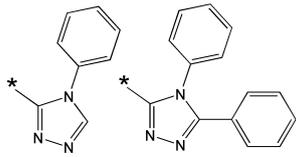
[0196]



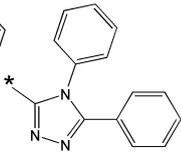
[0197]

[0198]

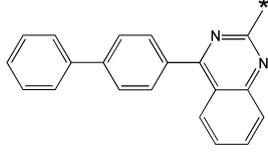
[0199]



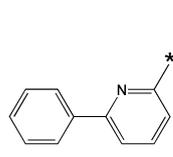
화학식 5-49



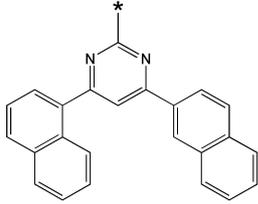
화학식 5-50



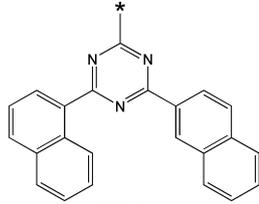
화학식 5-51



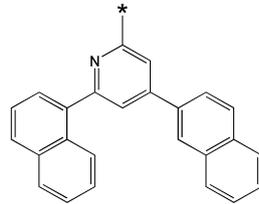
화학식 5-52



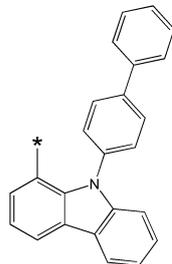
화학식 5-53



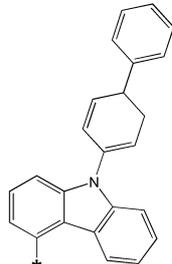
화학식 5-54



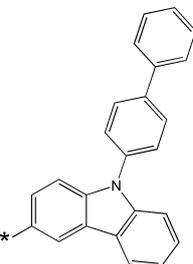
화학식 5-55



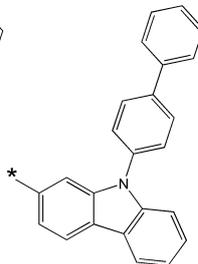
화학식 5-56



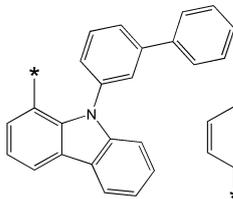
화학식 5-57



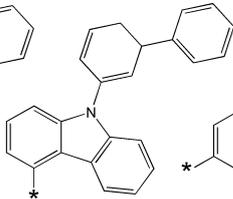
화학식 5-58



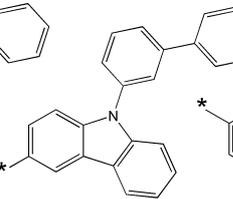
화학식 5-59



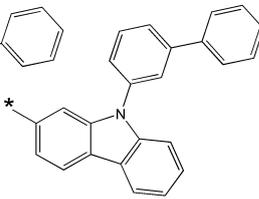
화학식 5-60



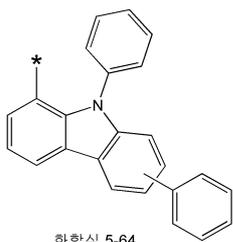
화학식 5-61



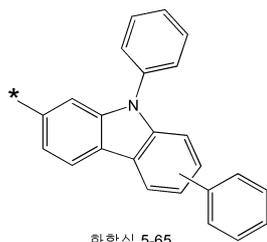
화학식 5-62



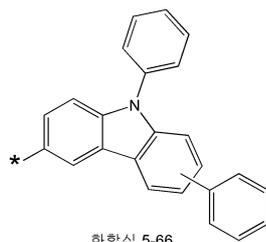
화학식 5-63



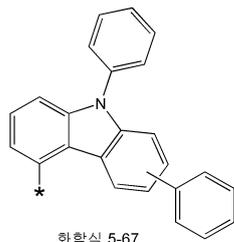
화학식 5-64



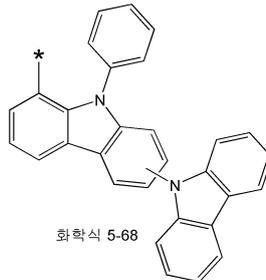
화학식 5-65



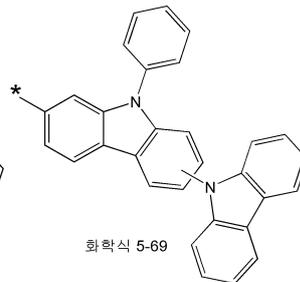
화학식 5-66



화학식 5-67



화학식 5-68

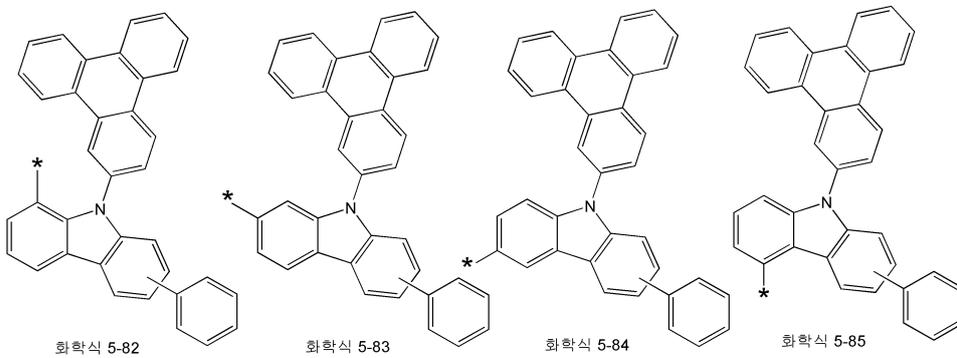
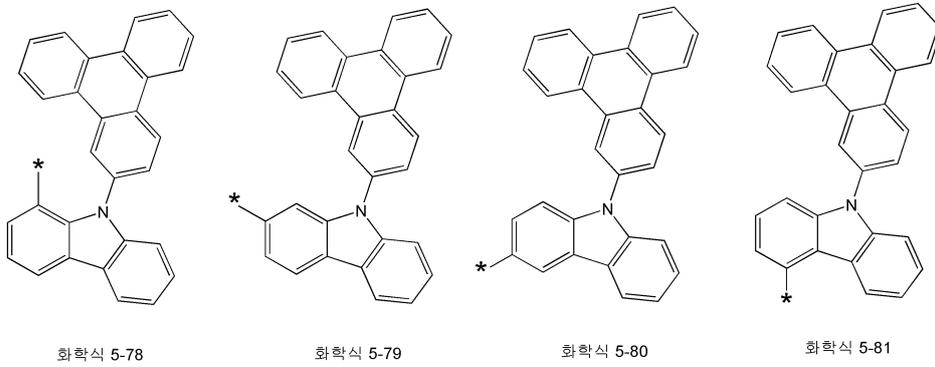
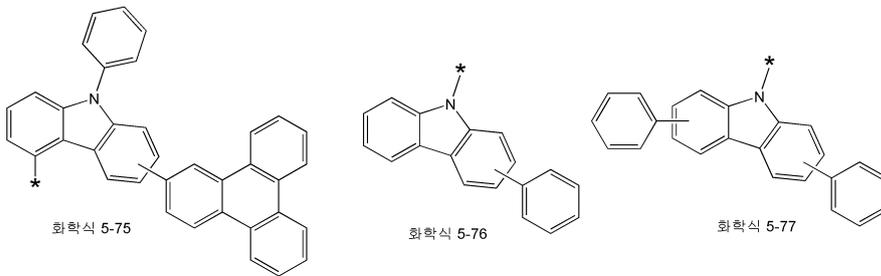
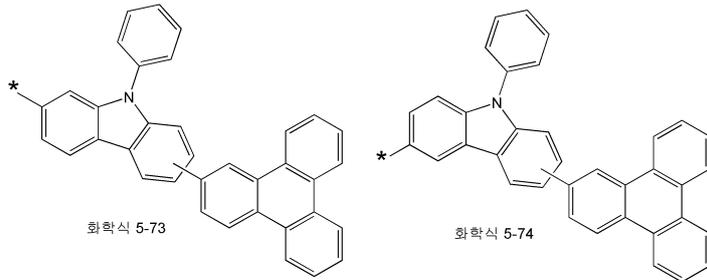
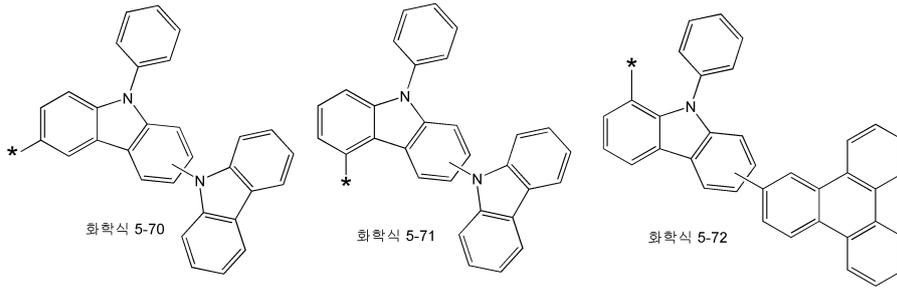


화학식 5-69

[0200]

[0201]

[0202]



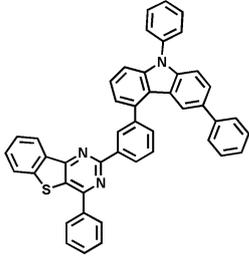
[0207] 상기 화학식 5-1 내지 5-85 중 *는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0208] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 L₂는 상기 화학식 2-2 및 2-14 내지 2-16 중 하나로 표시되고, a₂는 1이고, R₂는

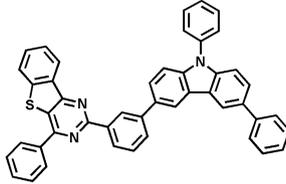
수소, 화학식 4-1 내지 4-5 및 4-31로 표시되는 그룹 중에서 선택되고, b₂는 1 또는 2이고, R₆는 수소이고, R₇은 상기 화학식 4-1 내지 4-5로 표시되는 그룹 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0209]

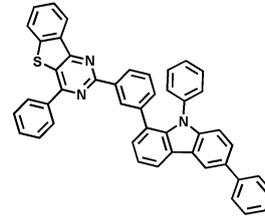
일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성-호스트는 하기 화합물 EH1-401 내지 EH1-415 및 EH2-1 내지 EH2-30 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



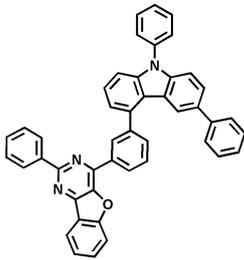
EH1-401



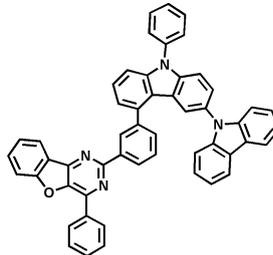
EH1-402



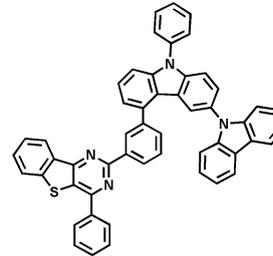
EH1-403



EH1-404

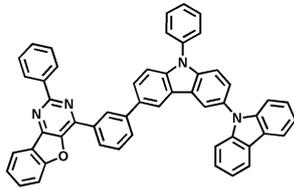


EH1-405

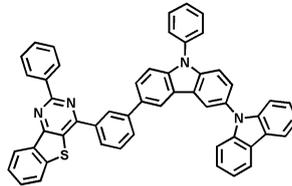


EH1-406

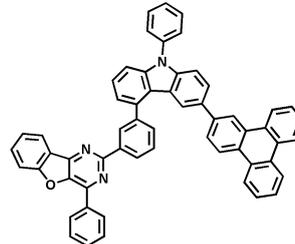
[0210]



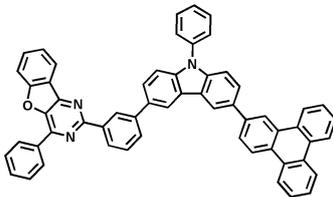
EH1-407



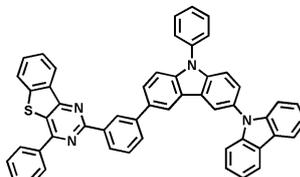
EH1-408



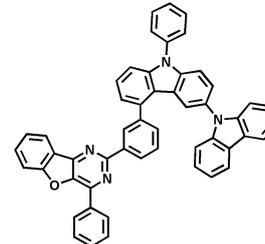
EH1-409



EH1-410

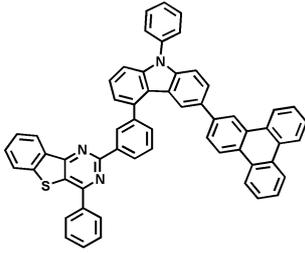


EH1-411

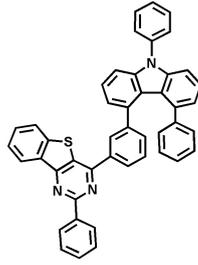


EH1-412

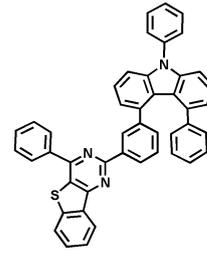
[0211]



EH1-413

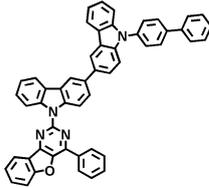


EH1-414

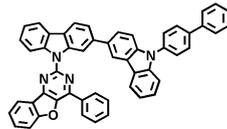


EH1-415

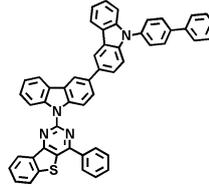
[0212]



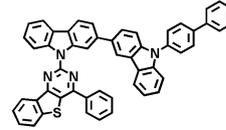
EH2-1



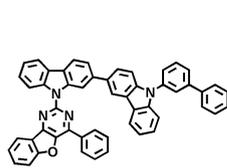
EH2-2



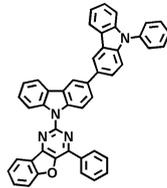
EH2-3



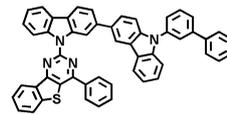
EH2-4



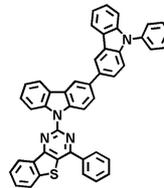
EH2-5



EH2-6

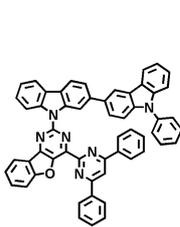


EH2-7

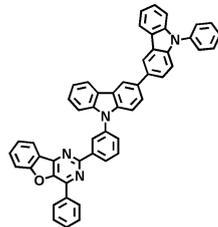


EH2-8

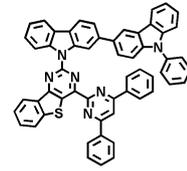
[0213]



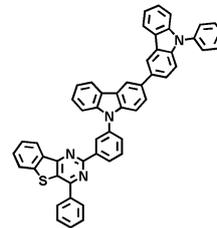
EH2-9



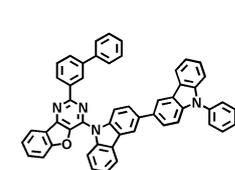
EH2-10



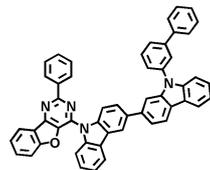
EH2-11



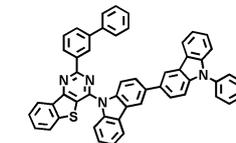
EH2-12



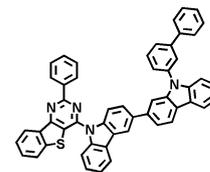
EH2-13



EH2-14

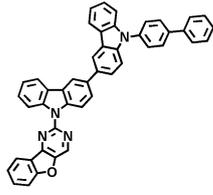


EH2-15

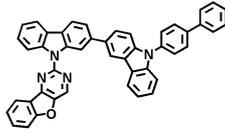


EH2-16

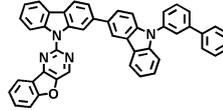
[0214]



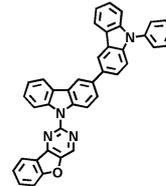
EH2-17



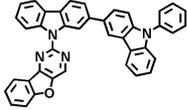
EH2-18



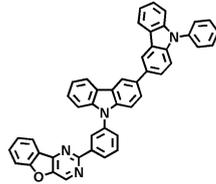
EH2-19



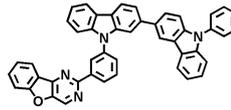
EH2-20



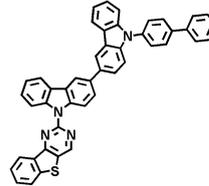
EH2-21



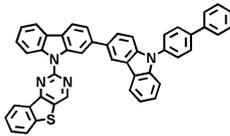
EH2-22



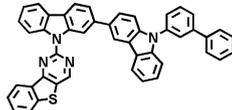
EH2-23



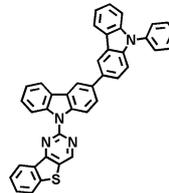
EH2-24



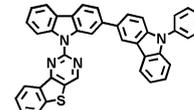
EH2-25



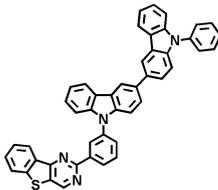
EH2-26



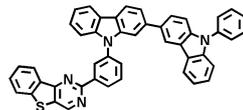
EH2-27



EH2-28



EH2-29



EH2-30

[0215]

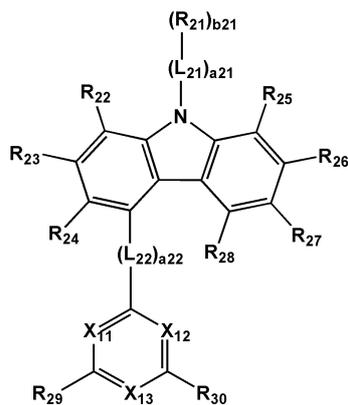
[0216]

[0217]

[0218]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10) 중 발광층(15)의 전자 수송성-호스트는 하기 화학식 10으로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

<화학식 10>



[0219]

[0220]

[0221]

상기 화학식 10 중,

L₂₁ 및 L₂₂는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축

합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0222] a21 및 a22는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0223] X_{11} 은 N 또는 C(R_{51})이고, X_{12} 는 N 또는 C(R_{52})이고, X_{13} 은 N 또는 C(R_{53})이고, X_{11} 내지 X_{13} 중 2 이상은 N이고,

[0224] R_{21} 내지 R_{30} 및 R_{51} 내지 R_{53} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 및 $-Si(Q_{41})(Q_{42})(Q_{43})$ 중에서 선택되고,

[0225] b21 및 b22는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0226] 상기 R_{25} 내지 R_{28} 중 적어도 하나는, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0227] 상기 치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C_6-C_{60} 아릴렌기, 치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬기, 치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐기, 치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환된 C_6-C_{60} 아릴기, 치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, 치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 적어도 하나의 치환기는,

[0228] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기, C_2-C_{60} 알키닐기 및 C_1-C_{60} 알콕시기;

[0229] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_3-C_{10} 시클로알킬기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, C_3-C_{10} 시클로알케닐기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, C_6-C_{60} 아릴기, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, $-Si(Q_{51})(Q_{52})(Q_{53})$ 및 $-B(Q_{54})(Q_{55})$ 중 적어도 하나로 치환된, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기, C_2-C_{60} 알키닐기 및 C_1-C_{60} 알콕시기;

[0230] C_3-C_{10} 시클로알킬기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, C_3-C_{10} 시클로알케닐기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, C_6-C_{60} 아릴기, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0231] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기, C_2-C_{60} 알키닐기 및 C_1-C_{60} 알콕시기, C_3-C_{10} 시클로알킬기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, C_3-C_{10} 시클로알케닐기, C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, C_6-C_{60} 아릴기, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, $-Si(Q_{61})(Q_{62})(Q_{63})$ 및 $-B(Q_{64})(Q_{65})$ 중 적어도 하나로 치환된, C_3-

C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로 축합다환 그룹; 및

[0232] -Si(Q₇₁)(Q₇₂)(Q₇₃) 및 -B(Q₇₄)(Q₇₅);

[0233] 중에서 선택되고;

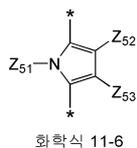
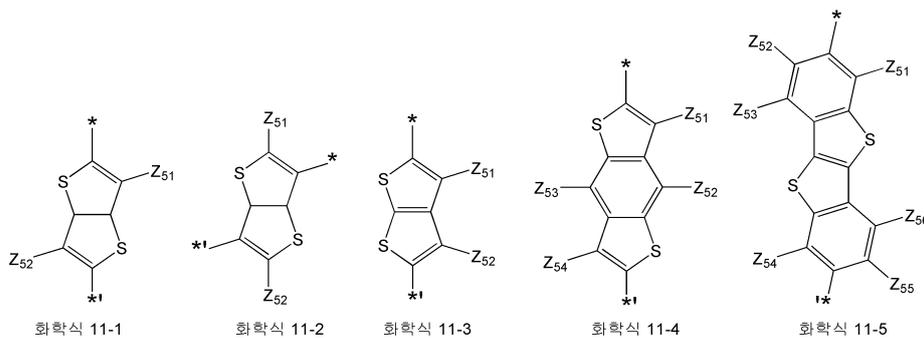
[0234] 상기 Q₄₁ 내지 Q₄₃, Q₅₁ 내지 Q₅₅, Q₆₁ 내지 Q₆₅ 및 Q₇₁ 내지 Q₇₅는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.

[0235] 예를 들어, 상기 화학식 10 중 L₂₁ 및 L₂₂는 서로 독립적으로,

[0236] 페닐렌기, 나프틸렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 안트라세닐렌기, 피롤일렌기, 피리디닐렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 이소인돌일렌기, 인돌일렌기, 푸라닐렌기, 벤조푸라닐렌기, 티오펜일렌기, 벤조티오펜일렌기 및 트리아지닐렌기;

[0237] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 안트라세닐렌기, 피롤일렌기, 피리디닐렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 이소인돌일렌기, 인돌일렌기, 푸라닐렌기, 벤조푸라닐렌기, 티오펜일렌기, 벤조티오펜일렌기 및 트리아지닐렌기; 및

[0238] 상기 화학식 11-1로 표시되는 그룹 내지 하기 화학식 11-6로 표시되는 그룹; 중에서 선택될 수 있다:



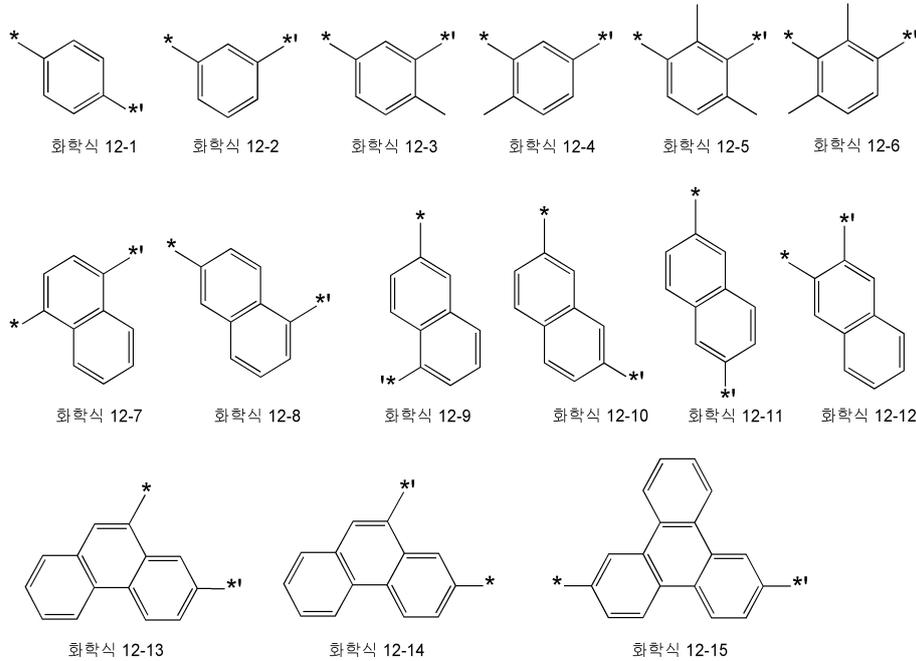
[0239] [0240] 상기 화학식 11-1 내지 11-6 중,

[0241] Z₅₁ 내지 Z₅₆는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기,

트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택되고,

[0242] *는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0243] 또 다른 예로서, 상기 화학식 10 중 L_{21} 및 L_{22} 는 서로 독립적으로 하기 화학식 12-1 내지 12-15 및 상기 화학식 11-1 내지 11-6 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0244]

상기 화학식 12-1 내지 12-15 중 * 및 *'은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0245]

[0246] 상기 화학식 10 중 a_{21} 은 L_{21} 의 개수를 나타낸 것으로 0 내지 3의 정수 중에서 선택될 수 있다. 예를 들어, 상기 a_{21} 은 0, 1 또는 2일 수 있다. a_{21} 이 0일 경우, $-(L_{21})_{a_{21}}-*'$ 은 단일 결합이 된다. a_{21} 이 2 이상일 경우, 2 이상의 L_{21} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. a_{22} 에 대한 설명은 a_{21} 에 대한 설명 및 화학식 10의 구조를 참조한다.

[0247]

상기 화학식 10 중 a_{21} 및 a_{22} 는 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0248]

일 구현예에 따르면, 상기 화학식 10 중 X_{11} 내지 X_{13} 은 모두 N이거나; 또는 X_{11} 및 X_{12} 는 N이고, X_{13} 은 C(R_{53})일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0249]

일 구현예에 따르면, 상기 화학식 10 중,

[0250]

R_{21} 은 하기 화학식 15-1 내지 15-40 및 $-\text{Si}(Q_{41})(Q_{42})(Q_{43})$ (여기서, 상기 Q_{41} 내지 Q_{43} 은 서로 독립적으로, 수소, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택됨) 중에서 선택되고,

[0251]

R_{22} 내지 R_{24} 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기 및 C_1 - C_{20} 알콕시기 중에서 선택되고,

[0252]

R_{25} 내지 R_{30} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의

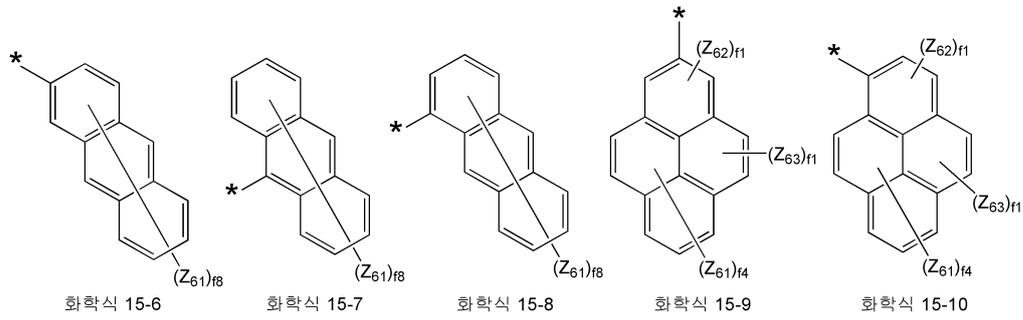
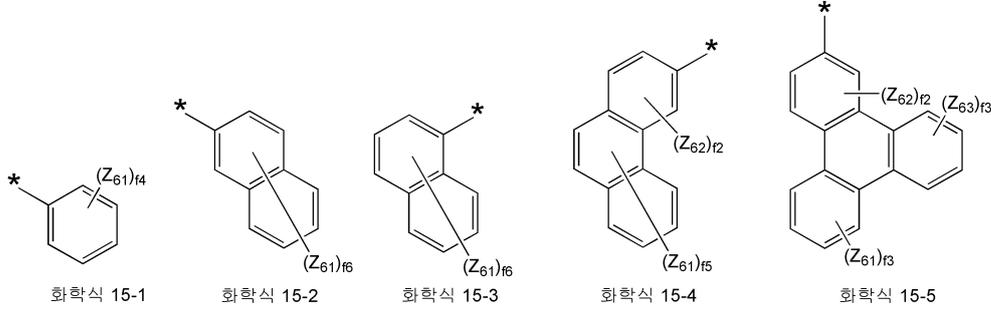
염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기 및 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택되고,

[0253]

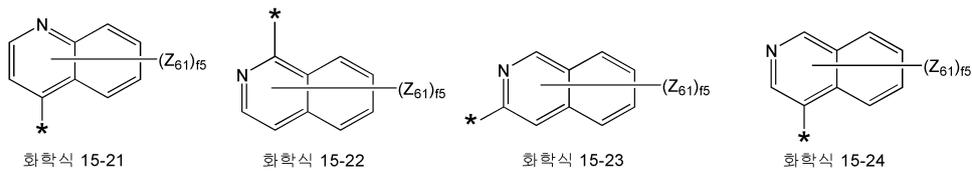
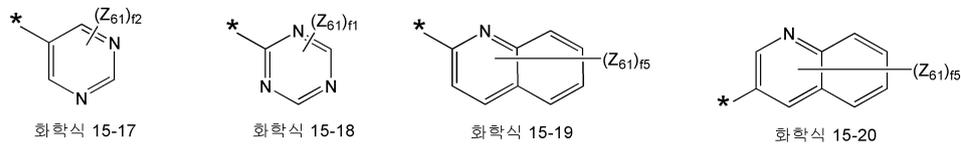
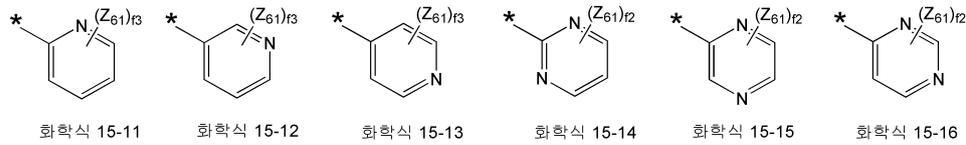
상기 R₂₅ 내지 R₂₈ 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택되고,

[0254]

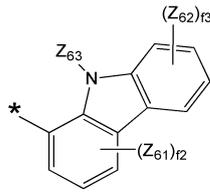
상기 R₂₉ 및 R₃₀ 중 적어도 하나는 하기 화학식 15-1 내지 15-40 중에서 선택될 수 있다:



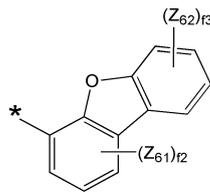
[0255]



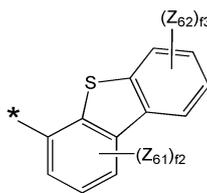
[0256]



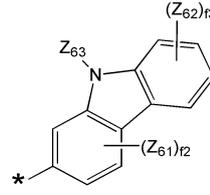
화학식 15-25



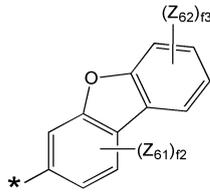
화학식 15-26



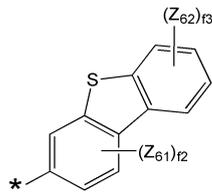
화학식 15-27



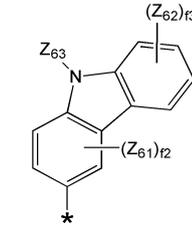
화학식 15-28



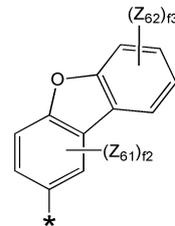
화학식 15-29



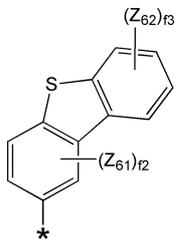
화학식 15-30



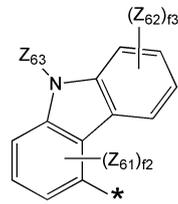
화학식 15-31



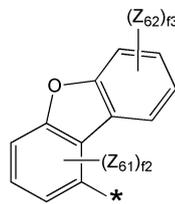
화학식 15-32



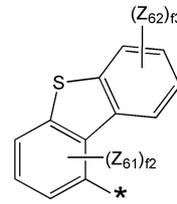
화학식 15-33



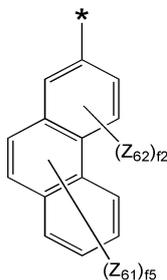
화학식 15-34



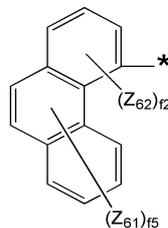
화학식 15-35



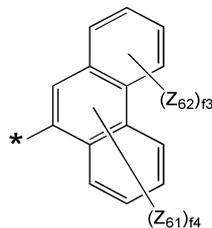
화학식 15-36



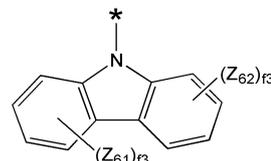
화학식 15-37



화학식 15-38



화학식 15-39



화학식 15-40

상기 화학식 15-1 내지 15-40 중

Z₆₁ 내지 Z₆₃는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₂-C₂₀알케닐기, C₂-C₂₀알키닐기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택되고,

f₁은 1 또는 2이고,

f₂는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

f₃는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

f₄는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

f₅는 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

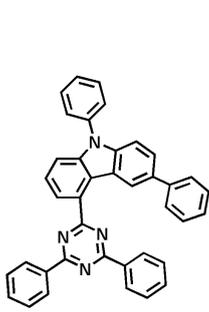
f₆는 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

- [0268] f7은 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,
- [0269] f8은 1 내지 9의 정수 중에서 선택되고,
- [0270] *는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.
- [0271] 또 다른 구현에 따르면, 상기 화학식 10 중 R₂₁ 내지 R₂₈은 서로 독립적으로,
- [0272] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0273] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0274] 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기;
- [0275] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기; 및
- [0276] -Si(Q₄₁)(Q₄₂)(Q₄₃) (여기서, 상기 Q₄₁ 내지 Q₄₃은 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴놀살리닐기, 시놀리닐기 및 퀴나졸리닐기 중에서 선택됨);
- [0277] 중에서 선택되고;
- [0278] R₂₅ 내지 R₂₈ 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로,
- [0279] 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기; 및
- [0280] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 페난쓰레닐기, 페닐레닐기, 플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기;
- [0281] 중에서 선택될 수 있다.
- [0282] 일 구현에 따르면, 상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트는 상기 화학식 10으로 표시되며, 상기 화학식 10 중
- [0283] L₂₁ 및 L₂₂는 서로 독립적으로, 상기 화학식 12-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 12-15로 표시되는 그룹 중에서 선택되고,
- [0284] a₂₁ 및 a₂₂는 서로 독립적으로, 0 또는 1이고,
- [0285] X₁₁ 내지 X₁₃은 N이고,
- [0286] R₂₂ 내지 R₂₆ 및 R₂₈은 수소이고,
- [0287] R₂₇, R₂₉ 및 R₃₀은 서로 독립적으로, 상기 화학식 15-1로 표시되는 그룹 내지 화학식 15-40로 표시되는 그룹 중에

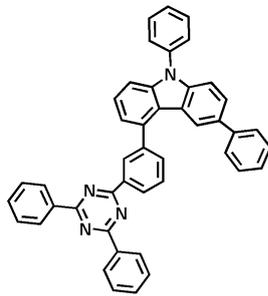
서 선택되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0288]

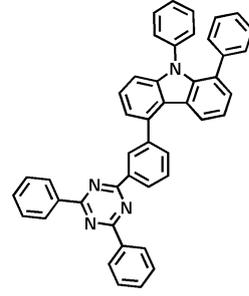
일 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트는 하기 화합물 EH3-1 내지 EH3-102 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



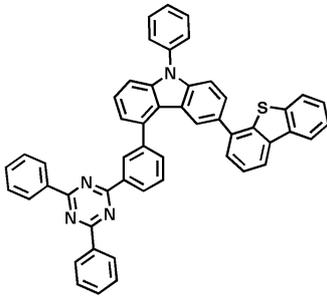
EH3-1



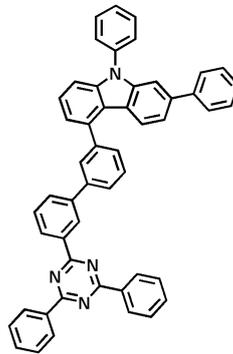
EH3-2



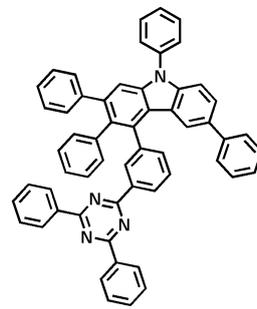
EH3-3



EH3-4

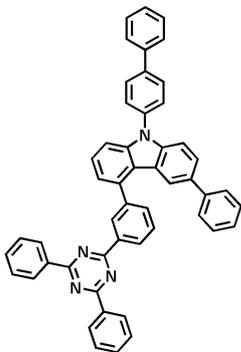


EH3-5

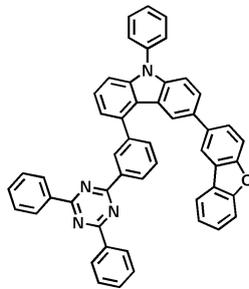


EH3-6

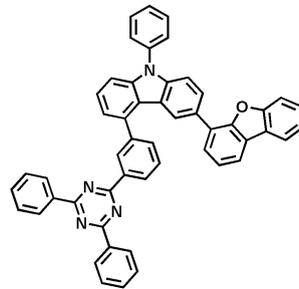
[0289]



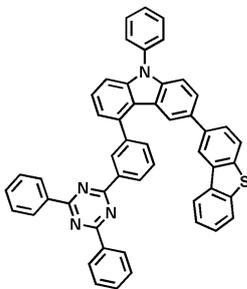
EH3-7



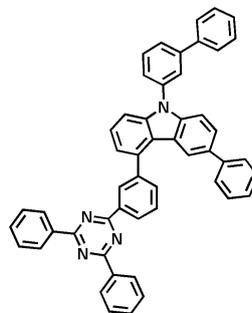
EH3-8



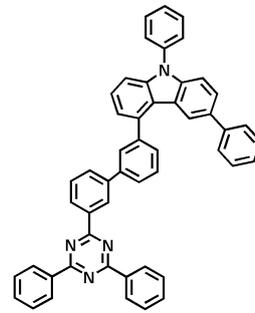
EH3-9



EH3-10

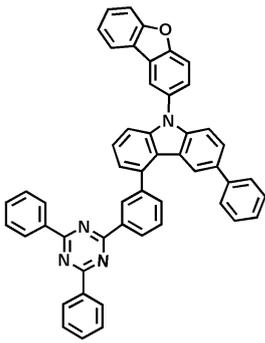


EH3-11

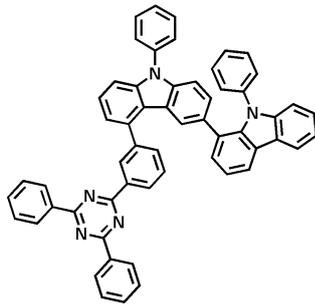


EH3-12

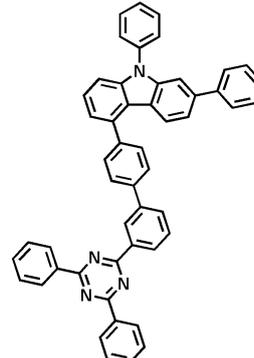
[0290]



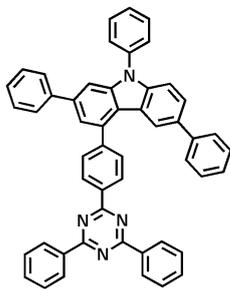
EH3-13



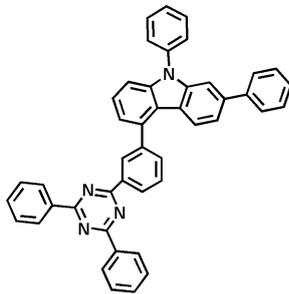
EH3-14



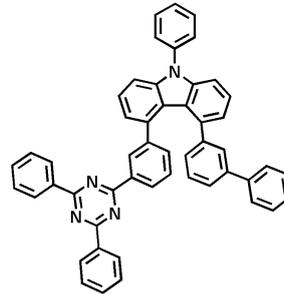
EH3-15



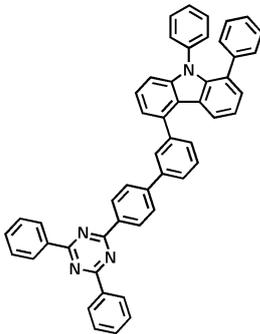
EH3-16



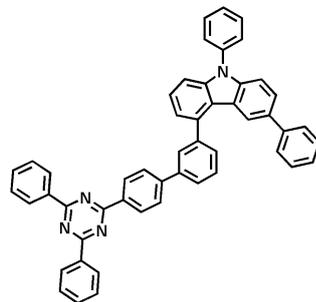
EH3-17



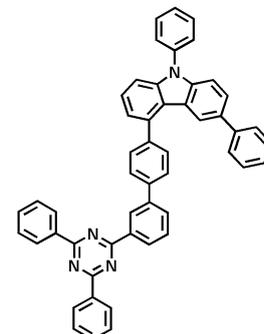
EH3-18



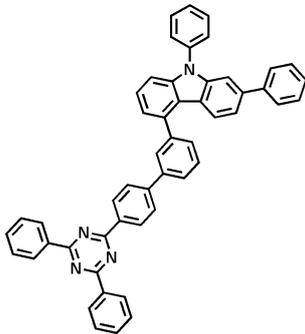
EH3-19



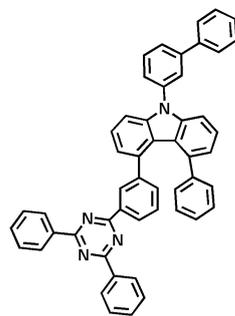
EH3-20



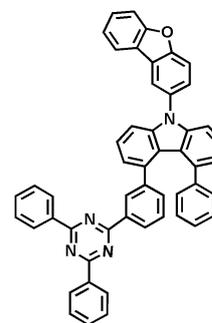
EH3-21



EH3-22



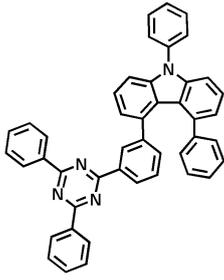
EH3-23



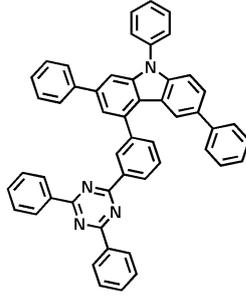
EH3-24

[0291]

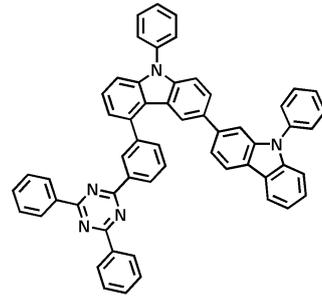
[0292]



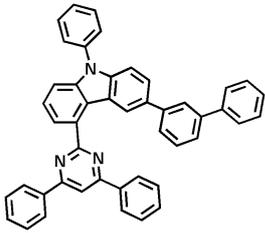
EH3-25



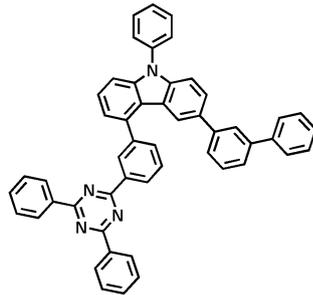
EH3-26



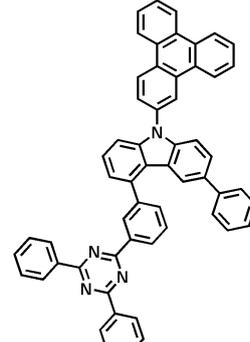
EH3-27



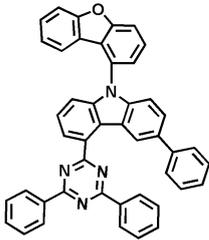
EH3-28



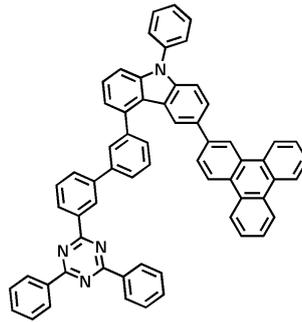
EH3-29



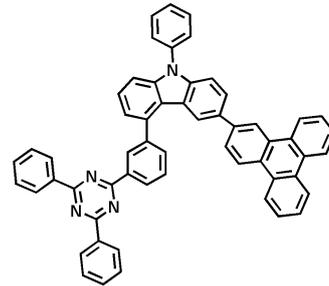
EH3-30



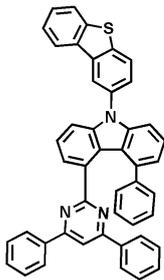
EH3-31



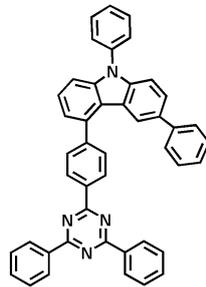
EH3-32



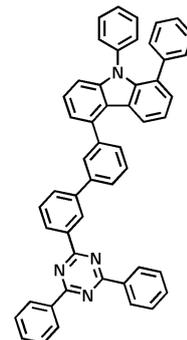
EH3-33



EH3-34



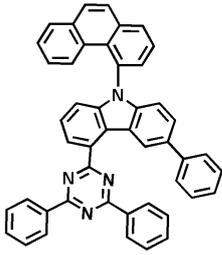
EH3-35



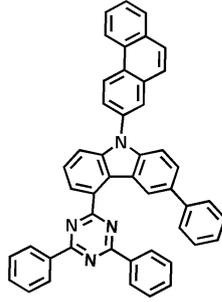
EH3-36

[0293]

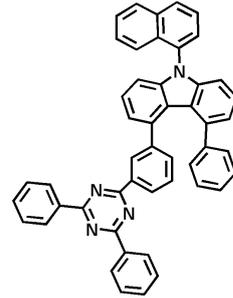
[0294]



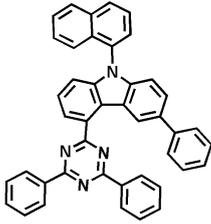
EH3-37



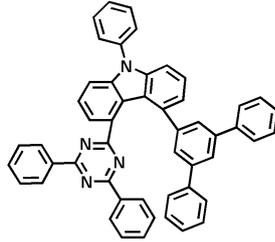
EH3-38



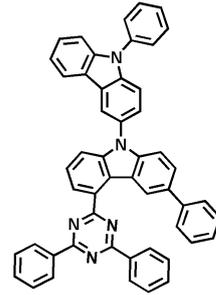
EH3-39



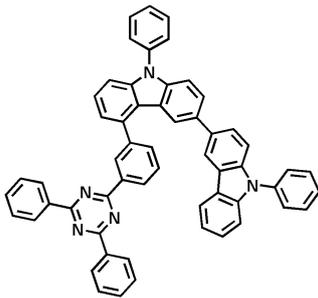
EH3-40



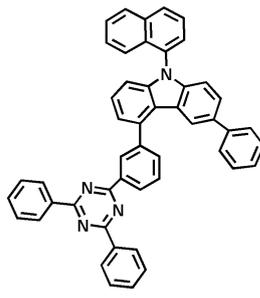
EH3-41



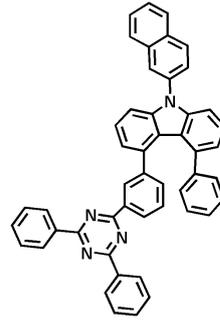
EH3-42



EH3-43



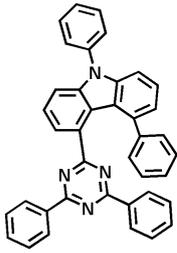
EH3-44



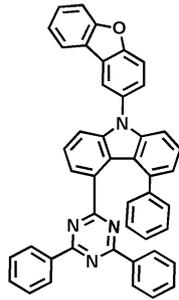
EH3-45

[0295]

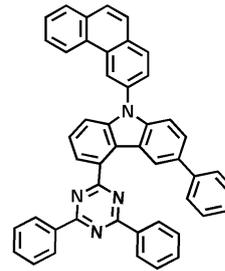
[0296]



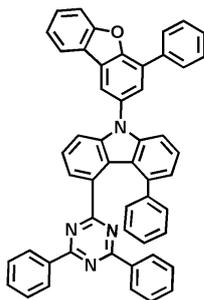
EH3-46



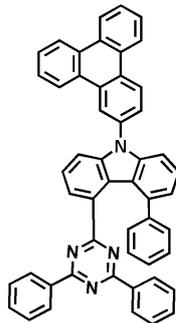
EH3-47



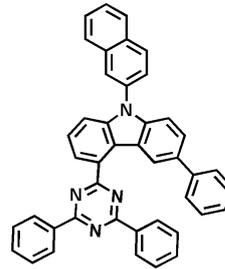
EH3-48



EH3-49

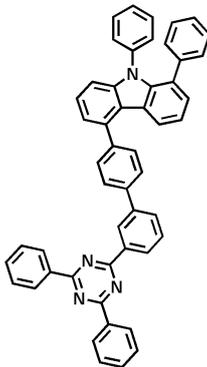


EH3-50

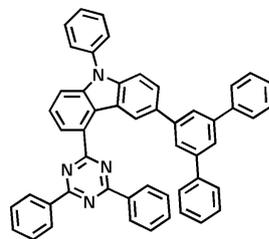


EH3-51

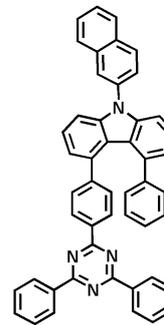
[0297]



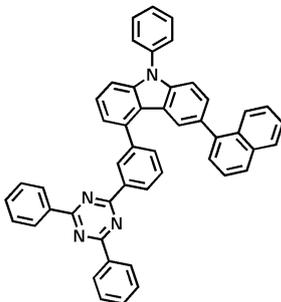
EH3-52



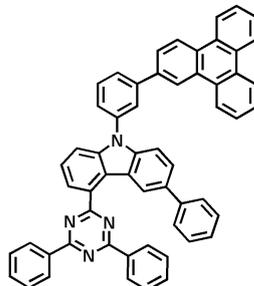
EH3-53



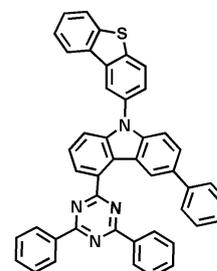
EH3-54



EH3-55

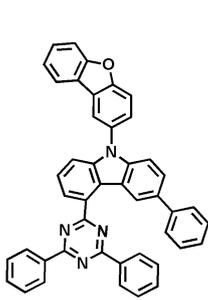


EH3-56

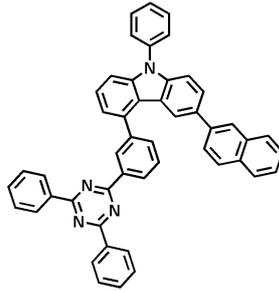


EH3-57

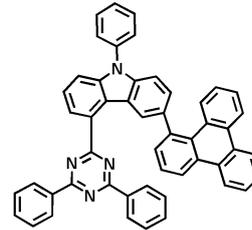
[0298]



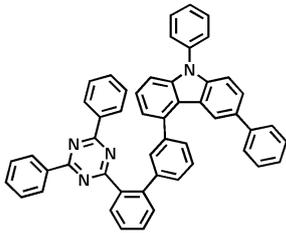
EH3-58



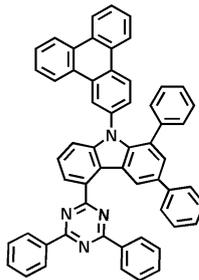
EH3-59



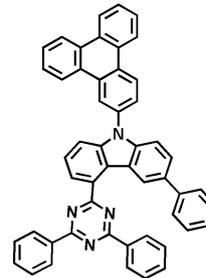
EH3-60



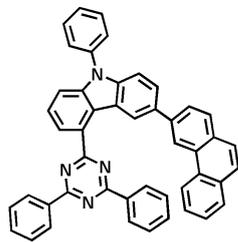
EH3-61



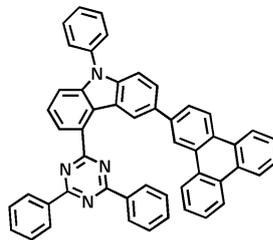
EH3-62



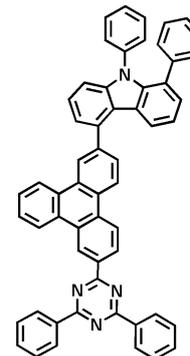
EH3-63



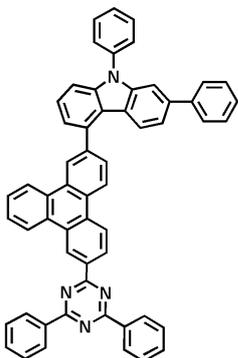
EH3-64



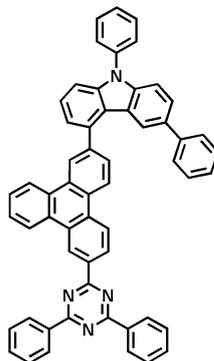
EH3-65



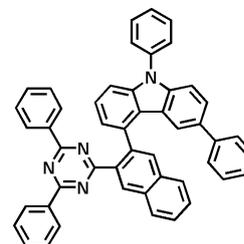
EH3-66



EH3-67



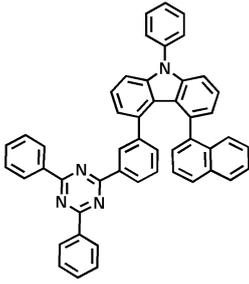
EH3-68



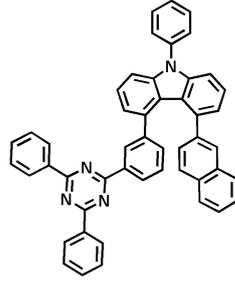
EH3-69

[0299]

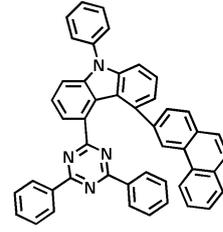
[0300]



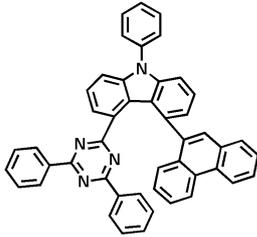
EH3-70



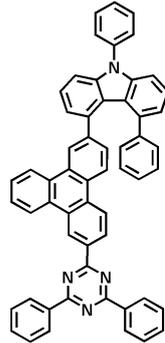
EH3-71



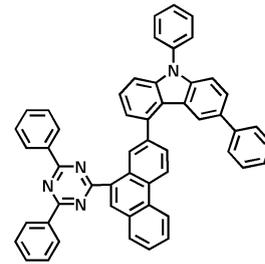
EH3-72



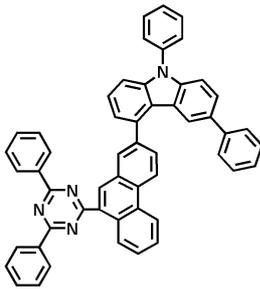
EH3-73



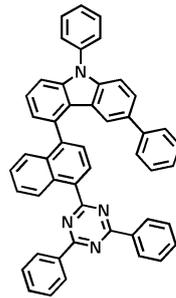
EH3-74



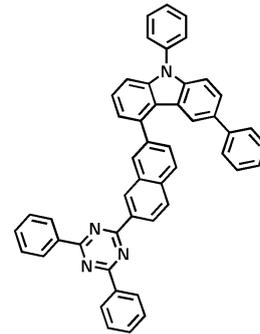
EH3-75



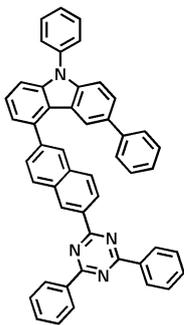
EH3-76



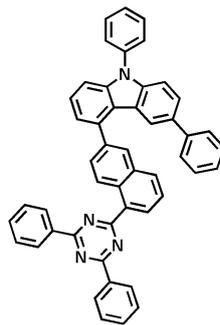
EH3-77



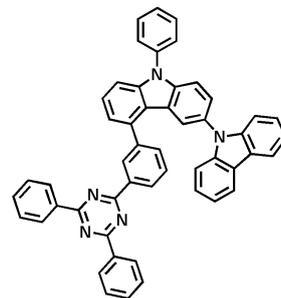
EH3-78



EH3-79



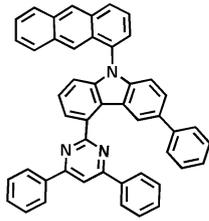
EH3-80



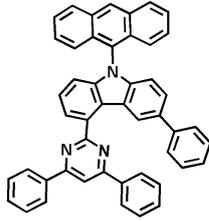
EH3-81

[0301]

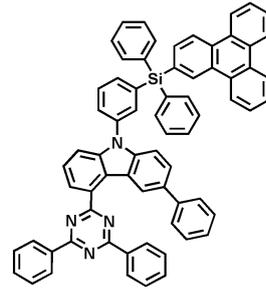
[0302]



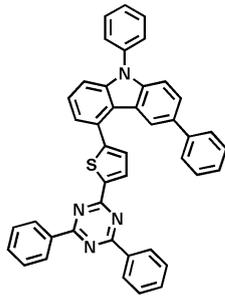
EH3-82



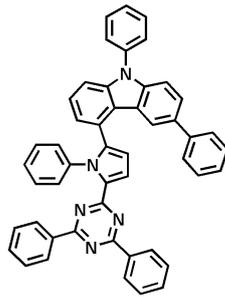
EH3-83



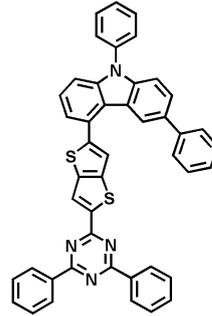
EH3-84



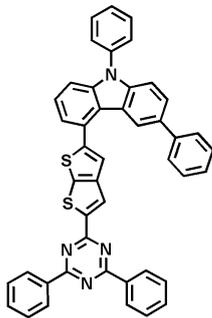
EH3-85



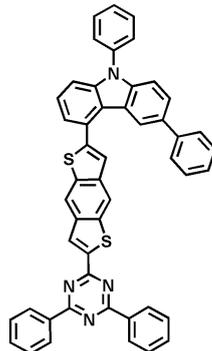
EH3-86



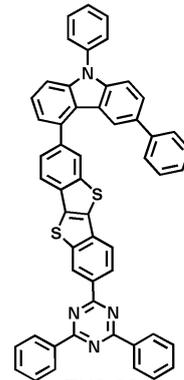
EH3-87



EH3-88



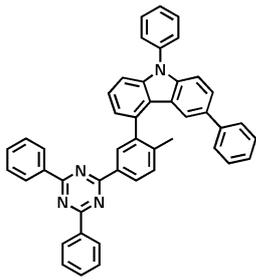
EH3-89



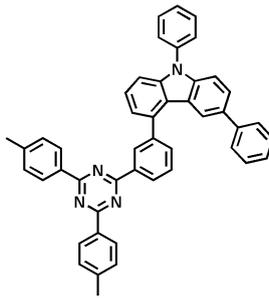
EH3-90

[0303]

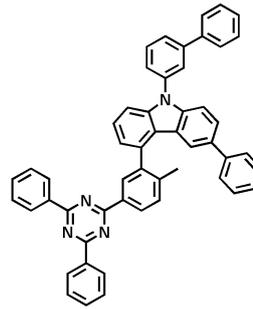
[0304]



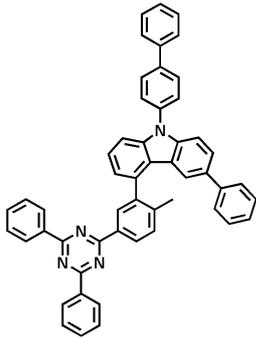
EH3-91



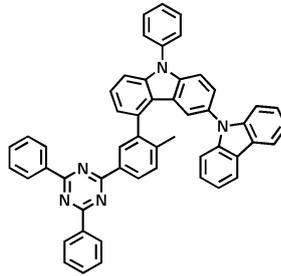
EH3-92



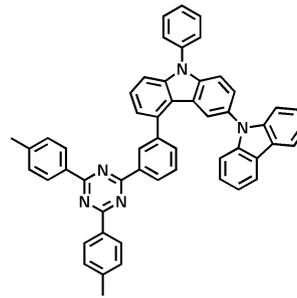
EH3-93



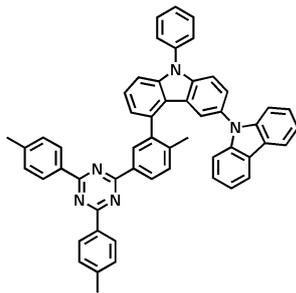
EH3-94



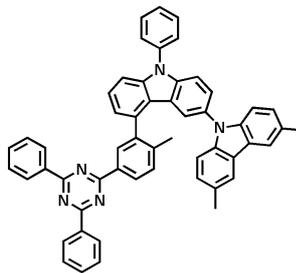
EH3-95



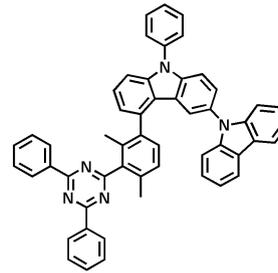
EH3-96



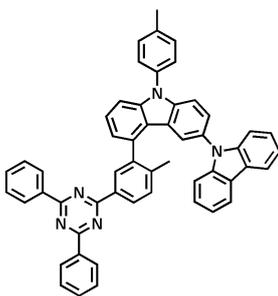
EH3-97



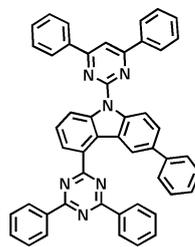
EH3-98



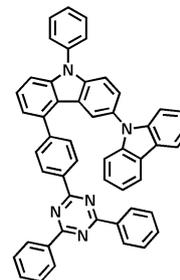
EH3-99



EH3-100



EH3-101



EH3-102

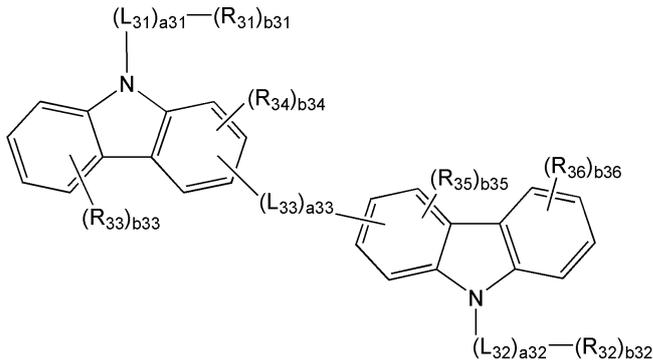
[0305]

[0306]

[0307]

한편, 상기 유기 발광 소자(10) 중 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트는 하기 화학식 20으로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0308] <화학식 20>



[0309] 상기 화학식 20 중
 [0310]

[0311] L_{31} 내지 L_{33} 은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0312] a_{31} 내지 a_{33} 은 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0313] R_{31} 및 R_{32} 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0314] R_{33} 내지 R_{36} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오로기), -Cl(클로로기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0315] b_{31} 내지 b_{36} 은 서로 독립적으로, 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0316] 상기 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬렌기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환된 C_6 - C_{60} 아릴기 및 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{60} 알킬기, C_2 - C_{60} 알케닐기, C_2 - C_{60} 알키닐기, C_1 - C_{60} 알콕시기, C_3 - C_{10} 시클로알킬기, C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, C_6 - C_{60} 아릴기 및 1가 비-방향족 축합다환 그룹 중에서 선택된다.

[0317] 상기 화학식 20 중 L_{31} 내지 L_{33} 은 서로 독립적으로,

[0318] 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기 및 크라이세닐렌기; 및

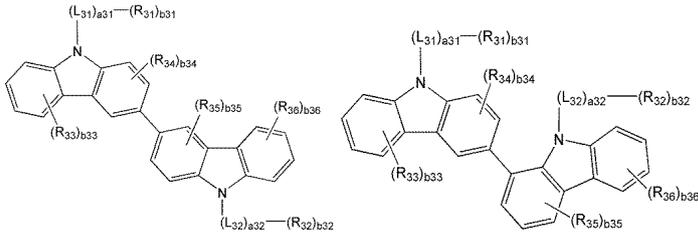
[0319] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기), 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라

세닐렌기, 플루오란트레닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기 및 크라이세닐렌기;

- [0320] 중에서 선택되고,
- [0321] a31 내지 a33은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,
- [0322] R₃₁ 및 R₃₂는 서로 독립적으로,
- [0323] 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기; 및
- [0324] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기), 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란트레닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기 및 크라이세닐기;
- [0325] 중에서 선택되고,
- [0326] R₃₃ 내지 R₃₆은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F(플루오로기), -Cl(클로로기), -Br(브로모기), -I(아이오도기), 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기 및 페닐기, 나프틸기 중에서 선택되고,
- [0327] b31 내지 b36은 서로 독립적으로, 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0328] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 20 중
- [0329] L₃₁ 및 L₃₂는 서로 독립적으로,
- [0330] 페닐렌기 및 나프틸렌기; 및
- [0331] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기) 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기 및 나프틸렌기;
- [0332] 중에서 선택되고,
- [0333] a31 및 a32는 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고, a33은 0이고,
- [0334] R₃₁ 및 R₃₂는 서로 독립적으로,
- [0335] 페닐기 및 나프틸기; 및
- [0336] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기(비페닐기) 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 나프틸기;
- [0337] 중에서 선택되고,
- [0338] R₃₃ 내지 R₃₆은 수소이고,
- [0339] b31 내지 b36은 1일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0340] 예를 들어, 상기 유기 발광 소자(15)의 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트는 하기 화학식 20-1 내지 20-7 중 하나로 표시되는 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0341]

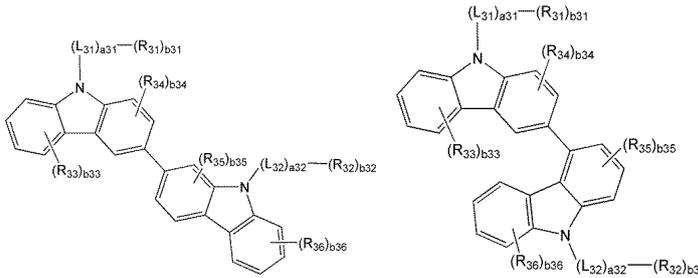
<화학식 20-1> <화학식 20-2>



[0342]

[0343]

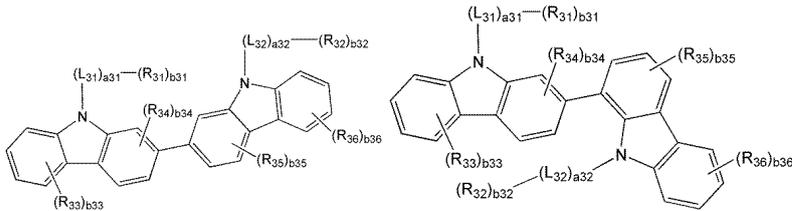
<화학식 20-3> <화학식 20-4>



[0344]

[0345]

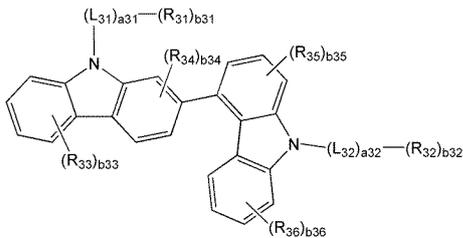
<화학식 20-5> <화학식 20-6>



[0346]

[0347]

<화학식 20-7>



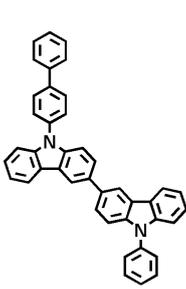
[0348]

[0349]

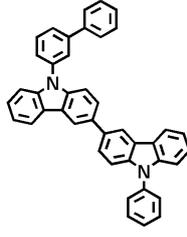
상기 화학식 20-1 내지 20-7 중 L₃₁, L₃₂, a₃₁, a₃₂, R₃₁ 내지 R₃₆ 및 b₃₁ 내지 b₃₆에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

[0350]

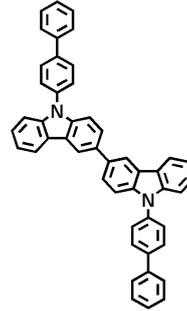
일 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중 정공 수송성-호스트는 하기 화합물 HH1-2 내지 HH1-51 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



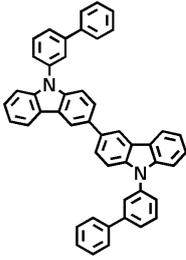
HH1-2



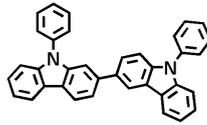
HH1-3



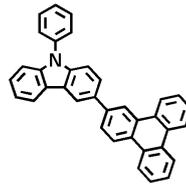
HH1-4



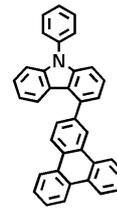
HH1-5



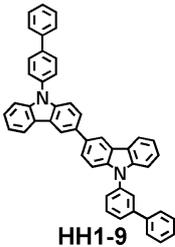
HH1-6



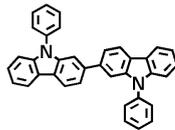
HH1-7



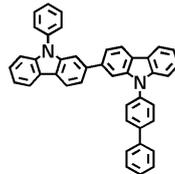
HH1-8



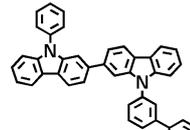
HH1-9



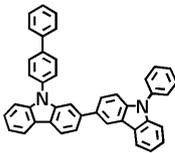
HH1-10



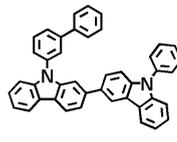
HH1-11



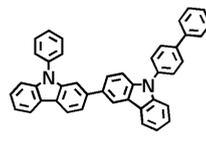
HH1-12



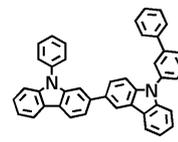
HH1-13



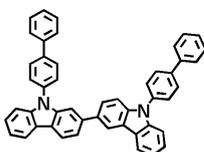
HH1-14



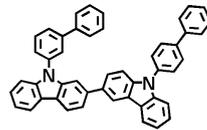
HH1-15



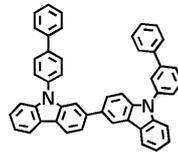
HH1-16



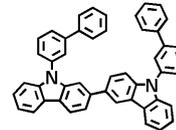
HH1-17



HH1-18



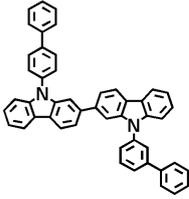
HH1-19



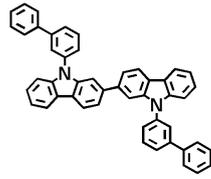
HH1-20

[0351]

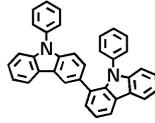
[0352]



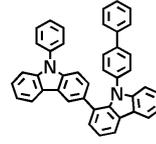
HH1-21



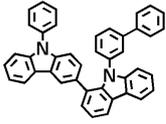
HH1-22



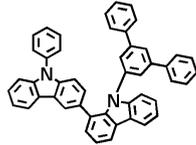
HH1-23



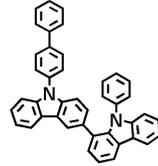
HH1-24



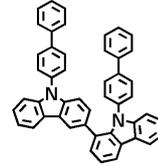
HH1-25



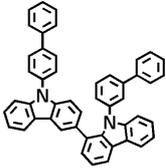
HH1-26



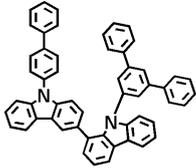
HH1-27



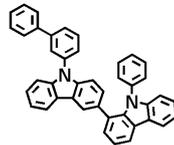
HH1-28



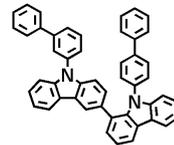
HH1-29



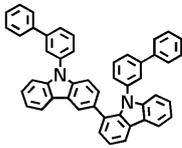
HH1-30



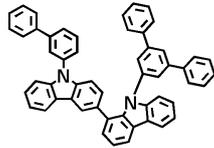
HH1-31



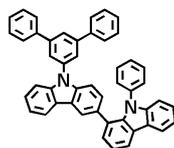
HH1-32



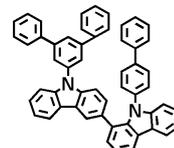
HH1-33



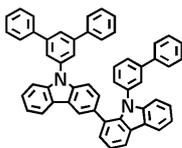
HH1-34



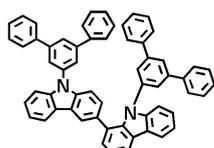
HH1-35



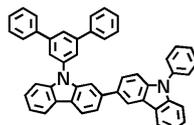
HH1-36



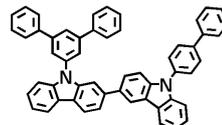
HH1-37



HH1-38



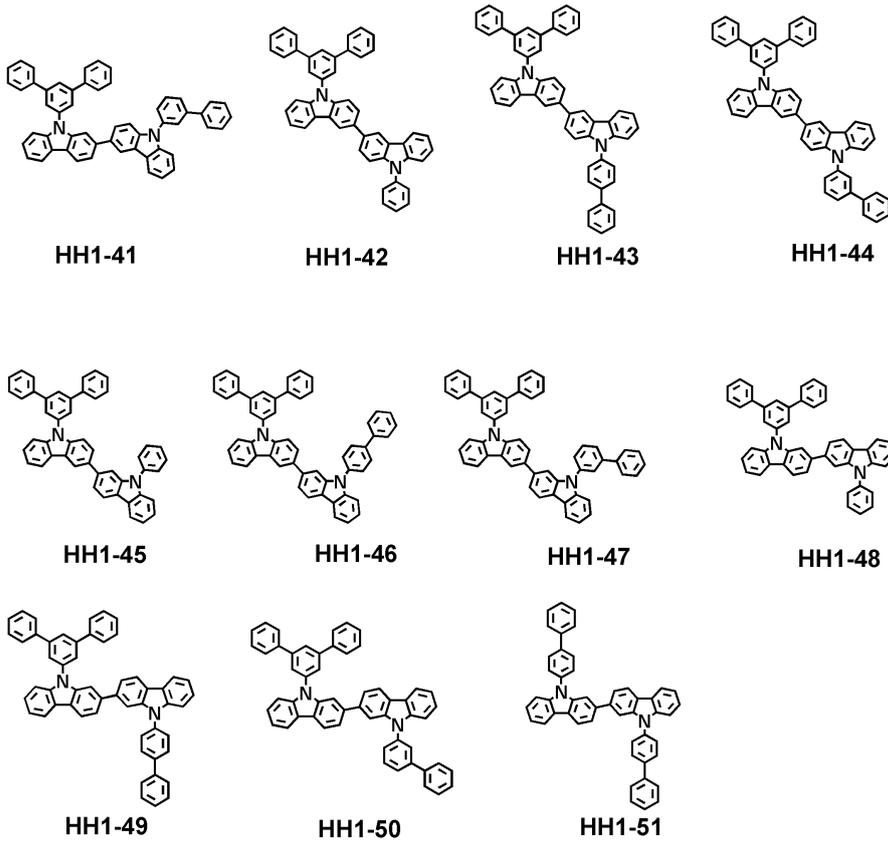
HH1-39



HH1-40

[0353]

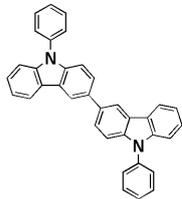
[0354]



[0355]

[0356]

상기 정공 수송성-호스트에서 하기 화합물 HH-1-1은 제외된다:



HH1-1

[0357]

[0358]

상기 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트의 몰비는 1:9 내지 9:1, 예를 들면 3:7 내지 7:3, 또 다른 예로서, 4:6 내지 6:4의 범위 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트의 몰비가 상술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 유기 발광 소자의 발광층(15) 중 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트로부터의 엑시플렉스 형성이 효과적으로 이루어질 수 있다.

[0359]

일 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중

[0360]

상기 전자 수송성-호스트가 하기 화합물 EH1-401이고,

[0361]

상기 정공 수송성-호스트는, $-0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.6$ (예를 들면, $0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.3$)을 만족시키는 화합물을 포함하고,

[0362]

상기 전자 수송성-호스트와 상기 정공 수송성-호스트의 부피비는 $-0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.6$ (예를 들면, $0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.3$)을 만족시키는 범위 내에서 선택되고,

[0363]

Type(화합물 EH1-401)은 하기 식 10에 의하여 정의되는, 유기 발광 소자:

[0364]

<식 10>

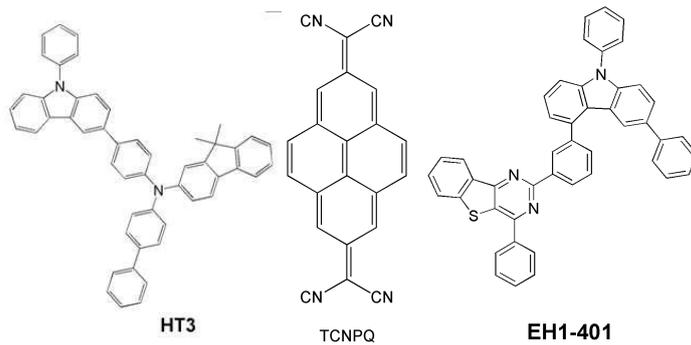
[0365]

$\text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) = \log(J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V}) / J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V}))$

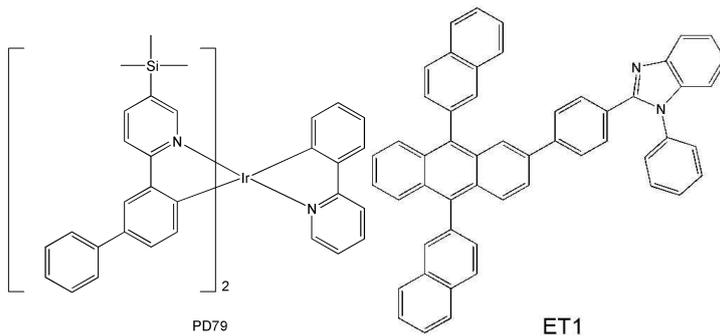
[0366] 상기 식 10 중

[0367] J_{HOD} (at 11.5V)는 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 EH1-401 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device)의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)이고,

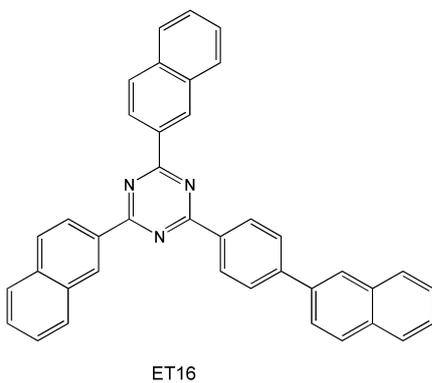
[0368] J_{EOD} (at 4V)는 ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:LiQ(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:LiQ(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 EH1-401 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device)의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)이다.



[0369]



[0370]



[0371]

[0372] 또 다른 예로서, 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중

[0373] 상기 전자 수송성-호스트가 하기 화합물 EH3-81이고,

[0374] 상기 정공 수송성-호스트는, $0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) \leq 1.2$ (예를 들면, $0.23 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) \leq 1.15$)을 만족시키는 화합물을 포함하고,

[0375] 상기 전자 수송성-호스트와 상기 정공 수송성-호스트의 부피비는 $0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) \leq 1.2$ (예를

들면, $0.23 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) \leq 1.15$ 을 만족시키는 범위 내에서 선택되고,

[0376] Type(화합물 EH3-81)은 하기 식 11에 의하여 정의되는, 유기 발광 소자:

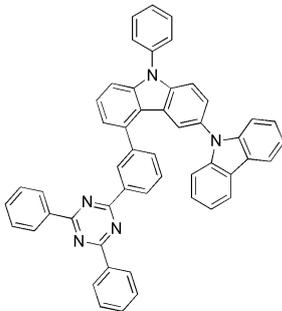
[0377] <식 11>

[0378] $\text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) = \log(J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V}) / J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V}))$

[0379] 상기 식 11 중

[0380] $J_{\text{HOD}}(\text{at } 11.5\text{V})$ 는 는 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 화합물 EH3-81 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device)의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이고,

[0381] $J_{\text{EOD}}(\text{at } 4\text{V})$ 는 ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조(여기서, 상기 호스트는 화합물 EH3-81 및 상기 정공 수송성-호스트로 이루어짐)를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device)의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm^2)이다.



EH3-81

[0382]

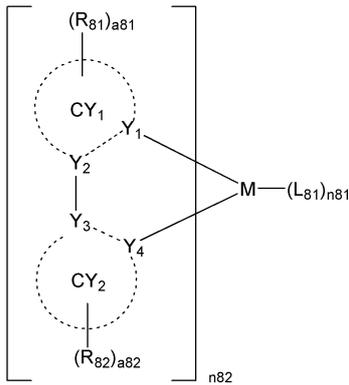
[0383] 상기 유기 발광 소자(10)의 발광층(15) 중 i) 전자 수송성-호스트가 상기 화합물 EH1-401일 경우, 상기 화합물 EH1-401과 함께 발광층에 포함될 정공 수송성-호스트로서, $-0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH1-401}) \leq 0.6$ 의 범위를 만족하는 화합물을 선택하거나, ii) 상기 전자 수송성-호스트가 상기 화합물 EH3-81일 경우, 상기 화합물 EH3-81과 함께 발광층에 포함될 정공 수송성-호스트로서 $0.1 \leq \text{Type}(\text{화합물 EH3-81}) \leq 1.2$ 의 범위를 만족시키는 화합물을 선택할 경우, 발광층(15) 중 전자와 정공의 균형이 이루어져, 유기 발광 소자(10)의 효율이 향상될 수 있다.

[0384] 상기 발광층(15)은 상술한 바와 같은 전자 수송성-호스트 및 정공 수송성-호스트 외에, 도펀트를 더 포함할 수 있다. 상기 도펀트는 공지의 형광 도펀트 및 인광 도펀트 중에서 선택될 수 있다.

[0385] 일 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 인광 도펀트를 포함할 수 있다.

[0386] 상기 인광 도펀트는 하기 화학식 81로 표시되는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다:

[0387] <화학식 81>



[0388]

[0389] 상기 화학식 81 중 M은 이리듐(Ir), 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb) 또는 툴륨(Tm)이고,

[0390] Y₁ 내지 Y₄는 서로 독립적으로, 탄소(C) 또는 질소(N)이고,

[0391] Y₁과 Y₂는 단일 결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되어 있고, Y₃와 Y₄는 단일 결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되어 있고,

[0392] CY₁ 및 CY₂는 서로 독립적으로, 벤젠, 나프탈렌, 플루오렌, 스파이로-플루오렌, 인덴, 피롤, 티오펜, 퓨란(furan), 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 이소티아졸, 옥사졸, 이소옥사졸(isooxazole), 피리딘, 피라진, 피리미딘, 피리다진, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 벤조퀴놀린, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 카바졸, 벤조이미다졸, 벤조퓨란(benzofuran), 벤조티오펜, 이소벤조티오펜, 벤조옥사졸, 이소벤조옥사졸, 트리아졸, 테트라졸, 옥사디아졸, 트리아진, 디벤조퓨란(dibenzofuran) 또는 디벤조티오펜이고, CY₁과 CY₂는 선택적으로(optionally), 유기 연결기(organic linking group)를 통하여 추가로 서로 결합될 수 있고,

[0393] R₈₁ 및 R₈₂는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, -SF₅, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅) 및 -B(Q₆)(Q₇) 중에서 선택되고,

[0394] a₈₁ 및 a₈₂는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

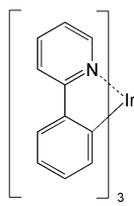
[0395] n₈₁은 0 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

[0396] n₈₂는 1, 2 또는 3이고,

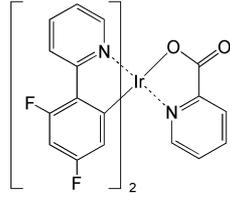
[0397] L₈₁은 1가 유기 리간드, 2가 유기 리간드 및 3가 유기 리간드 중에서 선택된다.

[0398] R₈₁ 및 R₈₂에 대한 설명은 본 명세서 중 R₁에 대한 설명을 참조한다.

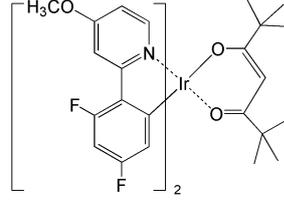
[0399] 예를 들어, 상기 인광 도펀트는 하기 화합물 PD1 내지 PD79 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다 (하기 화합물 PD1은 Ir(ppy)₃임):



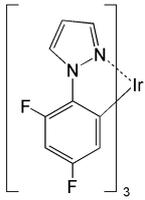
PD1



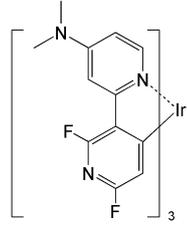
PD2



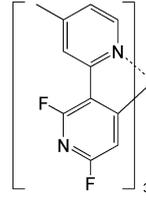
PD3



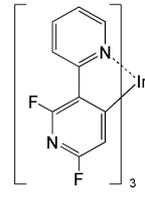
PD4



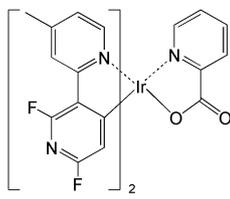
PD5



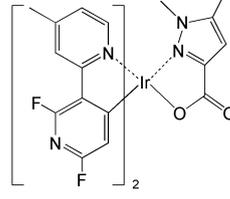
PD6



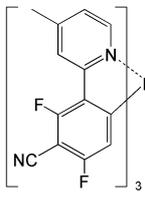
PD7



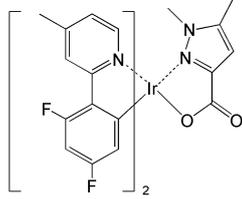
PD8



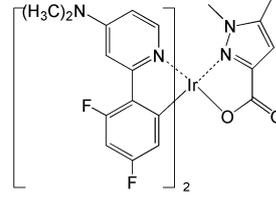
PD9



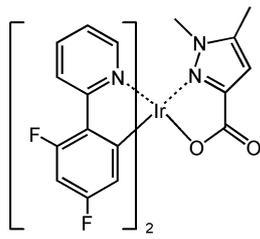
PD10



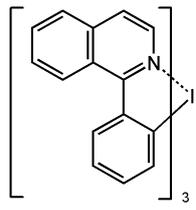
PD11



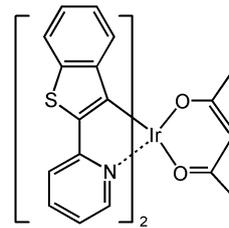
PD12



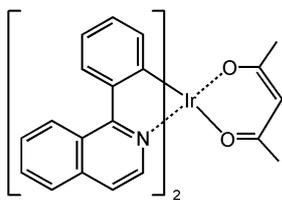
PD13



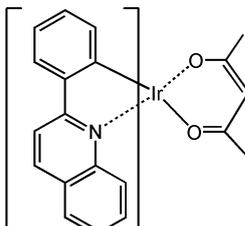
PD14



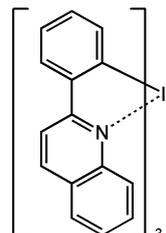
PD15



PD16



PD17

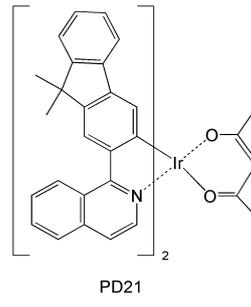
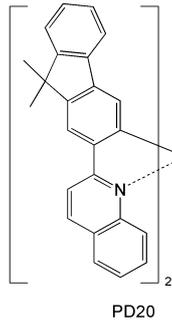
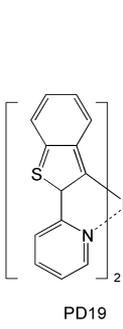


PD18

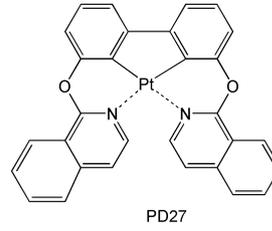
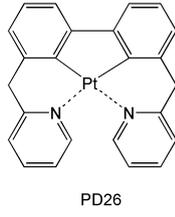
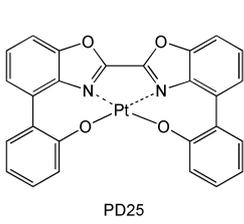
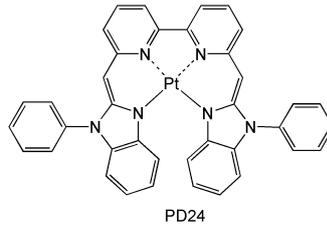
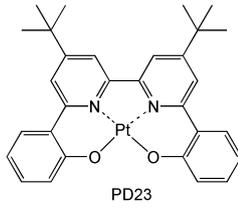
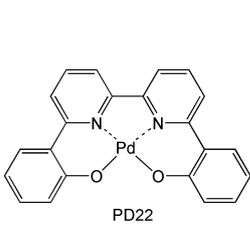
[0400]

[0401]

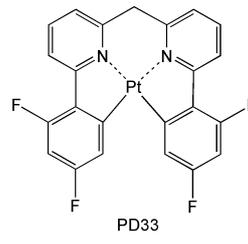
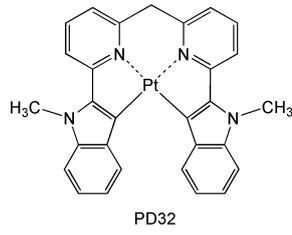
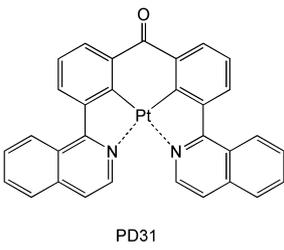
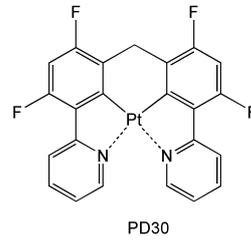
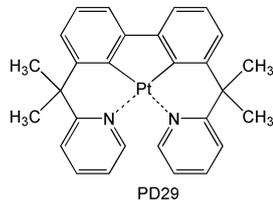
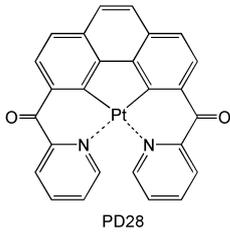
[0402]



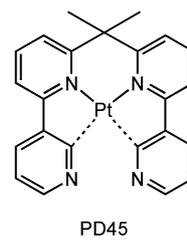
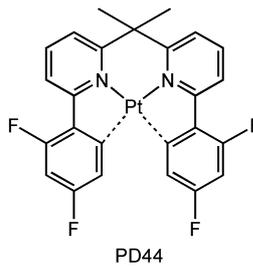
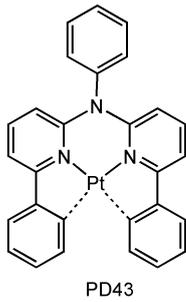
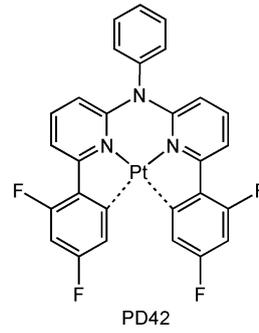
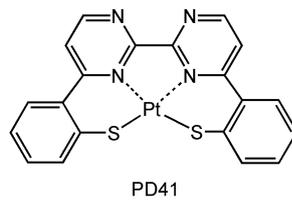
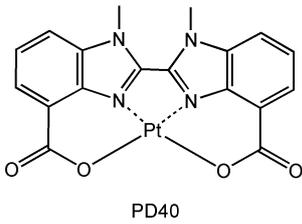
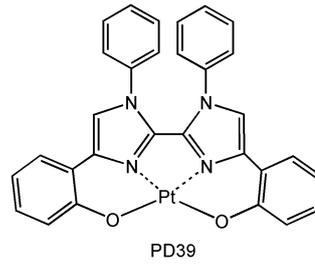
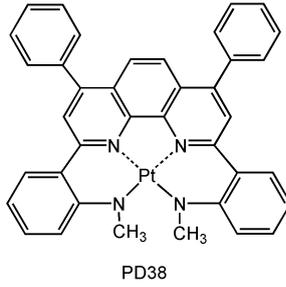
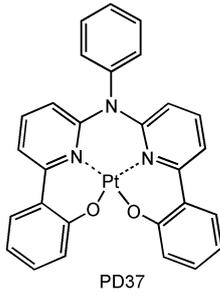
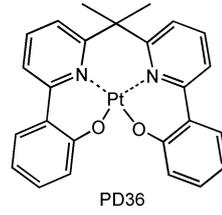
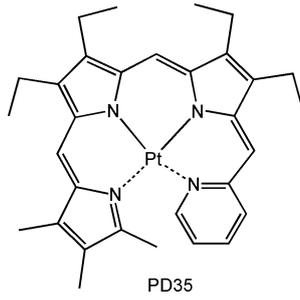
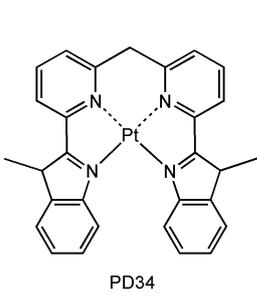
[0403]



[0404]

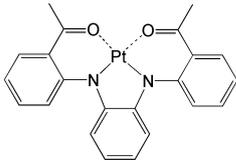


[0405]

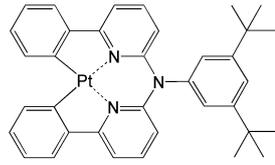


[0406]

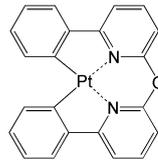
[0407]



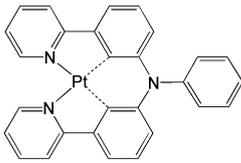
PD46



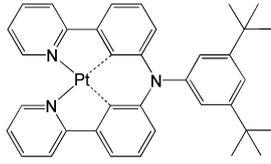
PD47



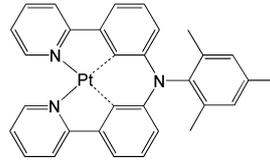
PD48



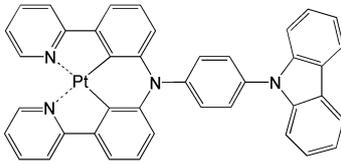
PD49



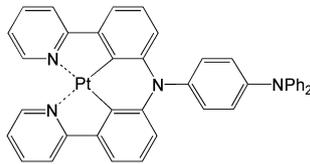
PD50



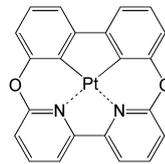
PD51



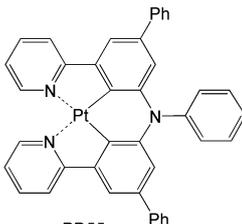
PD52



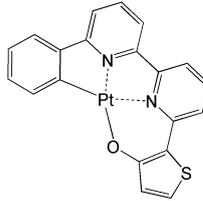
PD53



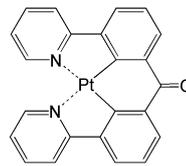
PD54



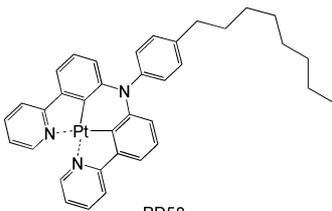
PD55



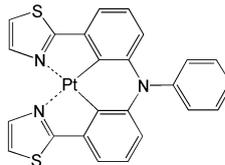
PD56



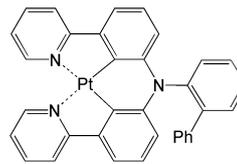
PD57



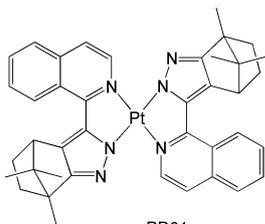
PD58



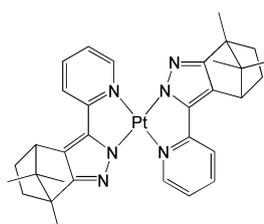
PD59



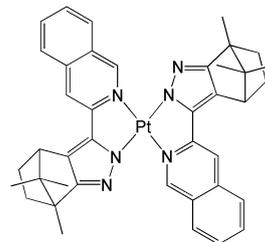
PD60



PD61



PD62

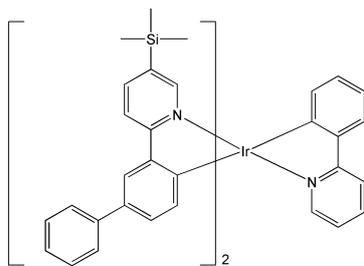
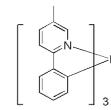
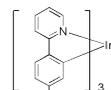
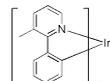
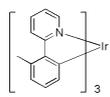
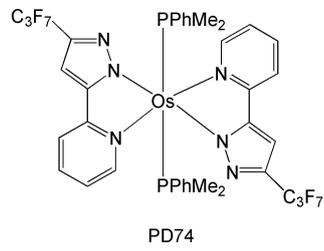
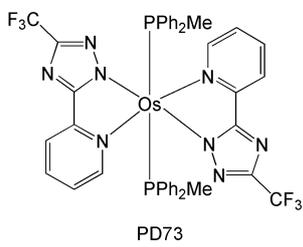
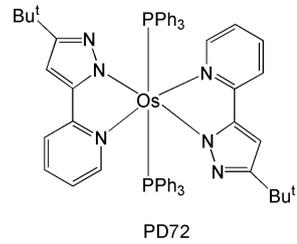
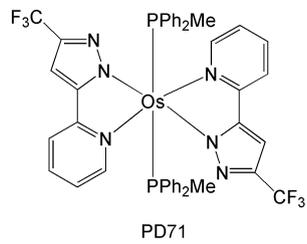
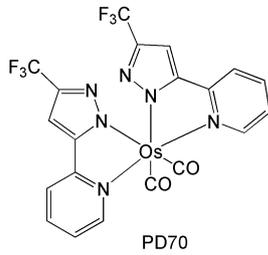
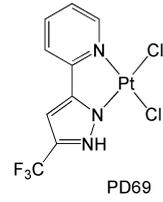
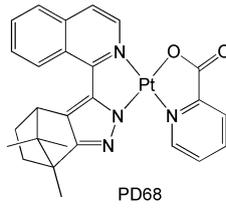
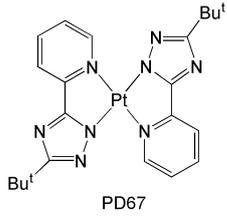
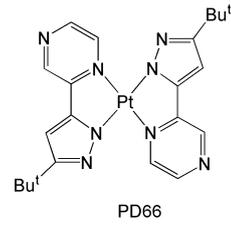
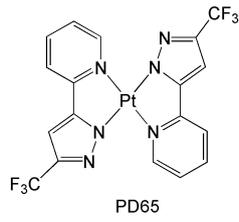
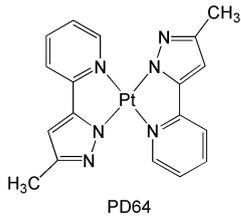


PD63

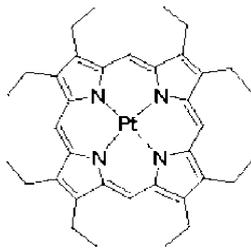
[0408]

[0409]

[0410]



또는, 상기 인광 도펀트는 하기 PtOEP를 포함할 수 있다:



PtOEP

[0416]

[0417]

상기 발광층(15) 중 상기 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트(전자 수송성-호스트 및 정공 수송성-호스트) 약 100 중량부를 기준으로 하여 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0418]

상기 발광층(15)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 상기 발광층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

[0419]

한편, 상기 유기 발광 소자(10)의 정공 수송 영역(13)은 정공 수송층 외에, 정공 주입층, 전자 저지층 및 버퍼층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0420]

예를 들어, 상기 정공 수송 영역(13)은 정공 수송층만을 포함하거나, 제1전극(11)로부터 차례로 적층된, 정공 주입층/정공 수송층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 구조를 가질 수 있다.

[0421]

정공 수송 영역(13)이 정공 주입층을 포함할 경우, 정공 주입층(HIL)은 상기 제1전극(11) 상부에 진공증착법, 스펀코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0422]

진공 증착법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 그 증착 조건은 정공 주입층 재료로 사용하는 화합물, 목적으로 하는 정공 주입층의 구조 및 열적 특성에 따라 다르지만, 예를 들면, 증착온도 약 100 내지 약 500°C, 진공도 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr, 증착 속도 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0423]

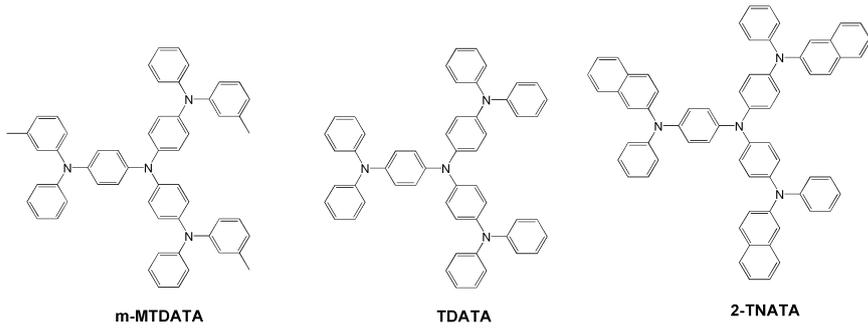
스핀 코팅법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 코팅 조건은 정공주입층 재료로 사용하는 화합물, 목적하는 정공 주입층의 구조 및 열적 특성에 따라 상이하지만, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도, 코팅 후 용매 제거를 위한 열처리 온도는 약 80°C 내지 200°C의 온도 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0424]

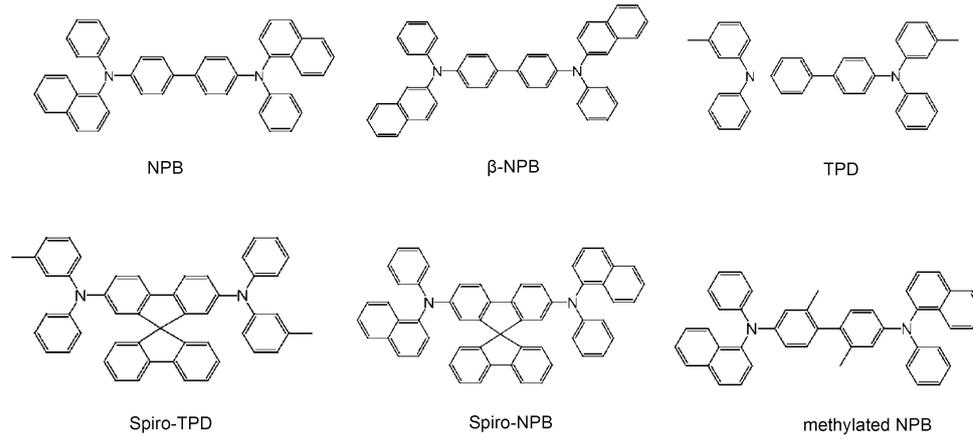
상기 정공 수송층 및 전자 저지층 형성 조건은 정공 주입층 형성 조건을 참조한다.

[0425]

상기 정공 수송 영역은, 예를 들면, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB, β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid:폴리아닐린/도데실벤젠설포산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌설포네이트)), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid:폴리아닐린/캄퍼설포산), PANI/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리아닐린/폴리(4-스티렌설포네이트)), 하기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 202로 표시되는 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



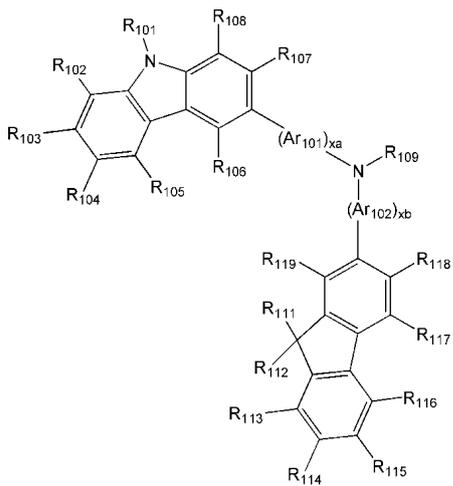
[0426]



[0427]

[0428]

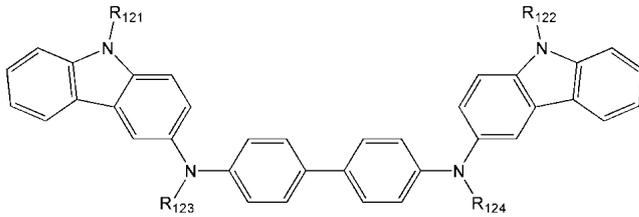
<화학식 201>



[0429]

[0430]

<화학식 202>



[0431]

[0432]

상기 화학식 201 중, Ar₁₀₁ 및 Ar₁₀₂는 서로 독립적으로,

[0433]

페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페틸레닐렌기 및 펜타세닐렌기; 및

[0434]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페틸레닐렌기 및 펜타세닐렌기;

[0435]

중에서 선택될 수 있다.

[0436]

상기 화학식 201 중, 상기 xa 및 xb는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수, 또는 0, 1 또는 2일 수 있다. 예를 들어, 상기 xa는 1이고, xb는 0일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0437]

상기 화학식 201 및 202 중, 상기 R₁₀₁ 내지 R₁₀₈, R₁₁₁ 내지 R₁₁₉ 및 R₁₂₁ 내지 R₁₂₄는 서로 독립적으로,

[0438]

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기 등) 및 C₁-C₁₀알콕시기(예를 들면, 메톡시기, 에톡시기, 프로톡시기, 부톡시기, 펜톡시기 등);

[0439]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염 및 인산기 또는 이의 염 중 하나 이상으로 치환된, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기;

[0440]

페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기; 및

[0441]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기;

[0442]

중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0443]

상기 화학식 201 중, R₁₀₉는,

[0444]

페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기; 및

[0445]

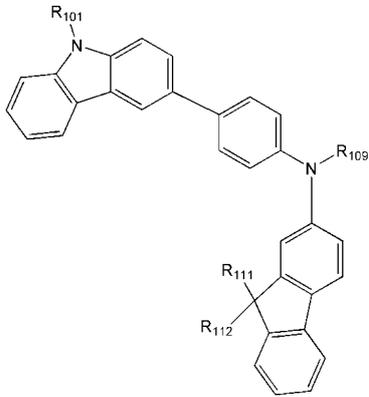
중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리

디닐기;

[0446] 중에서 선택될 수 있다.

[0447] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물은 하기 화학식 201A로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

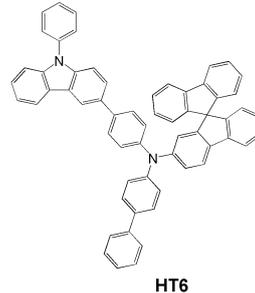
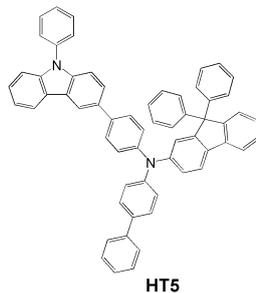
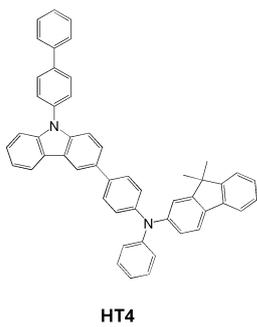
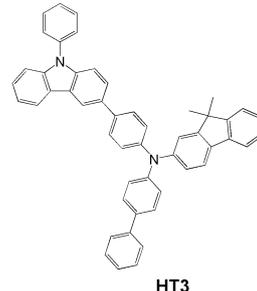
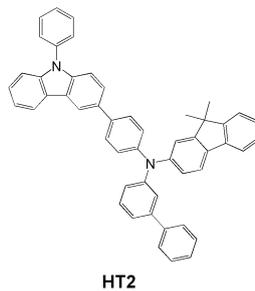
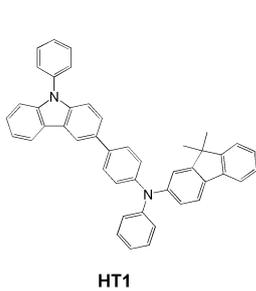
[0448] <화학식 201A>



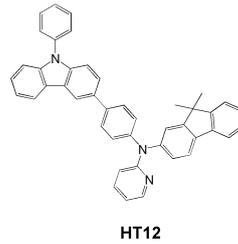
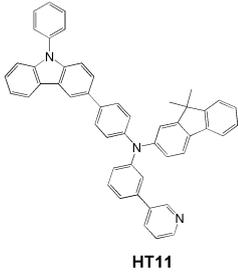
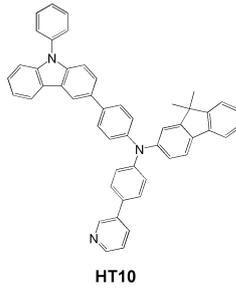
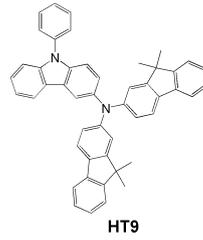
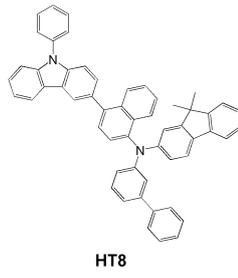
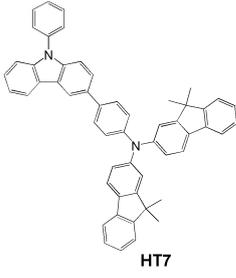
[0449]

[0450] 상기 화학식 201A 중, R₁₀₁, R₁₁₁, R₁₁₂ 및 R₁₀₉에 대한 상세한 설명은 상술한 바를 참조한다.

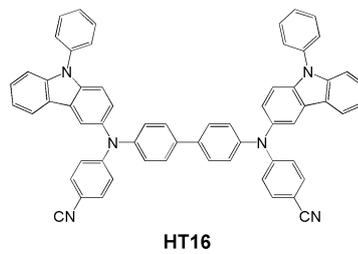
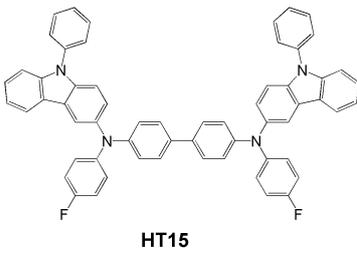
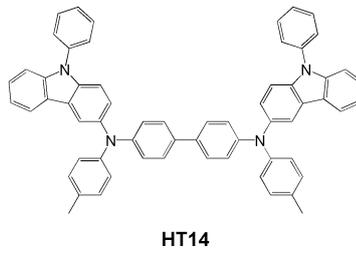
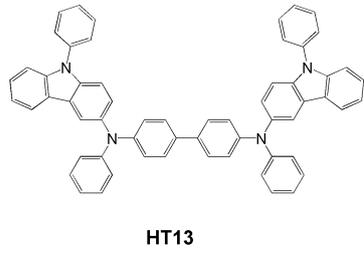
[0451] 예를 들어, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 상기 화학식 202로 표시되는 화합물은 하기 화합물 HT1 내지 HT20을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



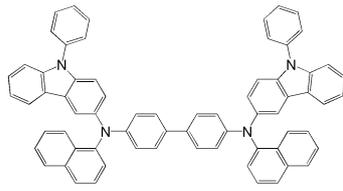
[0452]



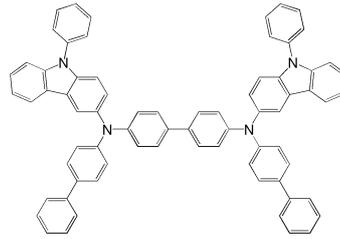
[0453]



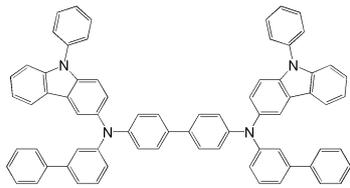
[0454]



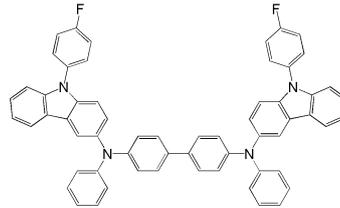
HT17



HT18



HT19



HT20

[0455]

[0456]

상기 정공 수송 영역(13)의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층 및 정공 수송층을 모두 포함한다면, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0457]

상기 정공 수송 영역(13)에 포함된 정공 수송층 중 정공 수송 물질은 상기 화학식 201로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0458]

일 구현예에 따르면, 상기 정공 수송 영역(13)에 포함된 정공 수송층 중 정공 수송 물질은 상기 화학식 201A로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0459]

다른 구현예에 따르면, 상기 정공 수송 영역(13)에 포함된 정공 수송층 중 정공 수송 물질은 상기 화합물 HT1 내지 HT12 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0460]

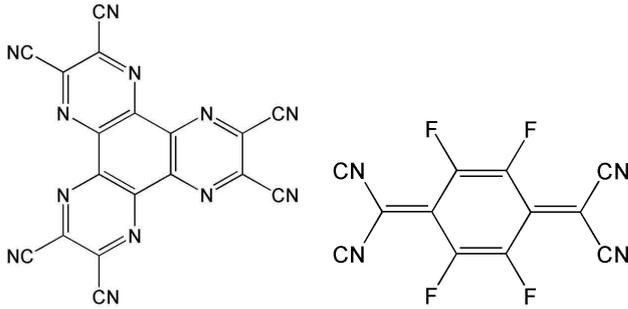
상기 정공 수송 영역(13)은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 더 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역(13) 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.

[0461]

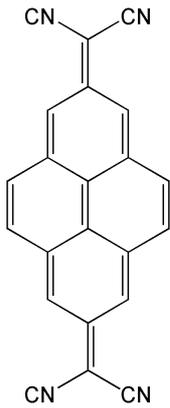
상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다. 상기 p-도펀트는 퀴논 유도체, 금속 산화물 및 시아노기-함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 p-도펀트의 비제한적인 예로는, 테트라시아아노퀴논다이메테인(TCNQ) 및 2,3,5,6-테트라플루오로-테트라시아아노-1,4-벤조퀴논다이메테인(F4-TCNQ), TCNPQ 등과 같은 퀴논 유도체; 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물; 및 하기 화합물 HT-D1 등과 같은 시아노기-함유 화합물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0462]

<화합물 HT-D1> <F4-TCNQ>



[0463]



TCNPQ

[0464]

[0465] 상기 정공 수송 영역(13)은, 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

[0465]

[0466] 상기 버퍼층은 발광층(15)에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 효율을 증가시키는 역할을 할 수 있다.

[0466]

[0467] 상기 전자 수송 영역(17)은 전자 수송층 외에, 정공 저지층 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0467]

[0468] 예를 들어, 전자 수송 영역은 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층 또는 전자 수송층/전자 주입층의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 전자 수송층은 단일층 또는 2 이상의 서로 다른 물질을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0468]

[0469] 상기 전자 수송 영역의 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층의 형성 조건은 정공 주입층의 형성 조건을 참조한다.

[0469]

[0470] 상기 전자 수송 영역이 정공 저지층을 포함할 경우, 상기 정공 저지층은 예를 들면, 하기 BCP, Bphen 및 BA1q 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0470]



BCP

Bphen

[0471]

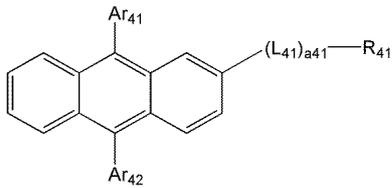
[0472] 상기 정공 저지층의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 상기 정공 저지층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 정공 저지 특성을 얻을 수 있다.

[0472]

[0473] 상기 전자 수송층 중 전자 수송 물질은 하기 화학식 40 또는 41로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

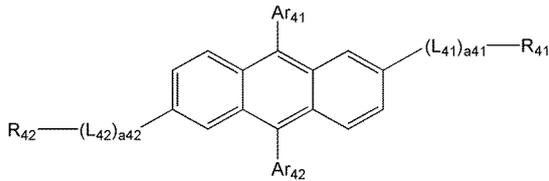
[0473]

[0474] <화학식 40>



[0475]

[0476] <화학식 41>



[0477]

[0478] 상기 화학식 40 및 41 중

[0479] L₄₁ 및 L₄₂는 서로 독립적으로,

[0480] C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0481] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0482] 중에서 선택되고,

[0483] a₄₁ 및 a₄₂는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0484] Ar₄₁ 및 Ar₄₂는 서로 독립적으로,

[0485] C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0486] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0487] 중에서 선택되고,

[0488] R₄₁ 및 R₄₂는 서로 독립적으로,

[0489] 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기; 및

[0490] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기 중 적어도 하나로 치환된, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기,

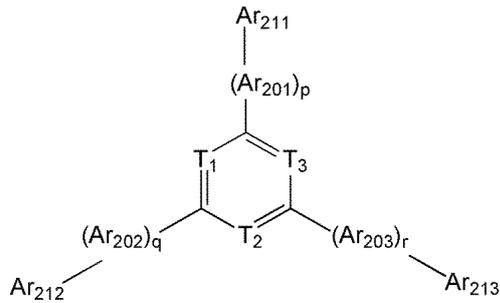
피리미디닐기, 피라지닐기, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 및 페난트레닐기;

[0491] 중에서 선택된다.

[0492] 상기 L₄₁ 및 L₄₂에 대한 상세한 설명은 본 명세서 중 L₂에 대한 설명을 참조한다.

[0493] 또는, 상기 전자 수송층 중 전자 수송 물질은, 하기 화학식 42로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0494] <화학식 42>



[0495]

[0496] 상기 화학식 42 중

[0497] T₁은 N 또는 C(R₂₀₁)이고, T₂는 N 또는 C(R₂₀₂)이고, T₃는 N 또는 C(R₂₀₃)이되, T₁ 내지 T₃ 중 적어도 하나는 N이고,

[0498] R₂₀₁ 내지 R₂₀₃은 서로 독립적으로,

[0499] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0500] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난트레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0501] 중에서 선택되고,

[0502] Ar₂₀₁ 내지 Ar₂₀₃는 서로 독립적으로,

[0503] C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0504] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난트레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0505] 중에서 선택되고,

[0506] p, q 및 r은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,

[0507] Ar₂₁₁ 및 Ar₂₁₃은 서로 독립적으로,

[0508] C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0509] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기,

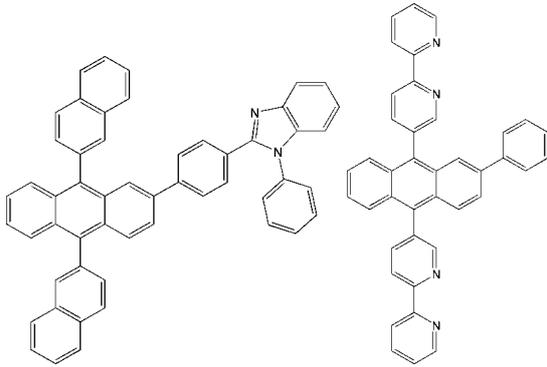
카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

- [0510] 중에서 선택된다.
- [0511] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 42 중 T₁ 내지 T₃ 중 적어도 2개는 N일 수 있다.
- [0512] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 42 중 T₁ 내지 T₃는 모두 N일 수 있다.
- [0513] 상기 화학식 42 중, Ar₂₀₁ 내지 Ar₂₀₃은 서로 독립적으로,
- [0514] 페닐렌기, 나프틸렌기, 안트릴렌기, 파이레닐렌기, 플루오레닐렌기, 트리페닐레닐기, 피리디닐렌기 및 피리미디닐렌기; 및
- [0515] 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 파이레닐기, 플루오레닐기, 트리페닐레닐기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 안트릴렌기, 파이레닐렌기, 플루오레닐렌기, 트리페닐레닐기, 피리디닐렌기 및 피리미디닐렌기;
- [0516] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0517] 상기 화학식 42 중, p, q 및 r은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있다. 예를 들어, 상기 화학식 42 중, p, q 및 r은 서로 독립적으로, 0 또는 1일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0518] 상기 화학식 42 중 Ar₂₁₁ 내지 Ar₂₁₃은, 서로 독립적으로,
- [0519] 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기, 페난쓰레닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기 및 트리아지닐기; 및
- [0520] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기, 페난쓰레닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기 및 트리아지닐기;
- [0521] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0522] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 42 중 Ar₂₁₁ 내지 Ar₂₁₃ 중 적어도 하나는 서로 독립적으로,
- [0523] 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기 및 트리아지닐기; 및
- [0524] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페난쓰레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기 및 트리아지닐기 중 적어도 하나로 치환된, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조피리미디닐기, 이미다조피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기 및 트리아지닐기;
- [0525] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0526] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 20A의 Ar₂₁₁ 내지 Ar₂₁₃ 중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페난트레닐기일 수 있다.
- [0527] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역(17)의 전자 수송층 중 전자 수송 물질은, 하기 화합물 ET1 내지 ET16 중 적어

도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0528]

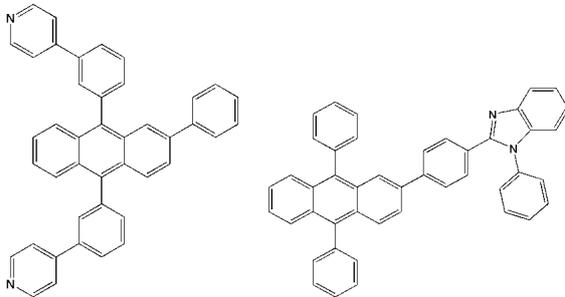
<화합물 ET1> <화합물 ET2>



[0529]

[0530]

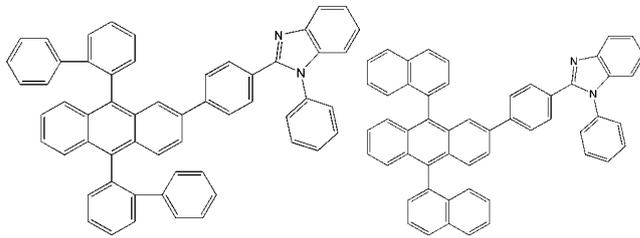
<화합물 ET3> <화합물 ET4>



[0531]

[0532]

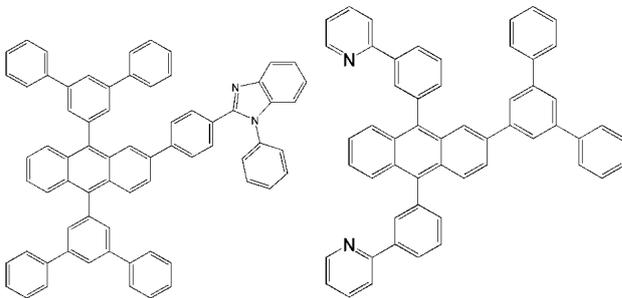
<화합물 ET5> <화합물 ET6>



[0533]

[0534]

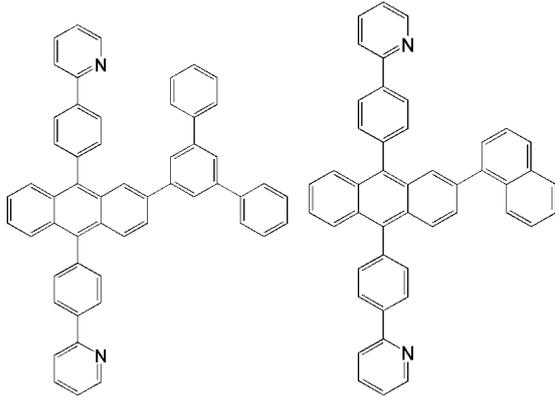
<화합물 ET7> <화합물 ET8>



[0535]

[0536]

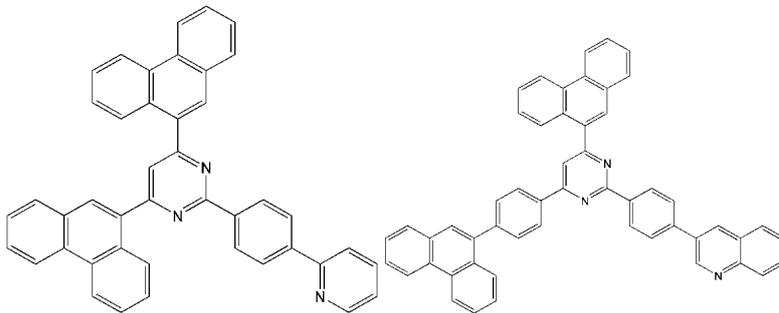
<화합물 ET8> <화합물 ET10>



[0537]

[0538]

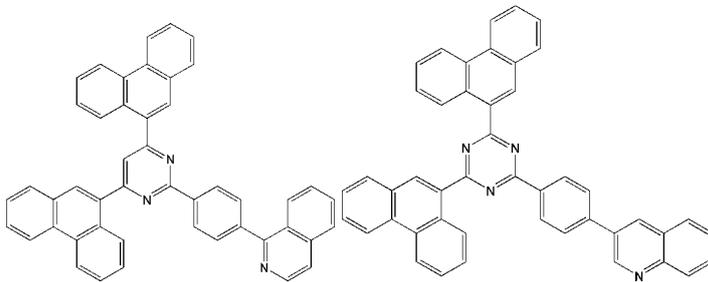
<화합물 ET11> <화합물 ET12>



[0539]

[0540]

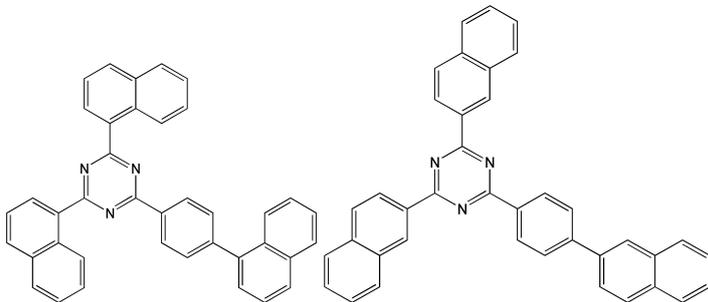
<화합물 ET13> <화합물 ET14>



[0541]

[0542]

<화합물 ET15> <화합물 ET16>



[0543]

[0544]

상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

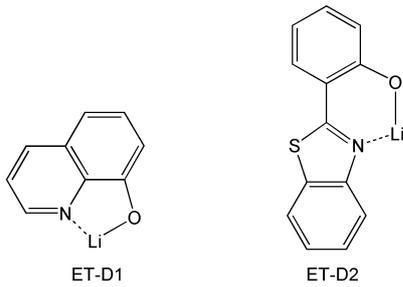
[0545]

상기 전자 수송층은 상술한 바와 같은 물질 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다.

[0546]

상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(리튬 퀴놀

레이트, LiQ) 또는 ET-D2을 포함할 수 있다.



[0547]

[0548]

또한 전자 수송 영역은, 제2전극(19)으로부터 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층(EIL)을 포함할 수 있다.

[0549]

상기 전자 주입층은, LiF, NaCl, CsF, Li₂O 및 BaO 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0550]

상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0551]

상기 유기층(15) 상부로는 제2전극(19)이 구비되어 있다. 상기 제2전극(19)은 캐소드일 수 있다. 상기 제2전극(19)용 물질로는 상대적으로 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 조합을 사용할 수 있다. 구체적인 예로서는 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag) 등을 제2전극(19) 형성용 물질로 사용할 수 있다. 또는, 전면 발광 소자를 얻기 위하여 ITO, IZO를 이용하여 투과형 제2전극(19)을 형성할 수 있는 등, 다양한 변형이 가능하다.

[0552]

이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1을 참조하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0553]

본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬기는 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 구체적인 예에는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소부틸기, sec-부틸기, ter-부틸기, 펜틸기, iso-아밀기, 헥실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬렌기는 상기 C₁-C₆₀알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0554]

본 명세서 중 C₁-C₆₀알콕시기는 -OA₁₀₁(여기서, A₁₀₁은 상기 C₁-C₆₀알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

[0555]

본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐기는 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 구조를 가지며, 이의 구체적인 예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0556]

본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐기는 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 구조를 가지며, 이의 구체적인 예에는, 에티닐기(ethynyl), 프로피닐기(propynyl), 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0557]

본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬기는 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0558]

본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예는 테트라히드로퓨라닐기(tetrahydrofuranyl), 테트라히드로티오펜틸기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0559]

본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의

이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0560] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기의 구체에는, 2,3-히드로푸라닐기, 2,3-히드로티오펜닐기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0561] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴기는 탄소 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C₆-C₆₀아릴렌기는 탄소 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기의 구체에는, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 등을 포함한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기 및 C₆-C₆₀아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다.

[0562] 본 명세서 중 C₁-C₆₀헤테로아릴기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기의 구체에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기 등을 포함한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기 및 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다.

[0563] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴옥시기는 -OA₁₀₂(여기서, A₁₀₂는 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리키고, 상기 C₆-C₆₀아릴티오기(arylthio)는 -SA₁₀₃(여기서, A₁₀₃은 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리킨다.

[0564] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함(예를 들어, 탄소수는 8 내지 60일 수 있음)하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹을 의미한다. 상기 비-방향족 축합다환 그룹의 구체에는 플루오레닐기 등을 포함한다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0565] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소(예를 들어, 탄소수는 1 내지 60일 수 있음) 외에 N, O, P 및 S 중에서 선택된 헤테로 원자를 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은, 카바졸일기 등을 포함한다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0566] 본 명세서 중, 상기 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,

[0567] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀

알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

[0568] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂), -Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅) 및 -B(Q₁₆)(Q₁₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;

[0569] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0570] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅) 및 -B(Q₂₆)(Q₂₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0571] -N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 및 -B(Q₃₆)(Q₃₇);

[0572] 중에서 선택되고,

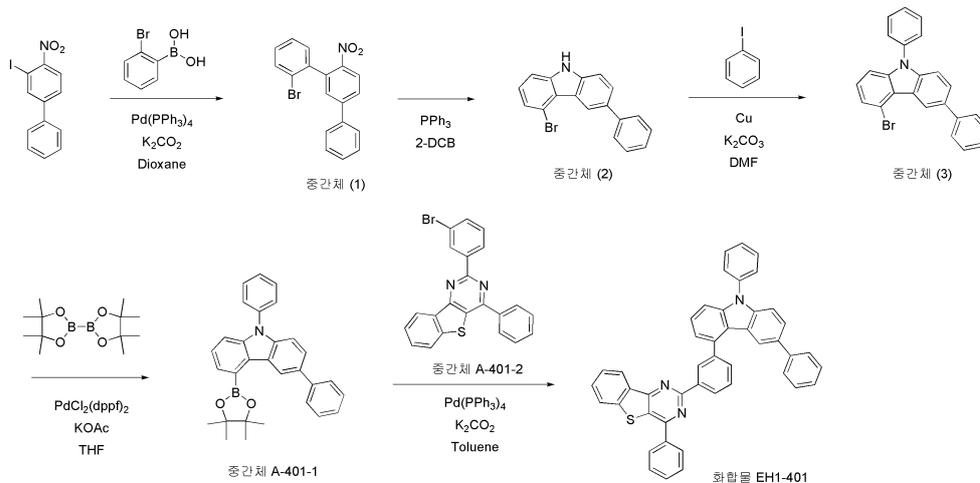
[0573] 상기 Q₁ 내지 Q₇, Q₁₁ 내지 Q₁₇, Q₂₁ 내지 Q₂₇ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₇은 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.

[0574] 이하, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 화합물 및 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명하나, 본 발명이 하기의 합성에 및 실시예로 한정되는 것은 아니다. 하기 합성에 중 "'A' 대신 'B'를 사용하였다"란 표현 중 'B'의 사용량과 'A'의 사용량은 몰당량 기준으로 동일하다.

[0575] **[실시예]**

[0576]

합성예 1: 화합물 EH1-401의 합성



[0577]

[0578]

[0579]

중간체 (1)의 합성

2구 플라스크에 3-아이오도-4-니트로-1,1'-비페닐(3-iodo-4-nitro-1,1'-biphenyl) (20.1 g, 61.8 mmol), (2-브로모페닐)보론산((2-bromophenyl)boronic acid) (18.6 g, 92.7 mmol), 트리페닐포스핀(triphenylphosphine), (2.4 g, 9.2 mmol), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) (Tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) (Pd(PPh₃)₄, 0.7 g, 3.1 mmol) 및 포타슘 카보네이트(K₂CO₃, 17.1 g, 123.7 mmol)을 넣고 톨루엔 800 ml과 H₂O 80 ml를 넣은 후, 아르곤 치환을 하고 12시간 동안 환류하였다. 이 후, 실온으로 냉각시키고, 에틸 아세테이트(Ethyl Acetate, EA)로 추출하여 수득한 유기층으로부터 황산마그네슘(MgSO₄)을 사용하여 수분을 제거한 다음 농축하고 컬럼 크로마토그래피(column chromatography, (hexane/EA = 10/1))를 수행하여 중간체 (1) 47g (수율 = 75 %)을 얻었다.

[0580]

¹H NMR (CDC₁₃, 300MHz) : 8.22 (d, 1H), 7.78 (dd, 1H), 7.70~7.64 (m, 3H), 7.56 (d, 1H), 7.52~7.39 (m, 4H), 7.33~7.26 (m, 2H).

[0581]

중간체 (2)의 합성

[0582]

1구 플라스크에 중간체 (1) (25.8 g, 72.9 mmol) 및 PPh₃ (57.4 g, 218.8 mmol)을 넣고 1,2-다이클로로벤젠(DCB) 80 ml를 넣은 후, 아르곤 치환을 하고 12시간 동안 150℃에서 교반하였다. DCB를 증류하여 제거하고 실온으로 냉각시킨 다음, 소량의 톨루엔에 녹인 후 컬럼 크로마토그래피로 정제(Hexane) 하여 중간체 (2) 15 g (수율 = 64 %)을 얻었다.

[0583]

¹H NMR (CDC₁₃, 300MHz): 8.99 (s, 1H), 8.20 (b, 1H), 7.75~7.72 (m, 3H), 7.51~7.46 (m, 3H), 7.43~7.27 (m, 4H).

[0584]

중간체 (3)의 합성

[0585]

2구 플라스크에 중간체 (2) (32.0g, 99.3 mmol), Cu (0.63g, 9.9 mmole) 및 K₂CO₃ (27.1 g, 198.6 mmol)을 넣고 디메틸포름아미드 (DMF) 320 ml를 넣은 후, 아르곤 치환을 하고 아이오도벤젠(iodobenzene) (22.5ml, 198.6 mmol) 첨가하였다. 이 후, 12시간 동안 환류하고 실온으로 냉각시키고, EA로 추출하여 수득한 유기층으로부터 MgSO₄를 사용하여 수분을 제거한 다음 농축한 후, 컬럼 크로마토그래피(Hexane)를 수행하여 흰색 고체의 (3) 25 g (수율 = 64 %)을 얻었다. 중간체 (3)을 1H-NMR와 LC/MS (Liquid chromatography-mass spectrometry)를 통해서 확인하였다.

[0586]

¹H NMR (CDC₁₃, 300MHz) : 9.07 (d, 1H), 7.75~7.71 (m, 3H), 7.69~7.61 (m, 2H), 7.55~7.40 (m, 7H), 7.37~7.31 (m, 2H), 7.26~7.22 (dd, 1H)

[0587]

LC/MS, 계산치 : C₂₄H₁₆BrN = 398.29, 실측치: m/z = 398.1 (M+, 100 %)

[0588]

중간체 A-401-1의 합성

[0589]

2구 플라스크에 중간체 (3) (33 g, 83 mmol), 4,4,4',4',5,5,5',5'-octamethyl-2,2'-bi(1,3,2-dioxaborolane) (25 g, 100 mmol), 아세트산칼륨 (KOAc, 21 g, 210 mmol) 및 1,1'-Bis(diphenylphosphino)ferrocene-palladium(II)dichloride (PdCl₂(dppf)₂, 3.4g, 4.2 mmol)를 THF (200 mL)에 넣은 후, 70°C에서 24시간 교반하였다. 반응 완료 후, 반응 용액을 물과 EA로 추출하여 수득한 유기층으로부터 MgSO₄를 사용하여 수분을 제거하고 농축하여, 컬럼 크로마토그래피(methylene chloride/n-hexane=3/2, silica gel)로 정제하여 중간체 A-401-1를 흰색의 고체 (26 g, 수율= 60 %)로 얻었다.

[0590]

¹H NMR (CDCl₃, 300MHz) : 9.52 (s, 1H), 7.79~7.32 (m, 15H), 1.50 (s, 12H).

[0591]

화합물 EH1-401의 합성

[0592]

중간체 A-401-1 (16.0 g, 36 mmol), 중간체 A-401-2 (15.0 g, 36 mmol), K₂CO₃ (12 g, 89.8 mmol) 및 Pd(PPh₃)₄ (2.1 g, 1.8 mmol)를 톨루엔 (50 mL)과 H₂O (20 ml)를 넣은 후, 120°C에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 완료 후, 물을 넣고 교반하고 여과하여 수득한 진한 회색의 고체를 뜨거운 톨루엔에 녹인 후 필터하였다. 이로부터 수득한 톨루엔 용액을 메탄올을 이용하여 침전시키고 여과하여 수득한 고체를 1-클로로벤젠으로 재결정하여 화합물 EH1-401을 노란색의 결정(14.0 g, 수율= 60 %)으로 얻었다. 수득한 화합물 EH1-401에 구조를 LC/MS를 통해서 확인하였다.

[0593]

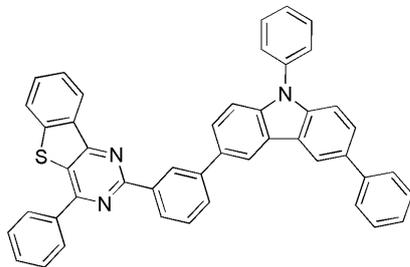
LC/MS, 계산치 : C₄₆H₂₉N₃S = 655.21 실측치: m/z = 655.20 (M+, 100 %)

[0594]

합성예 2: 화합물 EH1-402의 합성

[0595]

중간체(1) 합성시 (2-브로모페닐)보론산 대신 (3-브로모페닐)보론산을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1과 동일한 방법을 이용하여 화합물 EH1-402를 합성하였다.

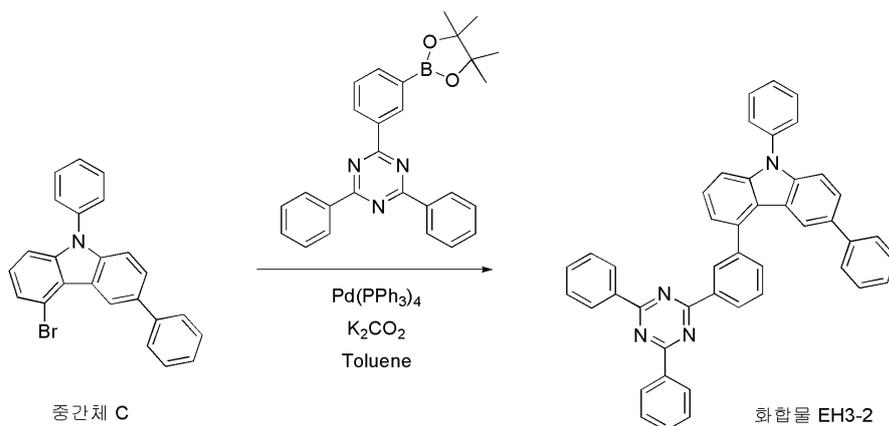


EH1-402

[0596]

[0597]

합성예 3: 화합물 EH3-2의 합성



[0598]

[0599]

중간체 C (17.5 g, 42 mmol), 2,4-diphenyl-6-(2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)phenyl)-1,3,5-triazine (20.0 g, 46 mmol), K₂CO₃ (14 g, 104 mmol) 및 Pd(PPh₃)₄ (2.4 g, 2.1 mmol)를 톨루엔 (80 mL)에 넣은 후, 120°C에서 48시간 동안 교반하였다. 반응 완료 후, 물을 넣고 교반하고 여과하여 수득한 진한 회색의 고체를 뜨거운 톨루엔에 녹인 후 필터하였다. 이로부터 수득한 톨루엔 용액을 메탄올을 이용하여 침전시키고 여과하여 수득한 고체를 1-클로로벤젠으로 재결정하여 화합물 EH3-2를 흰색의 분말(18.0 g, 수율= 70%)로 얻었다. 합성된 화합물 EH3-2를 1H-NMR과 LC/MS를 통하여 확인하였다.

[0600]

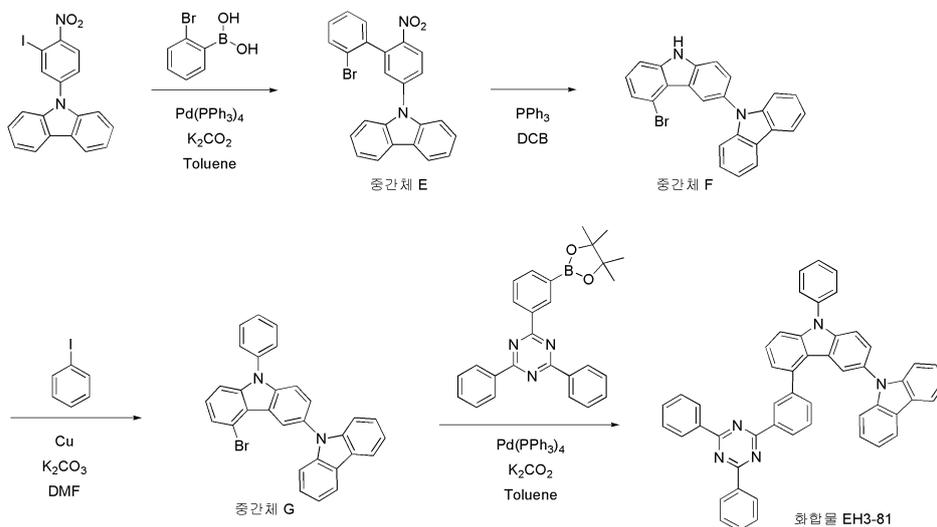
¹H NMR (CDCl₃, 300MHz) : 9.17 (s, 1H), 8.92 (d, 1H), 8.77 (dd, 4H), 7.95~7.68 (m, 7H), 7.66~7.40 (m, 14H), 7.27~7.19 (m, 3H).

[0601]

LC/MS, 계산치 : C₄₅H₃₀N₄ = 626.75, 실측치: m/z = 626.2 (M+, 100%)

[0602]

합성예 4: 화합물 EH3-81의 합성



[0603]

[0604]

중간체 E의 합성

[0605]

3-아이오도-4-니트로-1,1'-비페닐(3-iodo-4-nitro-1,1'-biphenyl) 대신 9-(3-아이오도-4-니트로페닐)-9H-카바졸(9-(3-iodo-4-nitrophenyl)-9H-carbazole)을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 중간체 (1)의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 중간체 E(흰색 고체, 수율 = 60%)를 합성하였다. 합성된 중간체 E를 LC/MS를 통해서 확인하였다.

[0606] LC/MS, 계산치 : $C_{24}H_{15}N_2O_2 = 443.29$, 실측치: $m/z = 442.0$ (M^+ , 100 %)

[0607] 중간체 F의 합성

[0608] 중간체 (1) 대신 중간체 E를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 중간체 (2)의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 중간체 F(흰색 고체, 수율 = 55 %)을 합성하였다. 합성된 중간체 F를 LC/MS를 통하여 확인하였다.

[0609] LC/MS, 계산치 : $C_{24}H_{15}BrN_2 = 411.29$, 실측치: $m/z = 410.0$ (M^+ , 100 %)

[0610] 중간체 G의 합성

[0611] 중간체 (2) 대신 중간체 F를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 중간체 (3)의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 중간체 G(흰색 고체, 수율 = 62 %)를 합성하였다. 합성된 중간체 G를 LC/MS를 통하여 확인하였다.

[0612] LC/MS, 계산치 : $C_{30}H_{19}BrN_2 = 487.39$ 실측치: $m/z = 486.0$ (M^+ , 100 %)

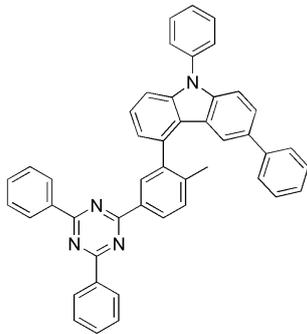
[0613] 화합물 EH3-81의 합성

[0614] 중간체 C 대신 중간체 G를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 3의 화합물 EH3-2의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 합성을 진행하고, 이로부터 수득한 고체를 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP, n-methyl-2-pyrrolidone)으로 재결정하여 화합물 EH3-81(흰색의 고체, 수율 = 68 %)를 합성하였다. 합성된 화합물 EH3-81을 LC/MS를 통하여 확인하였다.

[0615] LC/MS, 계산치 : $C_{51}H_{33}N_5 = 715.84$, 실측치: $m/z = 715.2$ (M^+ , 100 %)

[0616] 합성에 5: 화합물 EH3-91의 합성

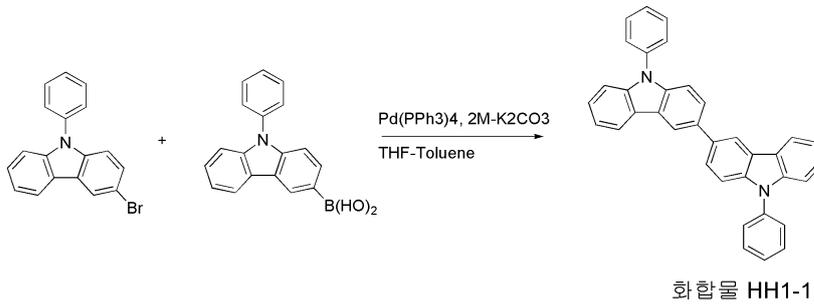
[0617] 2,4-diphenyl-6-(2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)phenyl)-1,3,5-triazine 대신 2,4-diphenyl-6-(2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)-3-methyl-phenyl)-1,3,5-triazine을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 3과 동일한 방법을 이용하여 화합물 EH3-91을 합성하였다.



EH3-91

[0618]

[0619] **합성예 6: 화합물 HH1-1의 합성**



[0620]

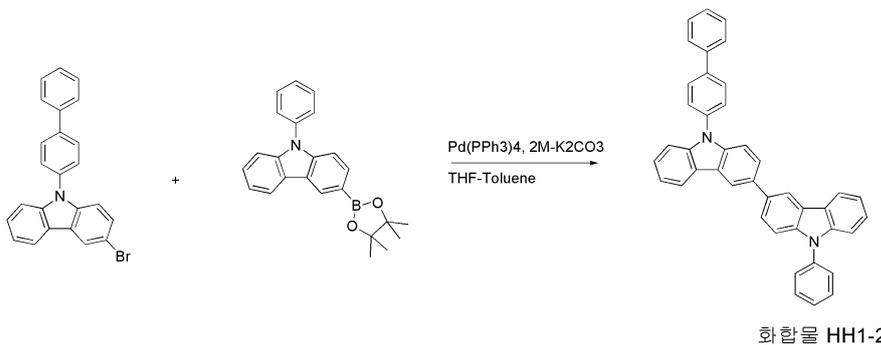
[0621]

질소 분위기 하 교반기가 부착된 500 mL 둥근바닥 플라스크에 3-브로모-N-페닐카바졸 16.62 g(51.59 mmol), N-페닐카바졸-3-일보론산 17.77 g(61.91 mmol) 및 테트라하이드로퓨란:톨루엔(1:1) 200 mL 와 2M-탄산칼륨 수용액 100 mL를 혼합한 후, 테트라키스트리페닐포스핀팔라듐(0) 2.98 g(2.58 mmol)을 넣고 질소기류하에서 12 시간 동안 가열 환류하였다. 반응 종결 후 반응물을 메탄올에 부어 고형물을 여과한 다음, 수득한 고형물을 물과 메탄올로 충분히 세정하고 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물을 1 L의 클로로벤젠에 가열하여 녹인 다음 용액을 실리카겔 필터하고 용매를 완전히 제거한 후, 500mL의 톨루엔에 가열하여 녹인 다음 재결정 하여 화합물 HH1-1 16.05 g(수율 64%)을 수득하였다.

[0622]

calcd. C₃₆H₂₄N₂: C, 89.23; H, 4.99; N, 5.78; found: C, 89.45; H, 4.89; N, 5.65

[0623] **합성예 7: 화합물 HH1-2의 합성**



[0624]

[0625]

질소 분위기 하 교반기가 부착된 500 mL 둥근바닥 플라스크에 3-브로모-N-바이페닐카바졸 20.00 g(50.21 mmol), N-페닐카바졸-3-보로닉에스터 18.54 g(50.21 mmol) 및 테트라하이드로퓨란:톨루엔(1:1) 175 mL 와 2M-탄산칼륨 수용액 75 mL를 혼합한 후, 테트라키스트리페닐포스핀팔라듐(0) 2.90 g(2.51 mmol)을 넣고 질소기류하에서 12 시간 동안 가열 환류하였다. 반응 종결 후 반응물을 메탄올에 부어 고형물을 여과한 다음 수득한 고형물을 물과 메탄올로 충분히 세정하고 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물을 700 mL의 클로로벤젠에 가열하여 녹인 다음 용액을 실리카겔 필터하고 용매를 완전히 제거한 후, 400mL의 클로로벤젠에 가열하여 녹인 다음 재결정 하여 화합물 HH1-2 19.15 g(수율 68%)을 수득하였다.

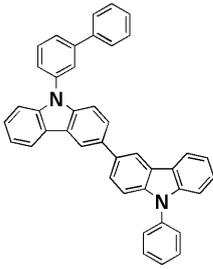
[0626]

calcd. C₄₂H₂₈N₂: C, 89.97; H, 5.03; N, 5.00; found: C, 89.53; H, 4.92; N, 4.89

[0627] **합성예 8: 화합물 HH1-3의 합성**

[0628]

3-브로모-N-바이페닐카바졸 대신 하기 3-브로모-N-메타바이페닐카바졸 을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 7과 동일한 방법을 이용하여 화합물 HH1-3을 합성하였다.

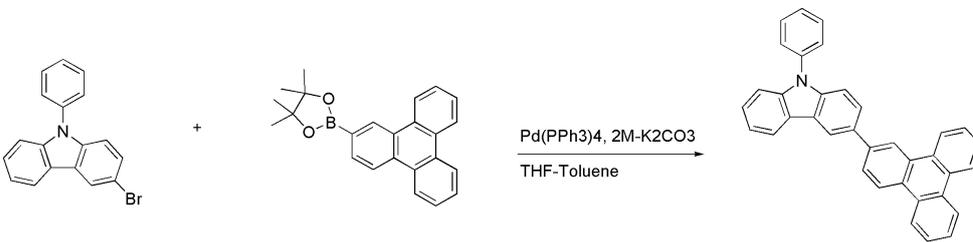


HH1-3

[0629]

[0630]

합성예 9: 화합물 HH1-7의 합성



화합물 HH1-7

[0631]

[0632]

질소 분위기 하 교반기가 부착된 500 mL 둥근바닥 플라스크에 3-브로모-N-페닐카바졸 10.00 g(31.04 mmol), 2-트리페닐렌보로닉 에스터 10.99 g(31.04 mmol) 및 테트라하이드로퓨란:톨루엔(1:1) 150 mL 와 2M-탄산칼륨 수용액 75mL를 혼합한 후, 테트라키스트리페닐포스핀팔라듐(0) 1.79 g(1.55mmol)을 넣고 질소기류하에서 12 시간 동안 가열 환류하였다. 반응 종결 후 반응물을 메탄올에 부어 고형물을 여과한 후, 이로부터 수득한 고형물을 물과 메탄올로 충분히 세정하고 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물을 400mL의 클로로벤젠에 가열하여 녹인 다음 용액을 실리카겔 필터하고 용매를 완전히 제거한 후, 300mL의 톨루엔에 가열하여 녹인 다음 재결정 하여 화합물 HH1-7 8.74 g(수율 60%)을 수득하였다.

[0633]

calcd. C₃₆H₂₃N: C, 92.08; H, 4.94; N, 2.98; found: C, 92.43; H, 4.63; N, 2.84

[0634]

평가예 1 : PL 스펙트럼 평가

[0635]

클로로포름과 순수물로 세정한 퀴즈(quartz)기판을 준비한 다음, 하기 표 1에 기재된 소정의 화합물을 각각 10⁻⁷ torr의 진공도에서 진공증착하여 400Å의 두께의 필름 B, D, F, BD 및 BF를 준비하였다.

표 1

[0636]

필름 No.	혼합물에 포함된 화합물
필름 B	화합물 HH1-2
필름 D	화합물 EH1-401
필름 F	화합물 EH3-81
필름 BD	화합물 EH1-401 : 화합물 HH1-2 (7:3의 몰비)
필름 BF	화합물 EH3-81 : 화합물 HH1-2 (5:5의 몰비)

[0637]

이어서, 상술한 바와 같이 준비된 필름 B, D, F, BD 및 BF 각각에 대하여, 제논(Xenon) 램프가 장착되어 있는 ISC PC1 스펙트로플로로메터 (Spectrofluorometer)를 이용하여, PL(Photo Luminescence)스펙트럼을 평가하여, 그 결과를 도 2a 및 2b에 각각 나타내었다.

[0638]

도 2a 중 필름 BD의 PL 스펙트럼은 필름 B 및 D의 PL 스펙트럼에 비하여 장파장 방향으로 쉬프트하였고, 도 2b

중 필름 BF의 PL 스펙트럼은 필름 B 및 F의 PL 스펙트럼에 비하여 장파장 방향으로 쉬프트하였음을 확인할 수 있는 바, 필름 BD 및 BF 제작에 사용된 화합물 조합 각각은 엑시플렉스를 형성함을 확인할 수 있다.

실시예 : OLED의 제작

애노드로서 ITO전극이 형성된 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.5mm크기로 잘라서 아세톤 이소프로필 알콜과 순수물 속에서 각 15분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV 오존 세정하였다.

상기 애노드 상에 화합물 HT3 및 TCNPQ (TCNPQ의 농도는 3wt%임)를 공증착하여 100Å 두께의 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 화합물 HT3을 증착하여 1700Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

상기 정공 수송층 상에 화합물 전자 수송성-호스트, 정공 수송성-호스트 및 화합물 PD79를 공증착(화합물 PD79의 농도는 발광층 100wt% 기준 10wt%임)하여 400Å 두께의 발광층을 형성하였다.

상기 발광층 상에 화합물 ET16 및 LiQ를 5:5의 중량비로 공증착하여 360Å 두께의 전자 수송층을 형성한 다음, 상기 전자 수송층 상에 LiQ를 증착하여 5Å 두께의 전자 주입층을 형성하고, 상기 전자 주입층 상에 120Å 두께의 MgAg 전극(Ag의 함량은 10wt%임)을 형성하고, 상기 MgAg 전극 상에 화합물 HT13을 형성하여 600Å 두께의 캡핑층을 형성함으로써, 유기 발광 소자를 제작하였다. 제작된 OLED 1 내지 7 및 OLED A 내지 C 각각에서 사용된 전자 수송성-호스트, 정공 수송성-호스트 및 전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트의 부피비는 하기 표 2 및 3과 같다. 표 2 및 3 중 식 1 내지 7에 대한 계산값은 B3LYP/6-31G(d,p) 수준에서 구조 최적화한 Gaussian 프로그램을 채용한 DFT 방법을 이용하여 평가한 HOMO, LUMO 및 단일항 에너지 레벨값에 기초하여 계산한 것이다.

표 2

OLED No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	부피비 ¹	전자 수송성-호스트의 LUMO (eV) (절대값)	정공 수송성-호스트의 LUMO (eV) (절대값)	식 1 ² 계산값	식 6 ³ 계산값	식 7 ⁴ 계산값	식 2 ⁵ 계산값
1	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	5:5	1.786	0.989	0.797	0.20	0.00	0.07
2	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	6:4	1.786	0.989	0.797	0.20	0.00	0.07
3	화합물 EH1-402	화합물 HH1-2	6:4	1.775	0.989	0.786	0.20	0.00	0.08
4	화합물 EH3-2	화합물 HH1-2	4:6	1.800	0.989	0.811	0.21	0.00	0.06
5	화합물 EH3-2	화합물 HH1-3	4:6	1.800	0.964	0.836	0.21	0.01	0.14
6	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	4:6	1.809	0.989	0.820	0.20	0.00	0.06
7	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	5:5	1.809	0.989	0.820	0.20	0.00	0.06
A	화합물 A	화합물 HH1-1	5:5	1.816	0.690	1.126	0.05	0.06	0.27
B	화합물 B	화합물 HH1-2	4:6	1.730	0.989	0.741	n/a	n/a	n/a
C	TATC	B3PYMPM	5:5	2.151	0.985	1.116	0.22	0.00	0.20

1: 전자 수송성-호스트 : 정공 수송성-호스트의 부피비

2: <식 1> $0.75\text{eV} \leq |LUMO_{H(ET)} - LUMO_{H(HT)}| \leq 0.90\text{eV}$

3: <식 6> $\min\{E(S_{1,H(HT)}), E(S_{1,H(ET)})\} - E(S_{1,EX}) > 0.15\text{eV}$

4: <식 7> $E(S_{1,EX}) - E(T_{1,EX}) < 0.15\text{eV}$

[0649] 5: <식 2> $|E(S_{1, H(ET)}) - E(S_{1, H(HT)})| < 0.15\text{eV}$

표 3

[0650]

OLED No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	부피비 ⁶	식 3의 계산값 ⁷	식 4의 계산값 ⁸	식 5의 계산값 ⁹
1	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	5:5	0.285	0.170	0.136
2	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	6:4	0.285	0.170	0.136
3	화합물 EH1-402	화합물 HH1-2	6:4	0.285	0.194	0.125
4	화합물 EH3-2	화합물 HH1-2	4:6	0.285	0.250	0.150
5	화합물 EH3-2	화합물 HH1-3	4:6	0.282	0.253	0.150
6	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	4:6	0.285	0.177	0.159
7	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	5:5	0.285	0.177	0.159

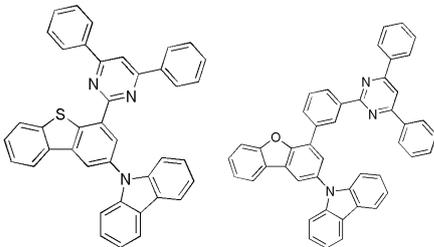
[0651] 6: 전자 수송성-호스트 : 정공 수송성-호스트의 부피비

[0652] 7: <식 3> $|HOMO_{H(HT)} - HOMO_{HTL}| < 0.3\text{eV}$

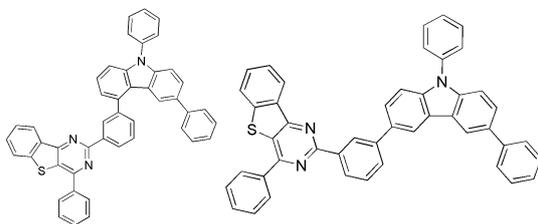
[0653] 8: <식 4> $0.15\text{eV} \leq |HOMO_{H(HT)} - HOMO_{H(ET)}| \leq 2.0\text{eV}$

[0654] 9: <식 5> $|LUMO_{H(ET)} - LUMO_{ETL}| < 0.2\text{eV}$

[0655] <화합물 A> <화합물 B>



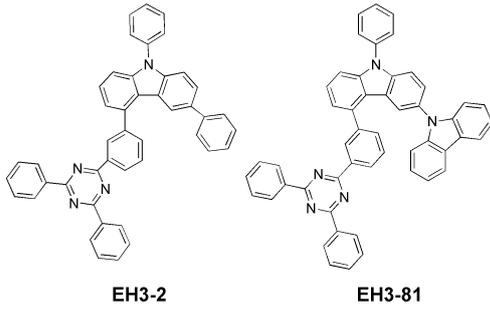
[0656]



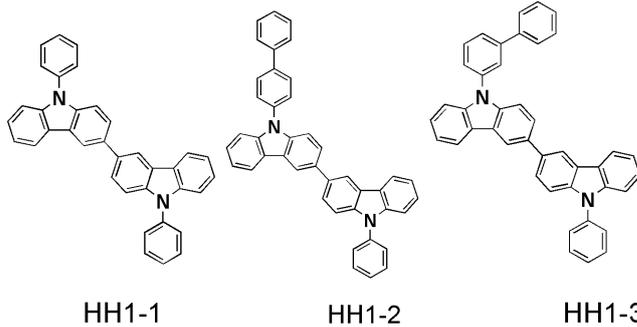
EH1-401

EH1-402

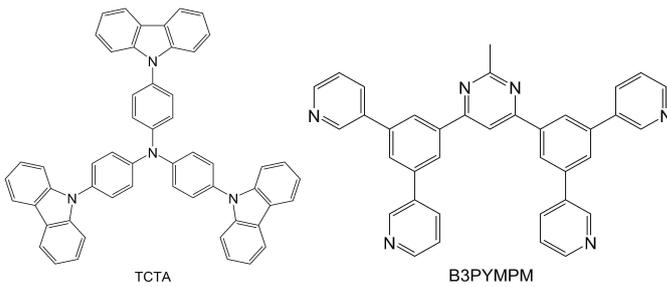
[0657]



[0658]



[0659]



[0660]

평가예 2

제작된 유기 발광 소자 OLED 1 내지 OLED 7 및 OLED A 내지 OLED C의 수명(T₉₅) 특성 및 OLED 1, 2, 6 및 7의 구동 전압, 휘도, 전력, 색순도, 롤-오프 비 및 수명(T₉₅) 특성을 전류-전압계(Keithley 2400) 및 휘도계(Minolta Cs-1000A)를 이용하여 측정하고 그 결과를 표 4 및 5에 정리하였다. 표 4 및 5 중 T₉₅(at 9000nit) 초기 휘도 100% 기준으로 95%의 휘도가 되는데 걸리는 시간을 평가한 수명 데이터이다. 롤-오프 비는 하기 <식 20>에 따라 계산하였다:

<식 20>

$$\text{Roll off} = \{1 - (\text{효율 (at 9000nit)} / \text{최대 발광 효율})\} \times 100\%$$

표 4

OLED No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	부피비	수명(T ₉₅) (hr)
1	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	5:5	531
2	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	6:4	473
3	화합물 EH1-402	화합물 HH1-2	6:4	800
4	화합물 EH3-2	화합물 HH1-2	4:6	750
5	화합물 EH3-2	화합물 HH1-3	4:6	655
6	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	4:6	453
7	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	5:5	440
A	화합물 A	화합물 HH1-1	5:5	200

[0665]

B	화합물 B	화합물 HH1-2	4:6	70
C	TCTA	B3PYMPM	5:5	50

표 5

OLED No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	부피비	구동 전압 (V)	휘도 (cd/A)	전력 (Im/W)	CIE_x	CIE_y	롤-오프 비 (%)	수명 (T ₉₅) (hr)
1	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	5:5	4.8	88.7	57.9	0.279	0.687	14	531
2	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	6:4	4.7	86.6	57.6	0.259	0.699	17	473
6	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	4:6	4.7	88.2	59.3	0.239	0.712	13	453
7	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	5:5	4.6	93.1	64.1	0.232	0.717	14	440

상기 표 4 및 5로부터, 본원의 <식 1> 및 <식 2>를 모두 만족하는 OLED 1 내지 OLED 7은 본원의 <식 1> 및 <식 2> 중 적어도 하나를 만족하지 못하는 OLED A 내지 C에 비하여 우수한 수명을 가짐을 확인할 수 있다.

평가예 3

ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device, HOD) HOD 11 내지 18, ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device, EOD) EOD 11 내지 18 및 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1700Å) 호스트:화합물 PD79(10wt%) (400Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (360Å) / Liq (5Å) / Mg:Ag(10wt%) (120Å) / HT13 (600Å)구조를 갖는 OLED 11 내지 18(OLED 14 및 15는 각각 실시예의 OLED 1 및 2와 동일함)를 실시예를 참조하여 각각 제작하였다. HOD 11 내지 18, EOD 11 내지 18 및 OLED 11 내지 18의 호스트 조성은 표 6을 참조한다.

이어서, HOD 11 내지 18의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)인 J_{HOD} 및 EOD 11 내지 18의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)인 J_{EOD}를 각각 전류-전압계(Keithley 2400)를 이용하여 평가하고, 이에 기초하여 log(J_{HOD}(at 11.5V) / J_{EOD}(at 4V))를 계산하여 표 6에 나타내었다. 또한, OLED 11 내지 18의 수명(T₉₅) 특성을 평가하여 그 결과를 표 6에 나타내었다.

표 6

HOD, EOD 및 OLED의 No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트의 부피비	J _{HOD} (at 11.5V) (mA/cm ²)	J _{EOD} (at 4V) (mA/cm ²)	log(J _{HOD} (at 11.5V) / J _{EOD} (at 4V)) (즉, Type(화합물 EH1-401))	수명 (T ₉₅) (hr)
11	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	2:8	60	1	1.78	92
12	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	3:7	46.6	2.42	1.28	291
13	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	4:6	38	10	0.58	437
14	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	5:5	32.6	19	0.23	531
15	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	6:4	25	31	-0.09	473

16	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	7:3	18.7	47.1	-0.4	353
17	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	8:2	10	60	-0.78	273
18	화합물 EH1-401	화합물 HH1-2	10:0	2.43	79.5	-1.51	90

[0672] 상기 표 6으로부터 Type(화합물 EH1-401)가 -0.09 내지 0.58의 범위에 속하는 OLED 13 내지 15는 우수한 수명 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0673] **평가예 4**

[0674] ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1000Å) 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET1 (100Å) / Al (100Å)의 구조를 갖는 정공-온리 소자(hole-only device, HOD) HOD 21 내지 28, ITO (1500Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å) / Liq (10Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / 호스트:화합물 PD79(10wt%) (600Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (200Å) / Liq (10Å) / Mg:Ag(10wt%) (300Å)의 구조를 갖는 전자-온리 소자(electron-only device, EOD) EOD 21 내지 28 및 ITO (1500Å) / 화합물 HT3:TCNPQ(3wt%) (100Å) / 화합물 HT3 (1700Å) 호스트:화합물 PD79(10wt%) (400Å) / 화합물 ET16:Liq(50wt%) (360Å) / Liq (5Å) / Mg:Ag(10wt%) (120Å) / HT13 (600Å)구조를 갖는 OLED 21 내지 28(OLED 23 및 24는 실시예의 OLED 6 및 7과 각각 동일함)를 실시예를 참조하여 각각 제작하였다. HOD 21 내지 28, EOD 21 내지 28 및 OLED 21 내지 28의 호스트 조성은 표 7을 참조한다.

[0675] 이어서, HOD 21 내지 28의 11.5V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)인 J_{HOD} 및 EOD 21 내지 28의 4V에서의 전류 밀도 값(mA/cm²)인 J_{EOD}를 각각 전류-전압계(Keithley 2400)를 이용하여 평가하고, 이에 기초하여 log(J_{HOD}(at 11.5V) / J_{EOD}(at 4V))를 계산하여 표 7에 나타내었다. 또한, OLED 21 내지 28의 수명(T₉₅) 특성을 평가하여 그 결과를 표 7에 나타내었다.

표 7

HOD, EOD 및 OLED의 No.	전자 수송성-호스트	정공 수송성-호스트	전자 수송성-호스트와 정공 수송성-호스트의 부피비	J _{HOD} (at 11.5V) (mA/cm ²)	J _{EOD} (at 4V) (mA/cm ²)	log(J _{HOD} (at 11.5V) / J _{EOD} (at 4V)) (즉, Type(화합물 EH3-81))	수명 (T ₉₅) (hr)
21	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	2:8	90	0.2	2.65	80
22	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	3:7	50	0.8	1.80	281
23	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	4:6	28	2	1.15	453
24	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	5:5	12	7	0.23	440
25	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	6:4	5	20	-0.60	284
26	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	7:3	2	39	-1.30	145
27	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	8:2	1	61	-1.79	80
28	화합물 EH3-81	화합물 HH1-2	10:0	0.5	90	-2.26	41

[0677] 상기 표 7로부터 Type(화합물 EH3-81)가 0.23 내지 1.15의 범위에 속하는 OLED 23 및 24는 우수한 수명 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

부호의 설명

- 10: 유기 발광 소자
- 11: 제1전극
- 13: 정공 수송 영역
- 15: 발광층
- 17: 전자 수송 영역
- 19: 제2전극

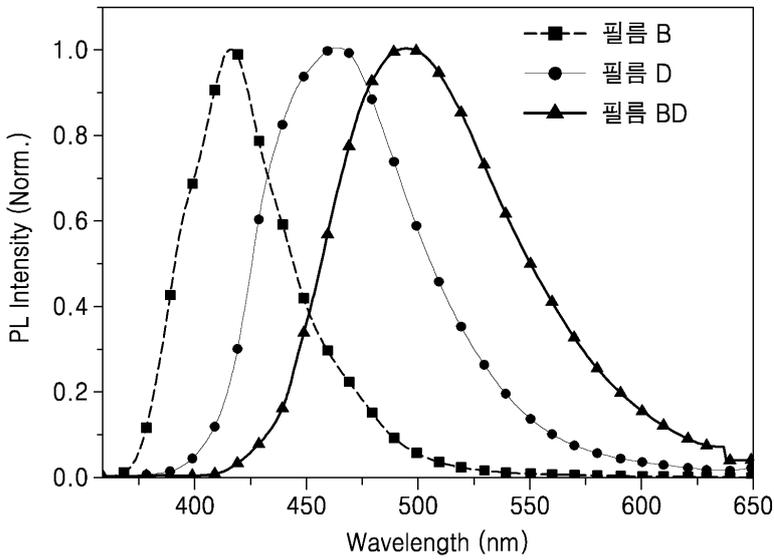
도면

도면1

10

19
17
15
13
11

도면2a



도면2b

