



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0128208
(43) 공개일자 2019년11월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 51/0072 (2013.01)
C09K 11/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7030334
- (22) 출원일자(국제) 2018년02월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2019년10월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/005922
- (87) 국제공개번호 WO 2018/173593
국제공개일자 2018년09월27일
- (30) 우선권주장
JP-P-2017-057487 2017년03월23일 일본(JP)

- (71) 출원인
닛테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤
일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시 1초메 13방 1고
- (72) 발명자
사가라 유타
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 1초메 13방 1고
닛테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤 내
타다 마사시
일본국 도쿄도 주오쿠 니혼바시 1초메 13방 1고
닛테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
윤앤리특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 7 항

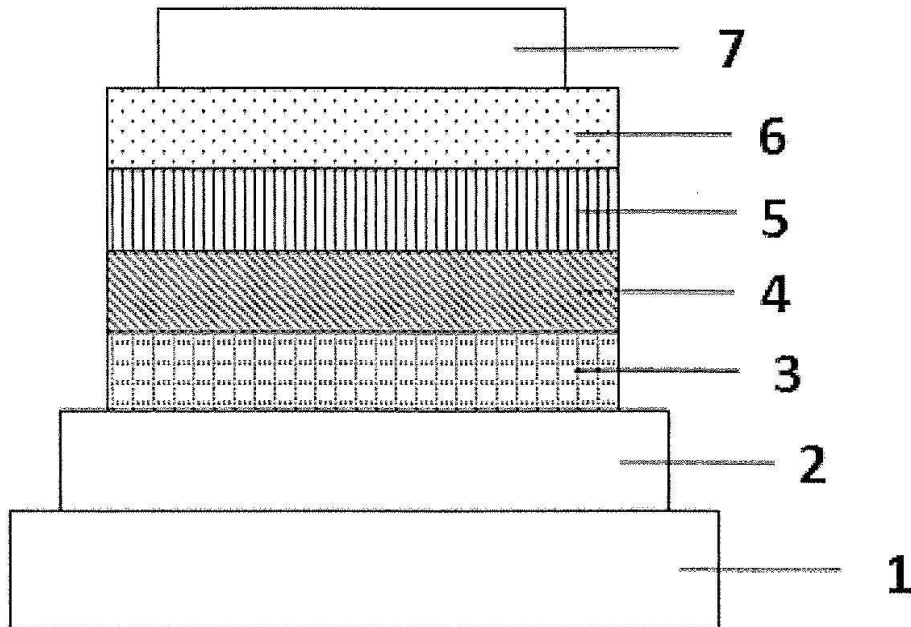
(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자

(57) 요약

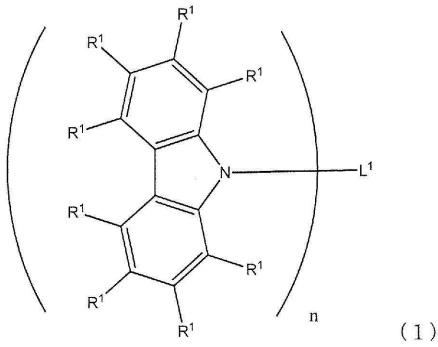
구동전압이 낮고 발광효율이 높으면서 수명이 긴 열활성화 지연 형광 발광형 유기 EL 소자이다. 이 유기 EL 소자는 대향하는 양극과 음극 사이에 하나 이상의 발광층을 포함하고, 적어도 하나의 발광층이 일반식(1)로 나타내는 카르바졸 화합물로 이루어지는 호스트 재료와, 분자 내에 인돌로카르바졸환을 포함하는 인돌로카르바졸 화합물로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



이루어지는 열활성화 지연 형광 발광 재료를 함유하는 것을 특징으로 한다. 여기서, L^1 은 방향족기류이고, 적어도 하나의 R^1 은 카르바졸릴기이며, n 은 1 또는 2이다.



(52) CPC특허분류

H01L 51/0071 (2013.01)

H01L 51/008 (2013.01)

H01L 51/50 (2013.01)

C09K 2211/1074 (2013.01)

(72) 발명자

요시무라 카즈아키

일본국 도쿄도 츄오쿠 니혼바시 1쵸메 13반 1고 닛
테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤 내

오가와 준야

일본국 도쿄도 츄오쿠 니혼바시 1쵸메 13반 1고 닛
테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤 내

노구치 카츠히데

일본국 도쿄도 츄오쿠 니혼바시 1쵸메 13반 1고 닛
테츠 케미컬 앤드 머티리얼 가부시키가이샤 내

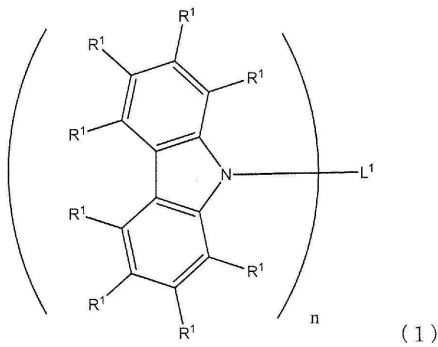
명세서

청구범위

청구항 1

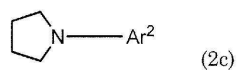
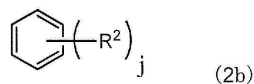
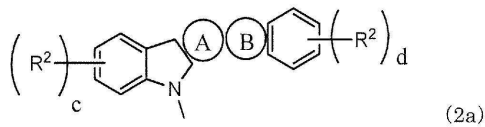
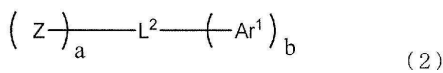
대향하는 양극과 음극 사이에 하나 이상의 발광층을 포함하는 유기 전계 발광 소자에 있어서, 적어도 하나의 발광층에 하기 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료와, 하기 일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

[화학식 1]



여기서 L¹은, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기의 환에서 선택되는 어느 하나의 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결환기이다. R¹은, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기의 환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환기이며, 적어도 하나의 R¹은 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기를 나타낸다. n은 1~2의 정수이다.

[화학식 2]



여기서, Z는 식(2a)로 나타내는 기이고, 식(2a) 중 환A는 식(2b)로 나타내는 방향족 탄화수소환이며, 환B는 식(2c)로 나타내는 복소환이고, 환A 및 환B는 각각 인접하는 환과 임의의 위치에서 축합한다. L²는 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 탄소수 3~18의 방향족 복소환기이고, a+b가 2인 경우는 L²는 단결합이어도 된다. Ar¹과

Ar²는 각각 독립적으로 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. R²는, 독립적으로 탄소수 1~10의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. a는 1~3의 정수를 나타내고, b는 0~3의 정수를 나타내며, c와 d는 독립적으로 0~4의 정수를 나타내고, j는 0~2의 정수를 나타낸다.

청구항 2

제1항에 있어서,

일반식(1)에서, n=1인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

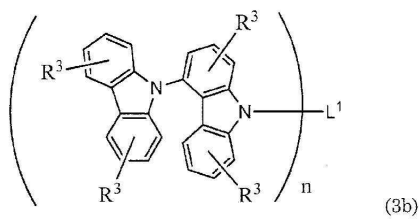
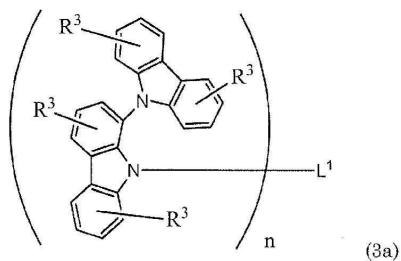
일반식(1)에서, L¹이 치환 혹은 미치환의, 벤젠, 트리아진, 카르바졸, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르보란, 또는 이들이 2~3개 연결된 연결환 화합물로부터 생기는 기인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

일반식(1)이 일반식(3a) 또는 (3b)로 나타내지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

[화학식 3]



여기서, L¹ 및 n은, 일반식(1)과 같은 의미이고, R³은 수소, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기를 나타낸다.

청구항 5

제1항에 있어서,

일반식(2)에서, L²가 탄소수 6의 방향족 탄화수소기인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

발광층 중에 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료를 적어도 2종류 함유하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료의 여기(勵起) 일중항(一重項) 에너지(S1)와 여기 삼중항(三重項) 에너지(T1)의 차가 0.2eV 이하이고, 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료의 여기 삼중항 에너지(T1)가 일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료의 여기 일중항 에너지(S1) 및 여기 삼중항 에너지(T1)보다 큰 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지연 형광 발광형 유기 전계 발광 소자(유기 EL 소자라고 함)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 EL 소자에 전압을 인가함으로써 양극으로부터 정공이, 음극으로부터는 전자가 각각 발광층에 주입된다. 그리고 발광층에서, 주입된 정공과 전자가 재결합하고, 여기자(勵起子)가 생성된다. 이 때, 전자 스핀의 통계칙에 의해, 일중항(一重項) 여기자 및 삼중항(三重項) 여기자가 1:3의 비율로 생성된다. 일중항 여기자에 의한 발광을 이용하는 형광 발광형 유기 EL 소자는 내부 양자 효율은 25%가 한계라고 전해지고 있다. 한편, 삼중항 여기자에 의한 발광을 이용하는 인광 발광형 유기 EL 소자는 일중항 여기자로부터 항간교차가 효율적으로 이루어진 경우에는 내부 양자 효율을 100%까지 높일 수 있는 것이 알려져 있다.

[0003] 최근에는 인광형 유기 EL 소자의 장수명화 기술이 진전되고, 휴대전화 등의 디스플레이에 응용되고 있다. 그러나 청색의 유기 EL 소자에 관해서는 실용적인 인광 발광형 유기 EL 소자는 개발되어 있지 않아, 고효율이면서 수명이 긴 청색 유기 EL 소자의 개발이 요구되고 있다.

[0004] 또한, 최근에는 지연 형광을 이용한 고효율의 지연 형광 발광형 유기 EL 소자의 개발이 이루어지고 있다. 예를 들면 특허문헌 1에는 지연 형광의 메커니즘의 하나인 TTF(Triplet-Triplet Fusion) 기구를 이용한 유기 EL 소자가 개시되어 있다. TTF 기구는 2개의 삼중항 여기자의 충돌에 의해 일중항 여기자가 생성되는 현상을 이용하는 것이며, 이론상 내부 양자 효율을 40%까지 높일 수 있다고 여겨지고 있다. 그러나 인광 발광형 유기 EL 소자와 비교하면 효율이 낮기 때문에 추가적인 효율의 개량이 요구되고 있다.

[0005] 한편, 특허문헌 2에서는 열활성화 지연 형광(TADF; Thermally Activated Delayed Fluorescence) 기구를 이용한 지연 형광 발광형 유기 EL 소자가 개시되어 있다. TADF 기구는 일중항 준위와 삼중항 준위의 에너지 차가 작은 재료에서 삼중항 여기자로부터 일중항 여기자로의 역항간교차가 생기는 현상을 이용하는 것이며, 이론상 내부 양자 효율을 100%까지 높일 수 있다고 여겨지고 있다. 그러나 인광 발광형 소자와 마찬가지로 수명 특성의 추가적인 개선이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) W02010/134350 A1
- (특허문헌 0002) W02011/070963 A1
- (특허문헌 0003) W02015/022987 A1

비특허문헌

[0007] (비특허문헌 0001) Phys. Rev. Lett. 2013, 110, 247401

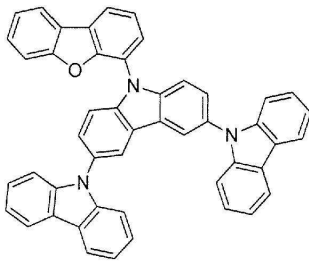
발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 특허문헌 2 및 비특허문헌 1에서는 인돌로카르바졸 화합물을 TADF 재료로 사용하는 것을 개시하고 있다.

[0009] 특허문헌 3에서는 이하의 카르바졸이 연결된 화합물을 호스트로 사용하고, 발광 재료에 시아노벤젠 화합물을 사용한 지연 형광 발광형 유기 EL 소자가 개시되어 있다.

[0010] [화학식 1]



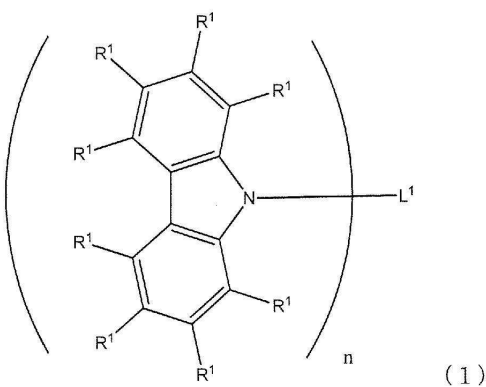
[0011] 그러나 모두 충분한 것이라고는 할 수 없어, 추가적인 특성 개선이 요구되고 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 유기 EL 소자를 플랫 패널 디스플레이 등의 표시 소자, 또는 광원에 응용하기 위해서는 소자의 발광 효율을 개선함과 동시에 구동 시의 안정성을 충분히 확보할 필요가 있다. 본 발명은 상기 현 상황을 감안하여, 구동전압이 낮으면서 효율이 높고, 높은 구동 안정성을 가진 유기 EL 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명은 대향하는 양극과 음극 사이에 하나 이상의 발광층을 포함하는 유기 EL 소자에서, 적어도 하나의 발광층이 하기 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료와 일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 소자이다.

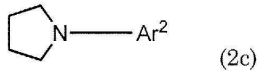
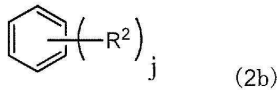
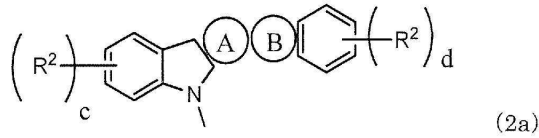
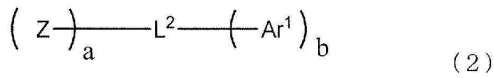
[0015] [화학식 2]



[0016] 여기서 L¹은 n개의 기이다. L¹은, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기의 환에서 선택되는 어느 하나의 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결환기이며, 연결환기인 경우, 연결하는 환은 동일하여도 되고 달라도 된다. R¹은, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기의 환에

서 선택되는 어느 하나의 환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환기이며, 적어도 하나의 R¹은 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기이다. n은 1~2의 정수이다.

[0018] [화학식 3]



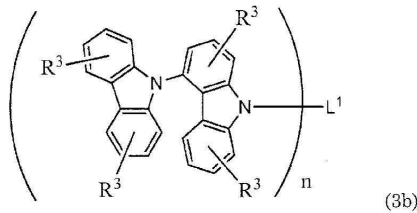
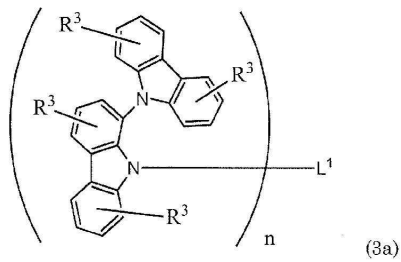
[0019]

[0020] 여기서, Z는, 식(2a)로 나타내는 기이고, 식(2a) 중 환A는 식(2b)로 나타내는 방향족 탄화수소환이며, 환B는 식(2c)로 나타내는 복소환이고, 환A 및 환B는 각각 인접하는 환과 임의의 위치에서 축합한다. L²는, 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 탄소수 3~18의 방향족 복소환기이고, Ar¹과 Ar²는 각각 독립적으로 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이며, 연결 방향족기인 경우, 연결하는 방향족환은 동일하여도 되고 달라도 된다. R²는, 독립적으로 탄소수 1~10의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. a는 1~3의 정수를 나타내고, b는 0~3의 정수를 나타내며, c와 d는 독립적으로 0~4의 정수를 나타내고, j는 0~2의 정수를 나타낸다. a+b가 2인 경우는 L²는 단결합이어도 된다.

[0021] 상기 일반식(1) 및 일반식(2)의 바람직한 양태를 다음에 나타낸다.

[0022] 1) 일반식(1)에서 n=1인 것. 2) 일반식(1)에서 L¹이 치환 혹은 미치환의, 벤젠, 트리아진, 카르바졸, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르보란, 또는 이들이 2~3개 연결된 연결환 화합물로부터 생기는 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기, 또는 연결환기인 것. 3) 일반식(1)이 하기 일반식(3a) 또는 (3b)인 것.

[0023] [화학식 4]



[0024]

[0025] (여기서, L^1 및 n 은, 일반식(1)의 L^1 및 n 과 같은 의미이고, R^3 은 수소, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기를 나타낸다.)

[0026] 4) 일반식(2)의 L^2 에서 $a+b$ 가의 L^2 가 탄소수 6의 방향족 탄화수소기인 것.

[0027] 발광층 중에는 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료를 2종류 이상 함유할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 열활성화 지연 형광 발광 재료의 여기 일중항 에너지(S1)와 여기 삼중항 에너지(T1)의 차가 0.2eV 이하이고, 상기 호스트 재료의 여기 삼중항 에너지(T1)가, 상기 열활성화 지연 형광 발광 재료의 여기 일중항 에너지(S1) 및 여기 삼중항 에너지(T1)보다 큰 것이 바람직하다.

[0029] 본 발명의 유기 EL 소자는 발광층에 특정 열활성화 지연 형광 발광 재료와 특정 호스트 재료를 함유하기 때문에, 구동전압이 낮고 발광효율이 높으면서 수명이 긴 유기 EL 소자가 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 유기 EL 소자의 일례를 나타낸 모식 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 유기 EL 소자는 대향하는 양극과 음극 사이에 하나 이상의 발광층을 가지며, 발광층 중 적어도 한 층이 상기 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료와 상기 일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료(TADF 재료라고 함.)를 함유한다.

[0032] 상기 일반식(1)에 대해 설명한다.

[0033] 일반식(1)로 나타내는 화합물은 2개 이상의 카르바졸 환을 가지므로, 카르바졸 화합물이라고 할 수 있다. L^1 은 n 개의 기이다.

[0034] L^1 은, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 환이 2~6개 연결된 연결환기를 나타낸다. 바람직하게는, 치환 혹은 미치환의 단환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~12의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 환이 2~3개 연결된 연결환기이다. 보다 바람직하게는, 치환 혹은 미치환의 단환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~12의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들 환이 2개 연결되어 구성되는 연결환기를 나타낸다.

[0035] 본 명세서에서, 연결환기는 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 및 카르보란기에서 선택되는 기의 골격이 되는 환(방향족 탄화수소환, 방향족 복소환 또는 카르보란환)이 직접 결합으로 복수개 연결되어 구성되는 기를 말한다. 여기서, 연결되는 환은 동일하여도 되고 달라도 되며, 그 구조는 식(d)에 나타내는 바와 같은 직쇄상이어

도 되고, 식(e)에 나타내는 바와 같은 분기상이어도 된다.

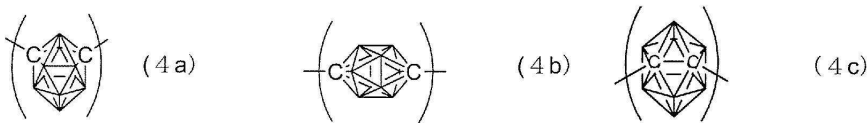
[0036] A1-A2-A3-A4 (d)

[0037] A1(A2)-A3(A4) (e)

[0038] 식(d), (e)는 4개의 환이 연결된 연결환 화합물이고, n개의 기의 경우는 이들에서 n개의 수소를 제외하여 생기는 기라고 풀이된다. 수소를 제외하는 환은 A1, A2, A3, A4 중 어느 것이어도 된다. 또한, A1, A2, A3, A4는 독립적으로 방향족 탄화수소환, 방향족 복소환 또는 카르보란환이며, 이들 중 1종만이어도 되고, 2종 이상으로 구성되어 있어도 된다. 연결환기는 치환기를 가질 수 있고, 이것은 대응하는 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 및 카르보란기가 가질 수 있는 치환기라고 풀이된다.

[0039] 미치환의 카르보란기는 $C_2B_{10}H_{10}$ 의 하기 식(4a), (4b), (4c)에서 선택되는 2개의 기이다.

[0040] [화학식 5]



[0041]

[0042] L^1 의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 아줄렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 아세나프텐, 코로넨, 인텐, 플루오렌, 플루오란텐, 테트라센, 펜타센, 푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 옥사졸, 피롤, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸, 카르보란, 또는 이들이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 n개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 카르바졸, 카르보란, 또는 이들이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 n개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 벤젠, 트리아진, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸, 카르보란, 또는 이들이 2개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 n개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다.

[0043] 상기 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 카르보란기, 및 연결환기는 치환기를 가질 수 있다. L^1 의 치환기의 구체예로는 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 탄소수 1~8의 알콕시기가 있다.

[0044] 상기 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기의 구체예로는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기 등을 들 수 있다.

[0045] 상기 탄소수 1~8의 알콕시기는 $-OY$ 로 나타내고, Y의 예로서 상기의 알킬을 들 수 있다. 구체예로는 메톡시기, 에톡시기 등을 들 수 있다.

[0046] R^1 은, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~36의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들의 환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환기를 나타낸다. 바람직하게는 수소, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~20의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~20의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들이 2개 연결되어 구성되는 연결환기이다. 보다 바람직하게는 수소, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~10의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~12의 방향족 복소환기, 치환 혹은 미치환의 카르보란기, 또는 이들이 2개 연결되어 구성되는 연결환기이다. R^1 의 적어도 하나는, 바람직하게는 1~4개는, 더 바람직하게는 1~2개는 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기를 나타낸다. 치환의 카르바졸릴기인 경우, 치환기는 후기할 R^1 이 치환기를 가지는 경우의 치환기와 동일한 치환기일 수 있고, 알킬기 등 외에 방향족 탄화수소기, 또는 방향족 복소환기이어도 된다.

[0047] 상기 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기의 구체예로는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기 등을 들 수 있다.

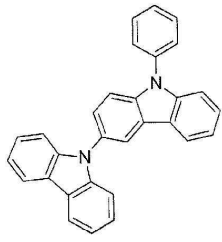
[0048] 상기 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 탄소수 3~36의 방향족 복소환기 및 연결환기의 구체예로는 벤젠, 나프

탈렌, 아줄렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 아세나프텐, 코로넨, 인덴, 플루오렌, 플루오란텐, 테트라센, 펜타센, 푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 옥사줄, 피롤, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸, 카르보란, 또는 이들이 2~3개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 페난트렌, 트리페닐렌, 플루오렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 퀴나졸린, 퀴놀린, 카르바졸, 디아자카르바졸, 카르보란, 또는 이들이 2개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 벤젠, 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 카르보란, 카르바졸, 또는 이들이 2개 연결되어 구성되는 연결환 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다.

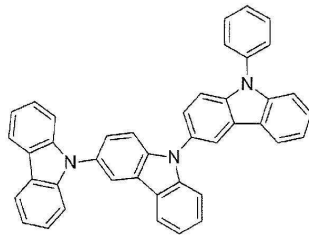
- [0049] R^1 이 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 및 연결환기인 경우는 치환기를 가질 수 있다.
- [0050] R^1 이 치환기를 가지는 경우, 치환기로는 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 탄소수 1~8의 알콕시기, 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 탄소수 3~18의 방향족 복소환기가 있다. 바람직하게는 탄소수 6~12의 방향족 탄화수소기, 탄소수 3~12의 방향족 복소환기이다.
- [0051] 상기 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 및 탄소수 1~8의 알콕시기의 구체예는 상기 L^1 의 치환기의 구체예와 같은 의미이다.
- [0052] 상기 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 및 탄소수 3~18의 방향족 복소환기의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 트리페닐렌, 플루오렌, 플루오란텐, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 옥사줄, 피롤, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 인돌, 퀴놀린, 카르바졸, 디아자카르바졸 등에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸 등에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 페닐기, 또는 카르바졸틸기이다.
- [0053] 상기 카르보란기의 구체예는 상기 L^1 에서의 구체예와 같은 의미이다.
- [0054] 일반식(1) 중의 n 은 1~2의 정수이고, 바람직하게는 $n=1$ 이다.
- [0055] 일반식(1)로 나타내는 화합물 중의 수소의 일부 또는 전부는 중수소로 치환되어도 된다.
- [0056] 일반식(1)의 바람직한 양태로서 상기 일반식(3a) 또는 (3b)가 있다. 일반식(3a) 또는 (3b)에서 일반식(1)과 공통되는 기호는 일반식(1)과 동일한 의미를 가진다. R^3 은 각각 독립적으로, 수소, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기이다.
- [0057] 일반식(1)로 나타내는 화합물의 구체적인 예를 이하에 나타내는데, 이들 예시 화합물에 한정되는 것은 아니다.

[0058]

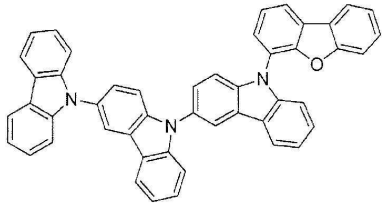
[화학식 6]



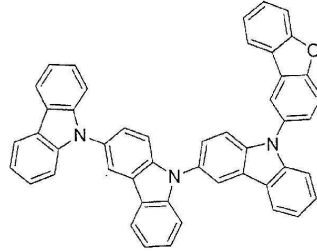
1-1



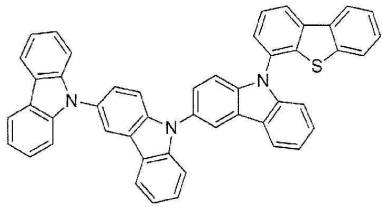
1-2



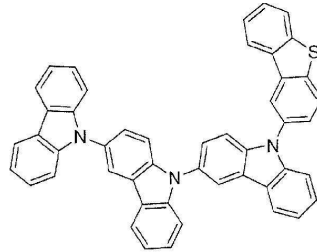
1-3



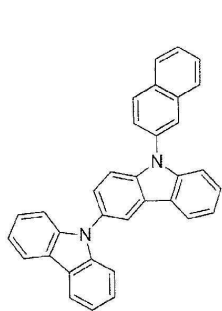
1-4



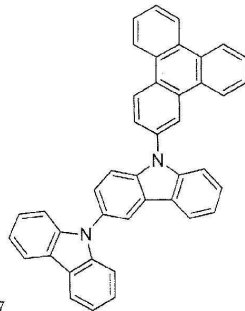
1-5



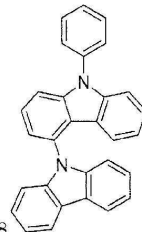
1-6



1-7



1-8

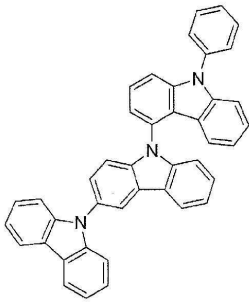


1-9

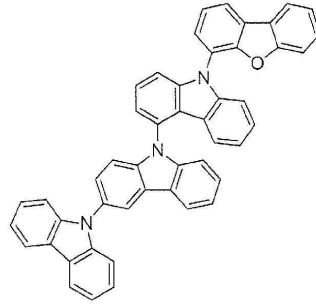
[0059]

[0060]

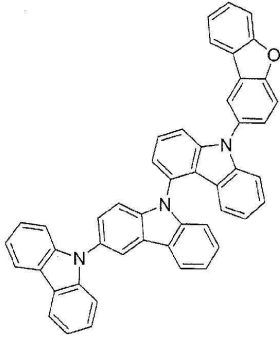
[화학식 7]



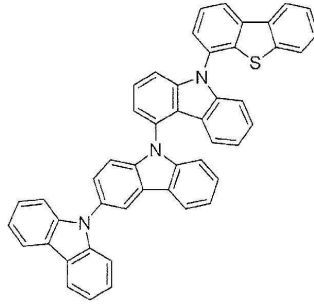
1-10



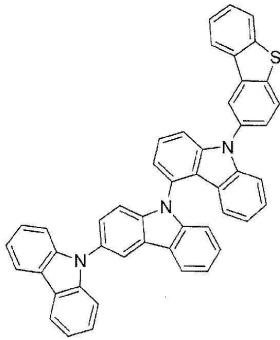
1-11



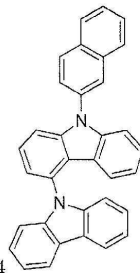
1-12



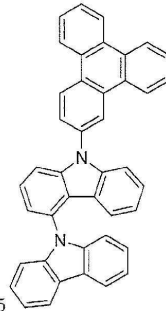
1-13



1-14



1-15

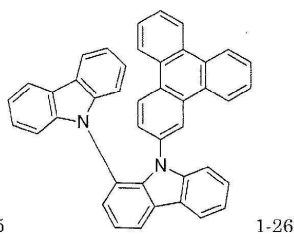
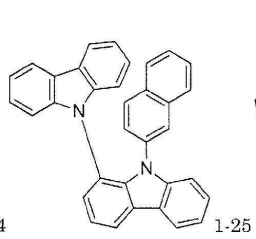
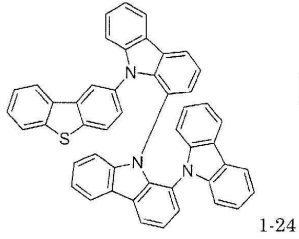
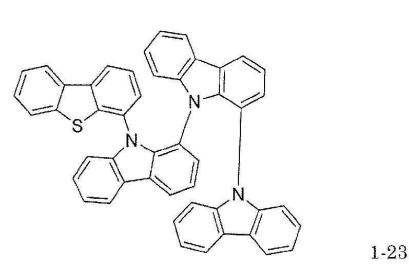
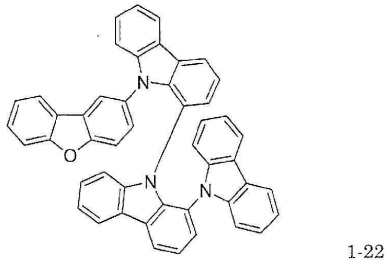
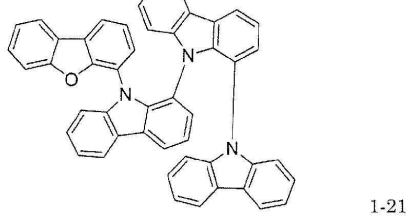
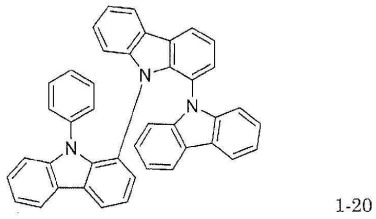
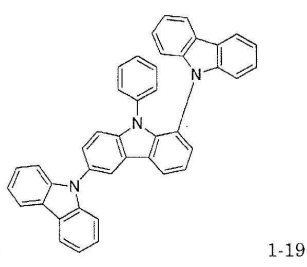
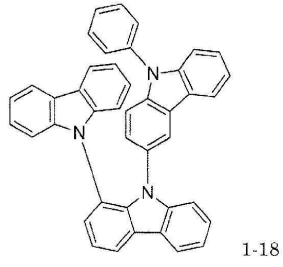
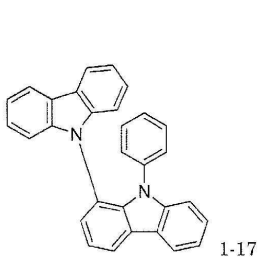


1-16

[0061]

[0062]

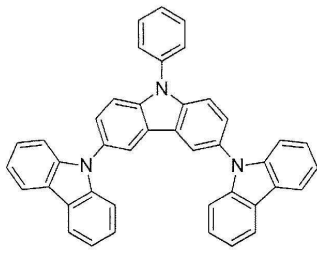
[화학식 8]



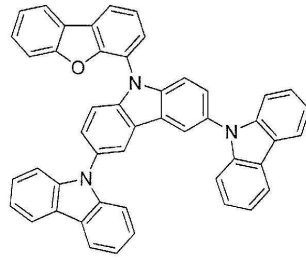
[0063]

[0064]

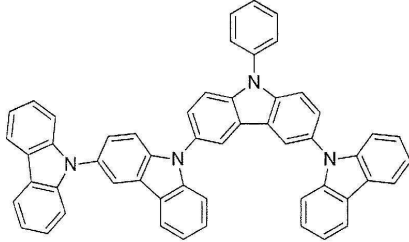
[화학식 9]



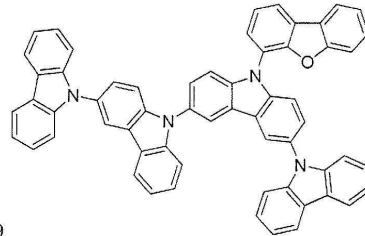
1-27



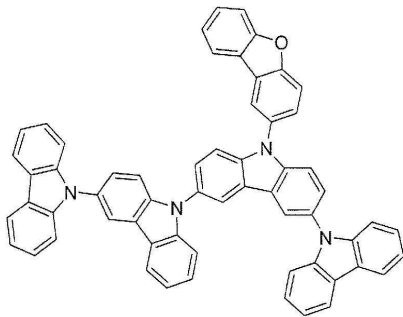
1-28



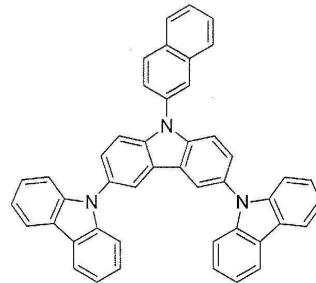
1-29



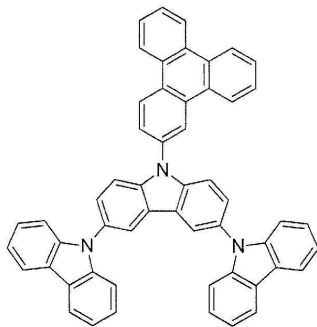
1-30



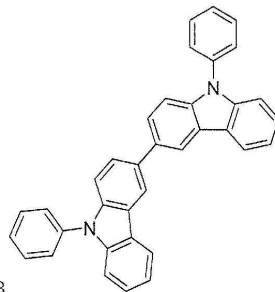
1-31



1-32



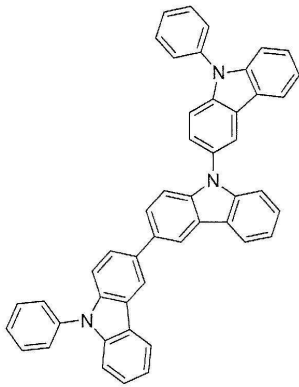
1-33



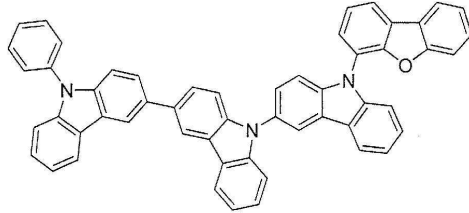
1-34

[0065]

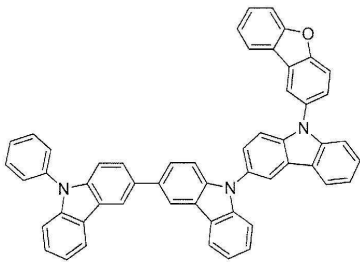
[0066] [화학식 10]



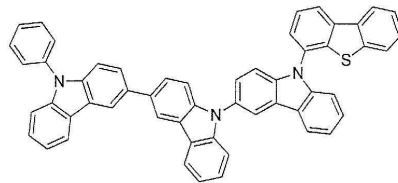
1-35



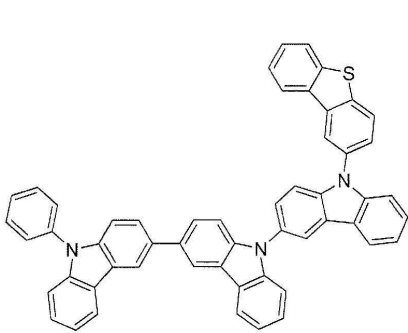
1-36



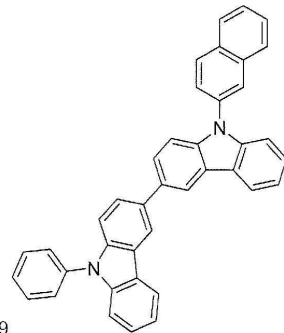
1-37



1-38



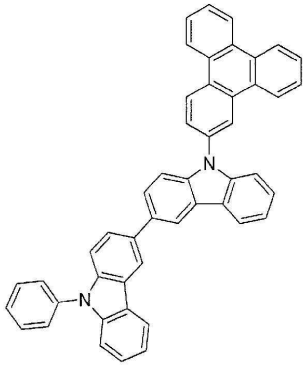
1-39



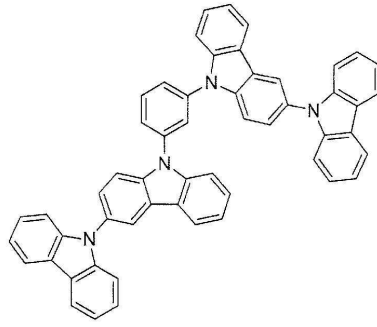
1-40

[0067]

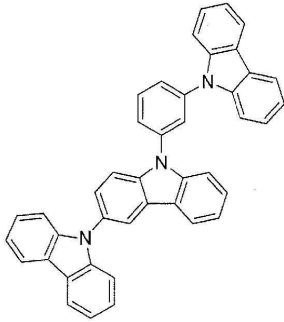
[0068] [화학식 11]



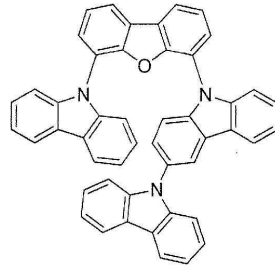
1-41



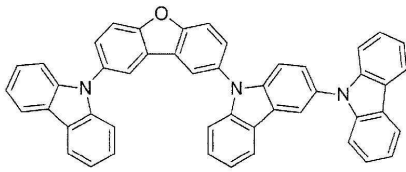
1-42



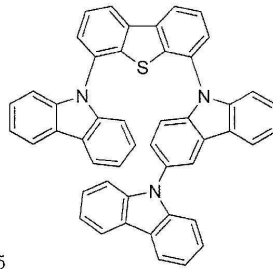
1-43



1-44



1-45

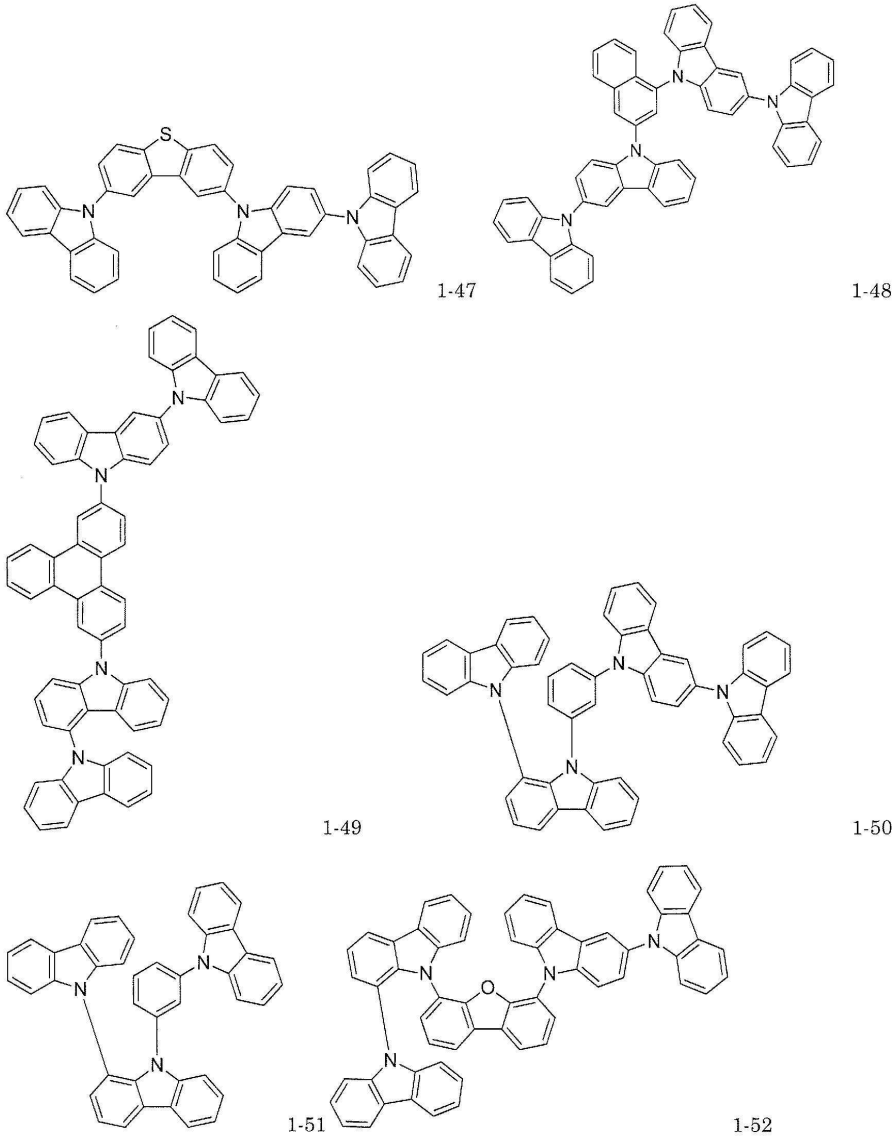


1-46

[0069]

[0070]

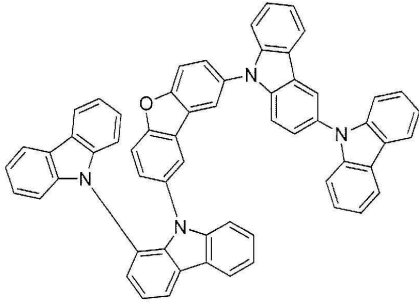
[화학식 12]



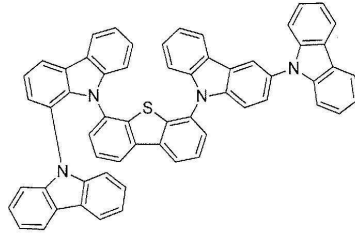
[0071]

[0072]

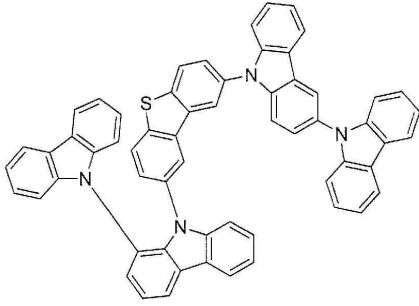
[화학식 13]



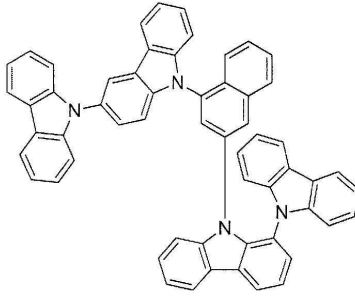
1-53



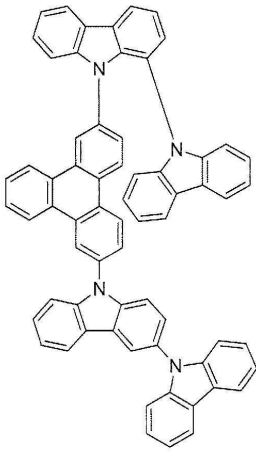
1-54



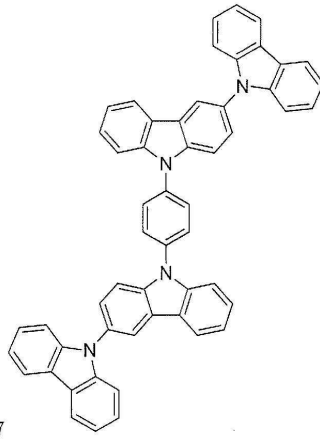
1-55



1-56



1-57

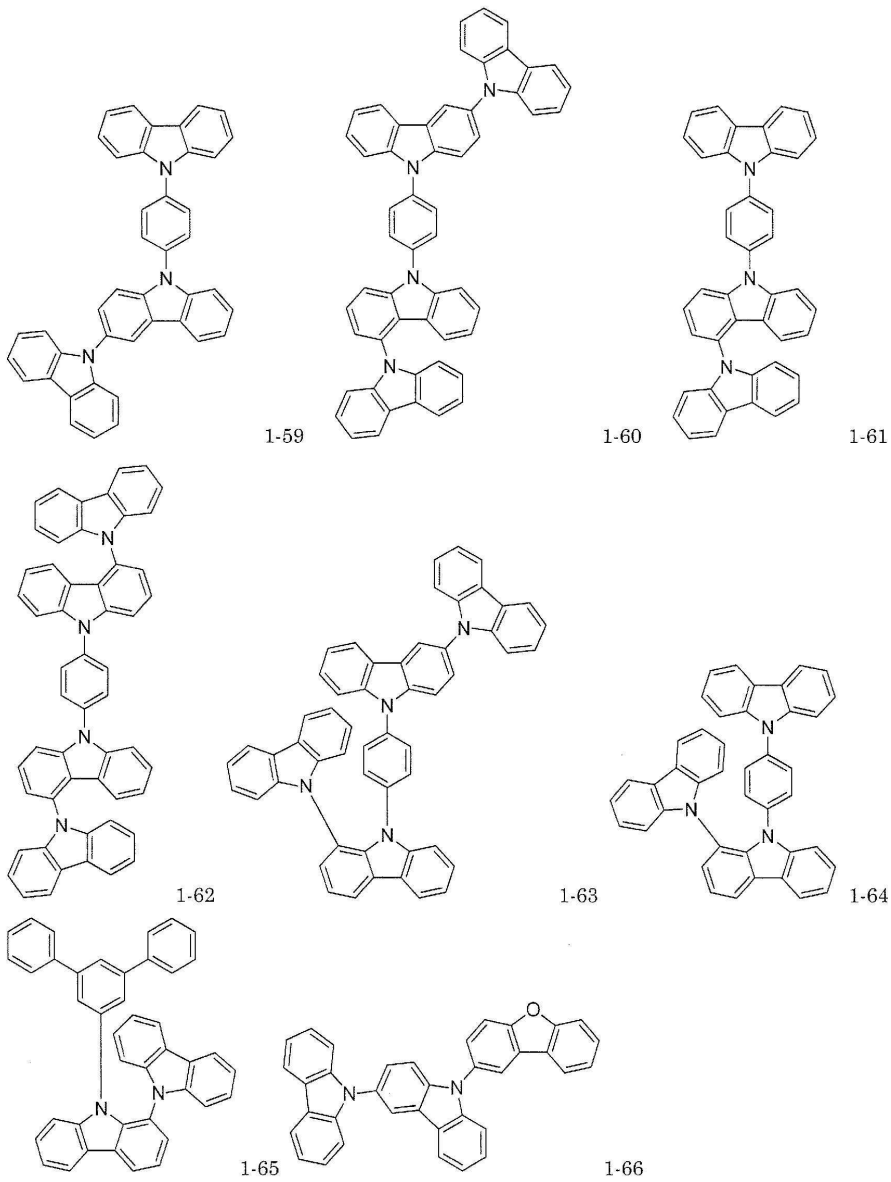


1-58

[0073]

[0074]

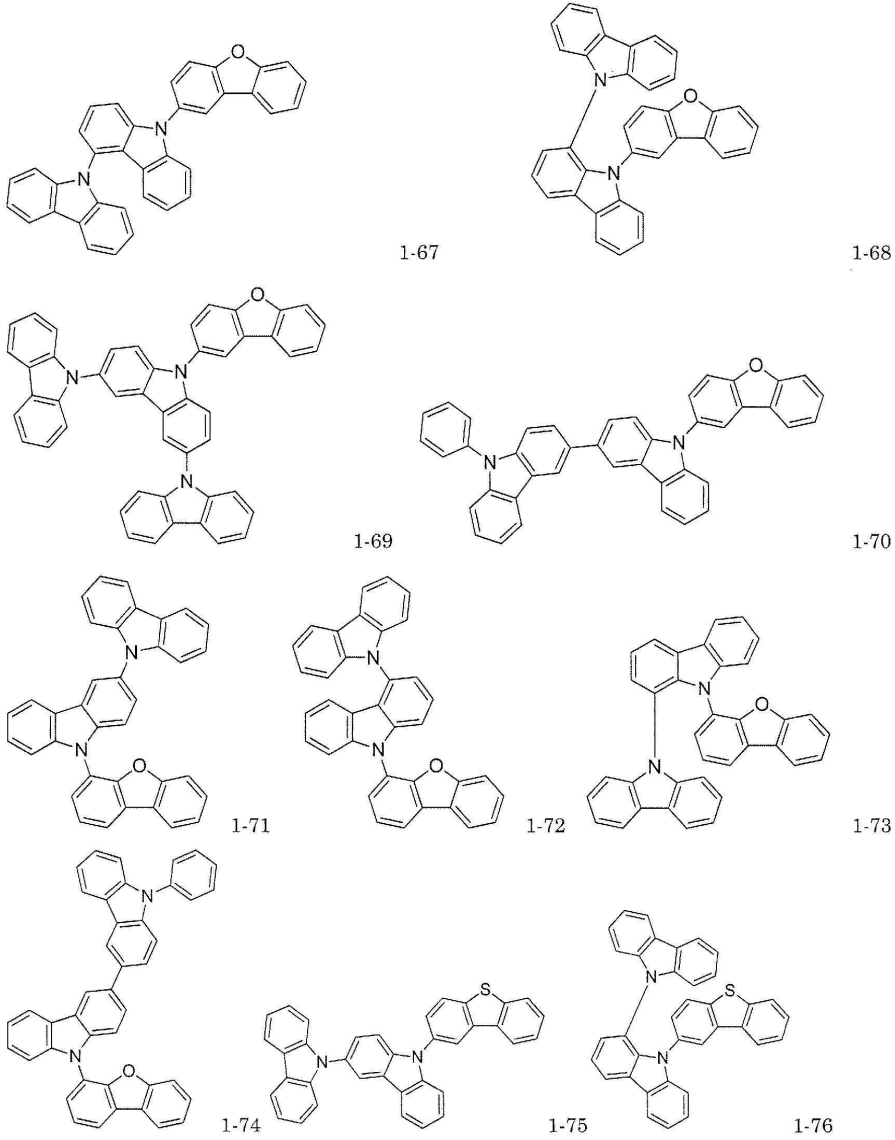
[화학식 14]



[0075]

[0076]

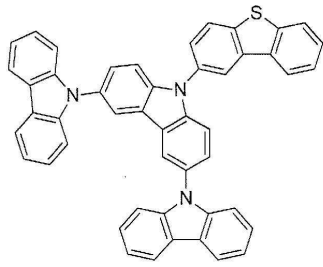
[화학식 15]



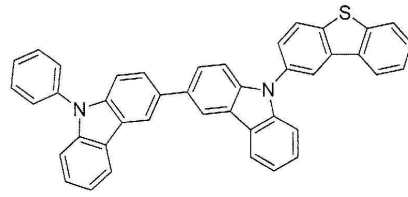
[0077]

[0078]

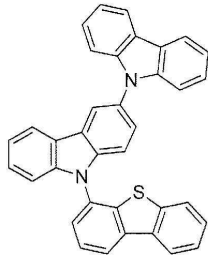
[화학식 16]



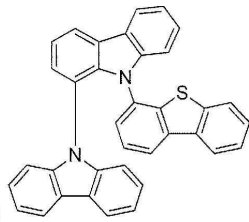
1-77



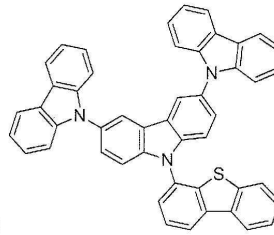
1-78



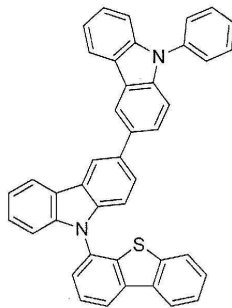
1-79



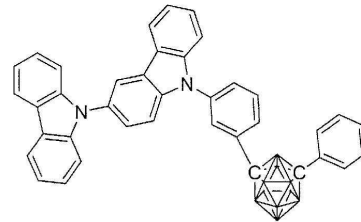
1-80



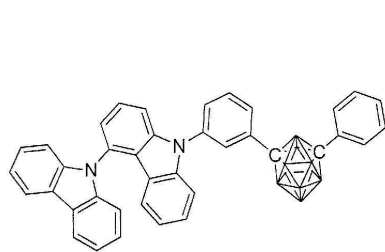
1-81



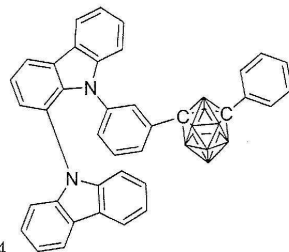
1-82



1-83



1-84

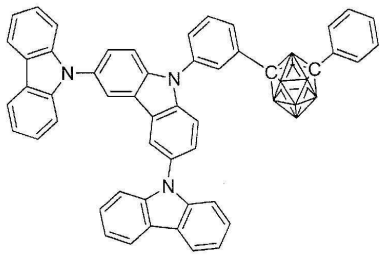


1-85

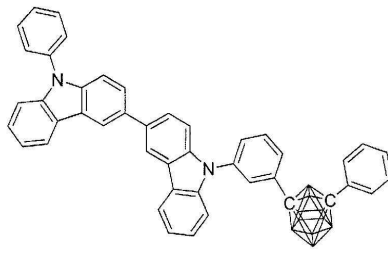
[0079]

[0080]

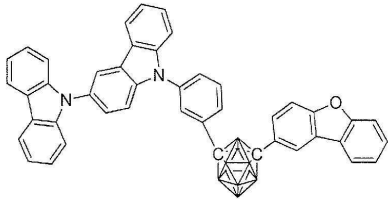
[화학식 17]



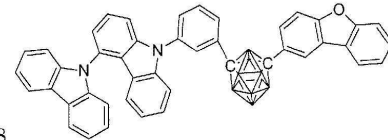
1-86



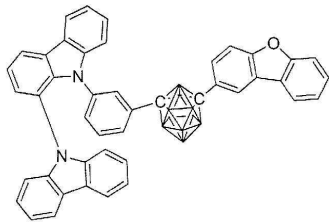
1-87



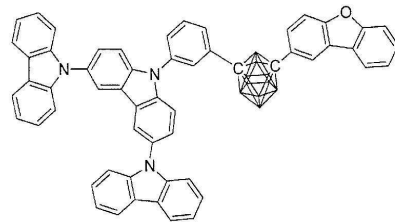
1-88



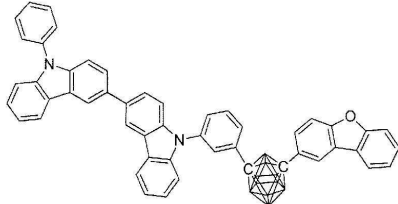
1-89



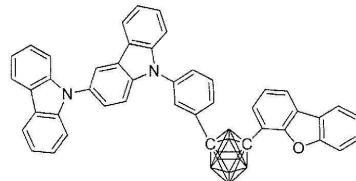
1-90



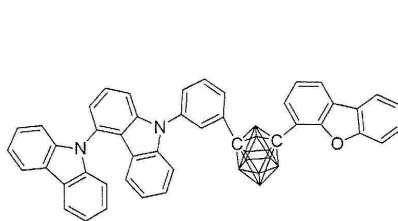
1-91



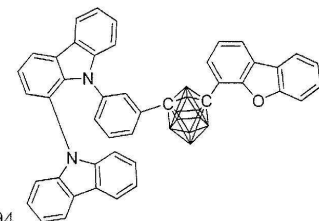
1-92



1-93



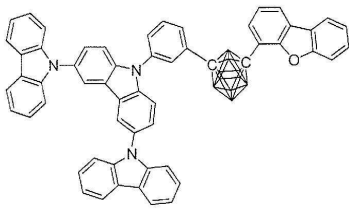
1-94



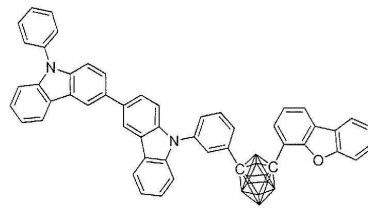
1-95

[0081]

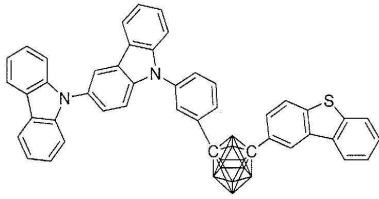
[0082] [화학식 18]



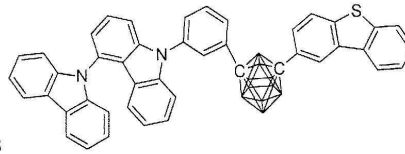
1-96



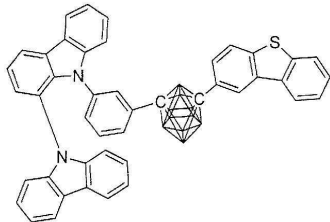
1-97



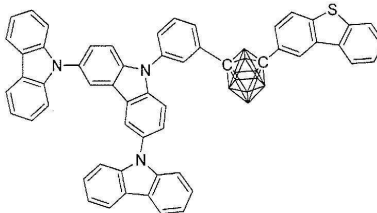
1-98



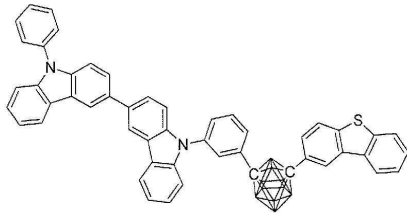
1-99



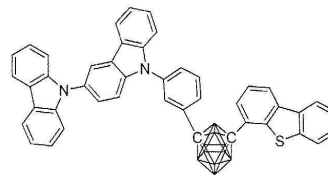
1-100



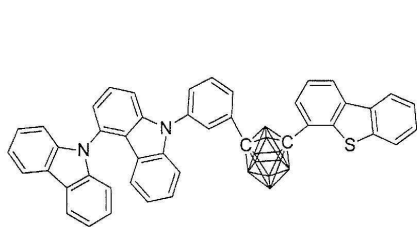
1-101



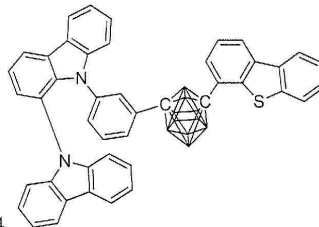
1-102



1-103



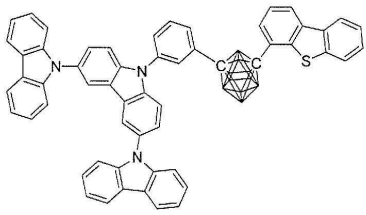
1-104



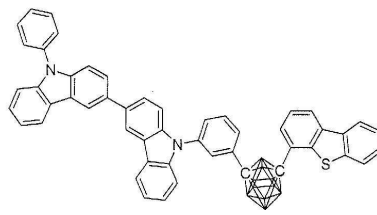
1-105

[0083]

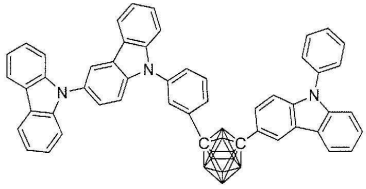
[0084] [화학식 19]



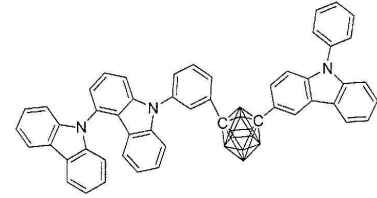
1-106



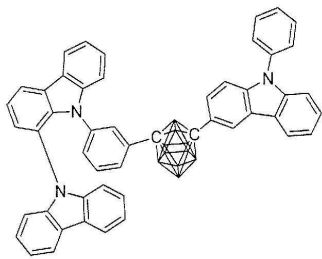
1-107



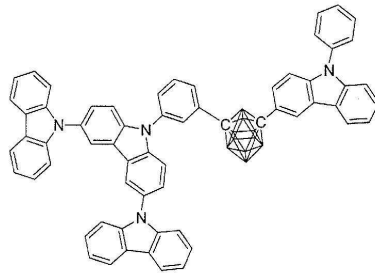
1-108



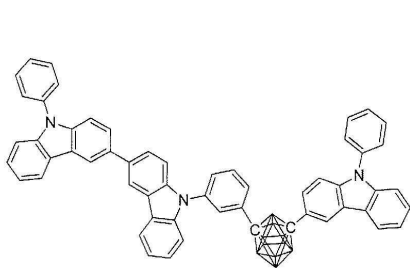
1-109



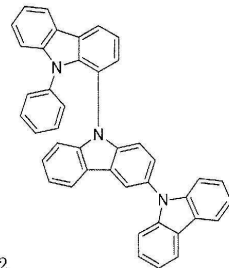
1-110



1-111



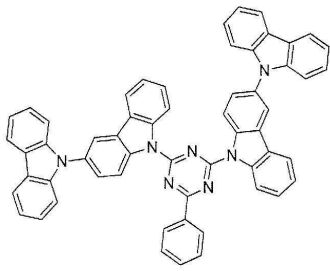
1-112



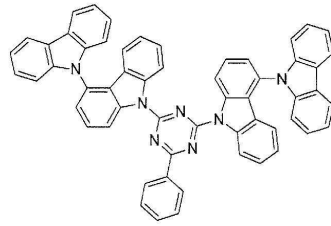
1-113

[0085]

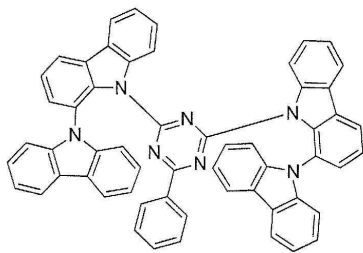
[0086] [화학식 20]



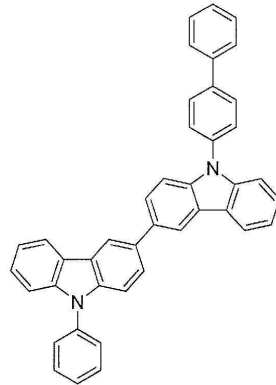
1-114



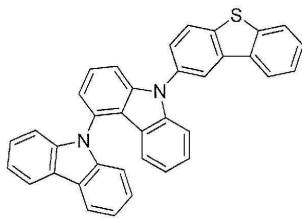
1-115



1-116



1-117



1-118

[0087]

[0088] 다음으로, 상기 일반식(2)에 대해 설명한다.

[0089] 일반식(2)에서, Z는 식(2a)로 나타내는 기이고, 식(2a) 중 환A는 식(2b)로 나타내는 방향족 탄화수소환이며, 환B는 식(2c)로 나타내는 복소환이고, 환A 및 환B는 각각 인접하는 환과 임의의 위치에서 축합한다. Z의 골격은 인돌로카르바졸환이므로, 일반식(2)로 나타내는 화합물은 인돌로카르바졸 화합물이라고 할 수 있다.

[0090] a는 1~3의 정수를 나타내고, 바람직하게는 1~2의 정수이며, 보다 바람직하게는 1의 정수이다. b는 0~3의 정수를 나타내고, 바람직하게는 0~2의 정수이다. a+b는 1~6, 바람직하게는 1~4의 범위이다.

[0091] c와 d는 독립적으로 0~4의 정수를 나타내고, j는 0~2의 정수를 나타낸다.

[0092] L²는 a+b개의 기이다.

[0093] L²는 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기 또는 탄소수 3~18의 방향족 복소환기이다. 바람직하게는 탄소수 3~18의 방향족 탄화수소기이고, 보다 바람직하게는 탄소수 6의 방향족 탄화수소기이다. 여기서, 탄소수 6의 방향족 탄화수소기는 벤젠에서 H를 제외하여 생기는 기이고, 2가 이상의 기인 경우를 포함한다. 또한, a+b가 2인 경우는 L²는 단결합일 수 있다.

[0094] L²의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 아줄렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 아세나프텐, 코로넨, 인텐, 플루오렌, 플루오란텐, 테트라센, 펜타센, 푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 옥사졸, 피롤, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴녹살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸 등에서 a+b개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 트리페닐렌플루오렌 등에서 a+b개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 페닐렌기이다.

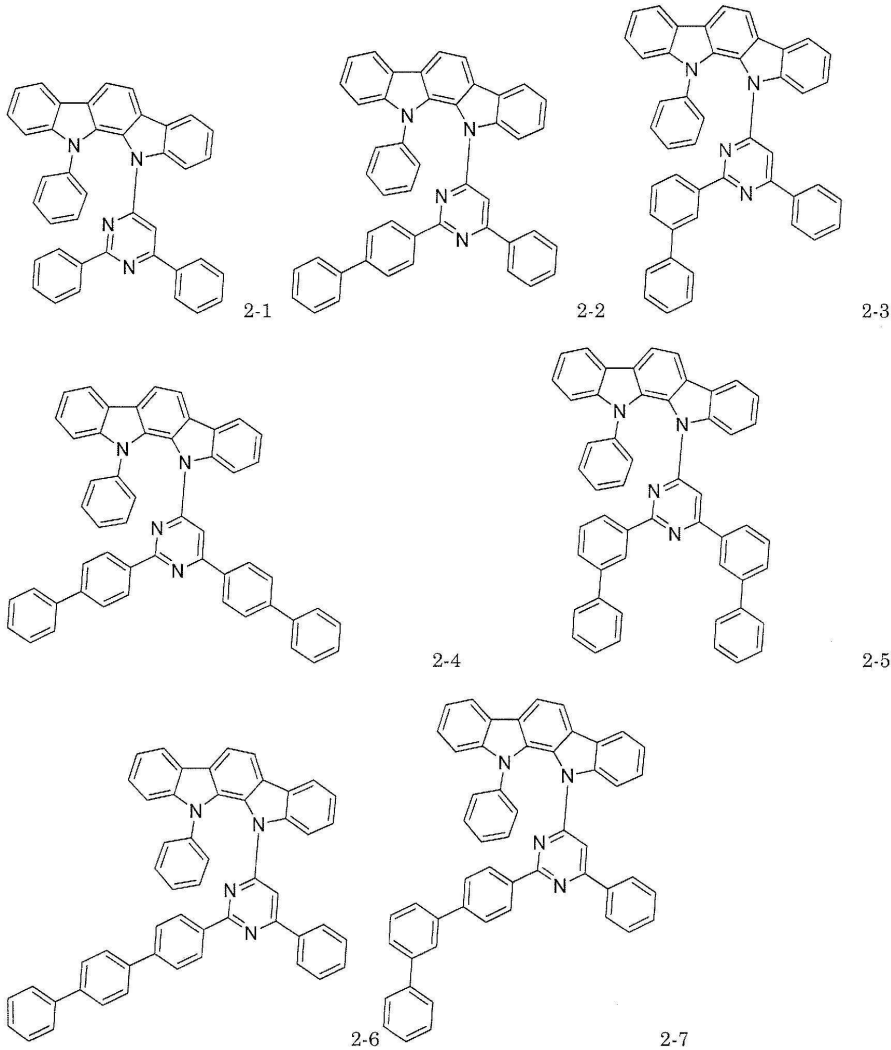
- [0095] Ar¹과 Ar²는, 각각 독립적으로 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. 바람직하게는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~15의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~4개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. 보다 바람직하게는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~12의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~12의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~4개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. Ar¹, Ar²가 연결 방향족기인 경우, 연결하는 방향족환은 동일하여도 되고 달라도 되며, 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 된다. 연결 방향족기의 설명은 연결하는 방향족환 등의 환에서 카르보란환이 제외되는 것 외에는 상기 연결환기의 설명이 참조된다.
- [0096] Ar¹, Ar²의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 아줄렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 아세나프텐, 코로넨, 인덴, 플루오렌, 플루오란텐, 테트라센, 펜타센, 푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 옥사졸, 피롤, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸, 또는 이들이 2~4개 연결되어 구성되는 연결 방향족 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 플루오렌, 푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸, 또는 이들이 2~4개 연결되어 구성되는 연결 방향족 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 카르바졸, 또는 이들이 2~4개 연결되어 구성되는 연결 방향족 화합물에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다.
- [0097] Ar¹, Ar²가 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기인 경우는 치환기를 가질 수 있다. Ar¹, Ar²가 치환기를 가지는 경우, 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 탄소수 1~8의 알록시기가 있다. 연결 방향족기인 경우도 마찬가지로 치환기를 가질 수 있다.
- [0098] 상기 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 및 탄소수 1~8의 알록시기의 구체예는 상기 L¹의 치환기의 구체예와 같은 의미이다.
- [0099] R²는, 탄소수 1~10의 지방족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~18의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2~3개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다. 바람직하게는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~12의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~15의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기에서 선택되는 방향족기의 방향족환이 2개 연결되어 구성되는 연결 방향족기이다.
- [0100] 상기 탄소수 1~10의 지방족 탄화수소기의 구체예로는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 노난기, 데칸기 등을 들 수 있다.
- [0101] 상기 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 또는 탄소수 3~18의 방향족 복소환기의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 아줄렌, 안트라센, 페난트렌, 플루오렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸 등에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 벤조이미다졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 인돌, 인다졸, 벤조이미다졸, 벤조티아졸, 벤조옥사졸, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 신놀린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 카르바졸, 카르볼린, 디아자카르바졸 등에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다. 보다 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 카르바졸 등에서 1개의 수소를 제거하여 생기는 기를 들 수 있다.

[0102] R^2 가 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 연결 방향족기인 경우는 치환기를 가질 수 있다. R^2 가 치환기를 가지는 경우, 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 탄소수 1~8의 알콕시기이다.

[0103] 상기 탄소수 1~8의 지방족 탄화수소기, 및 탄소수 1~8의 알콕시기의 구체예는 L^1 의 치환기의 구체예와 동일하다.

[0104] 이하, 일반식(2)로 나타내는 화합물의 구체예를 나타낸다. 그러나 이들 예시 화합물에 한정되지 않는다.

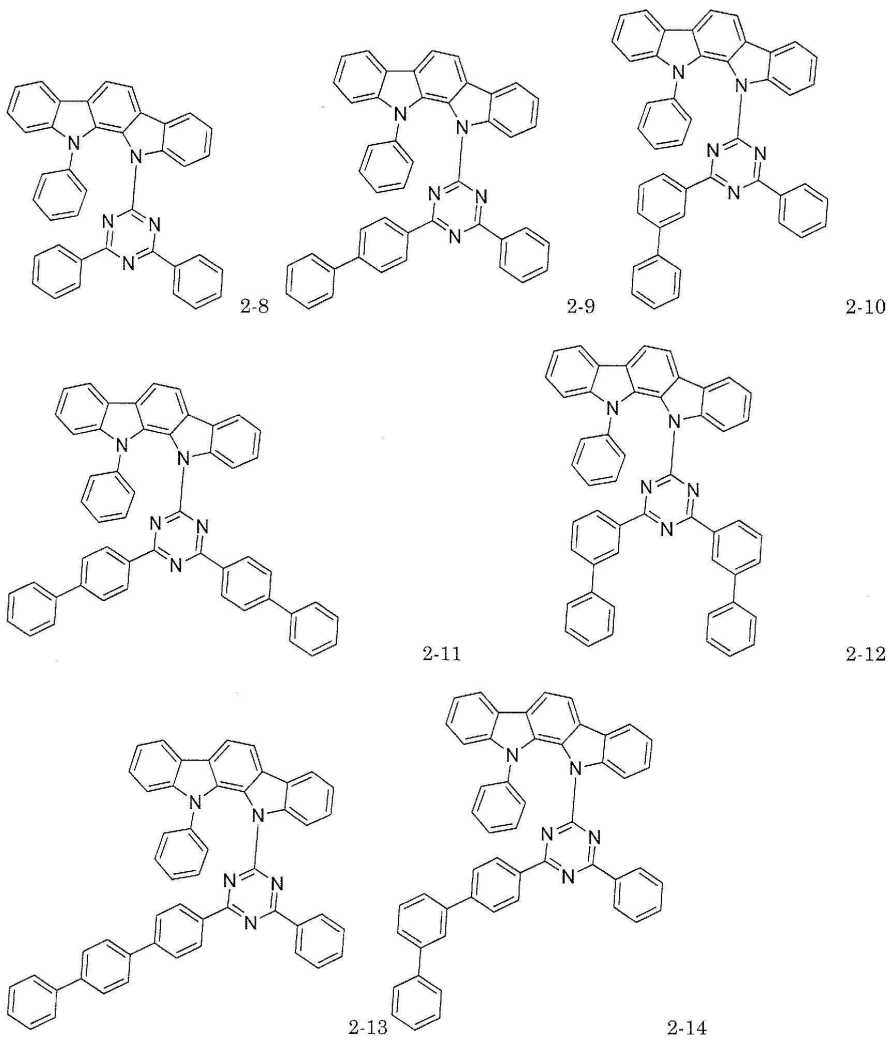
[0105] [화학식 21]



[0106]

[0107]

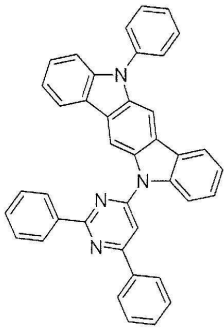
[화학식 22]



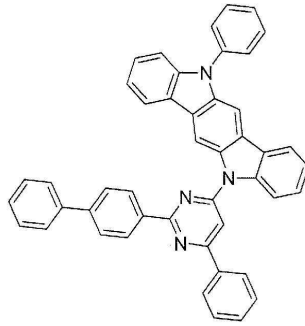
[0108]

[0109]

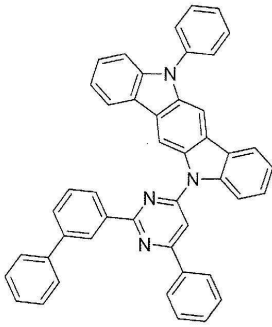
[화학식 23]



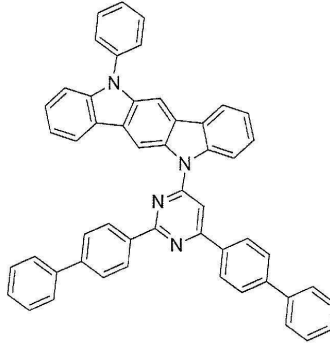
2-15



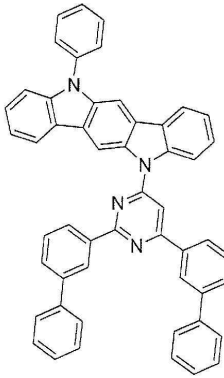
2-16



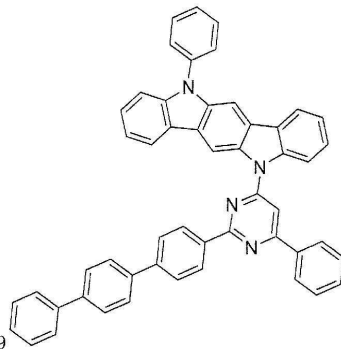
2-17



2-18



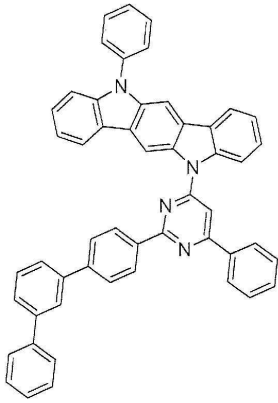
2-19



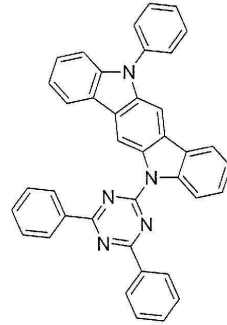
2-20

[0110]

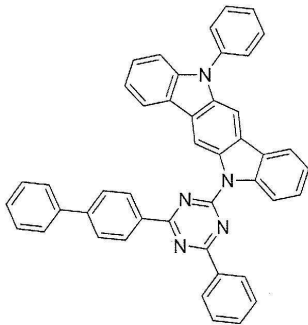
[0111] [화학식 24]



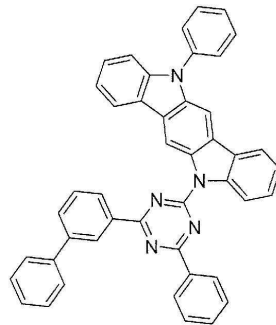
2-21



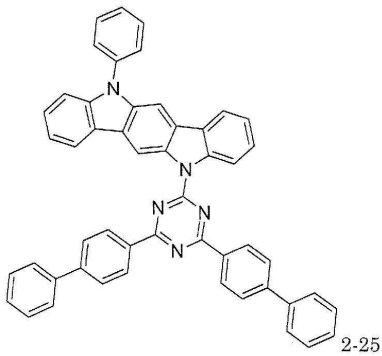
2-22



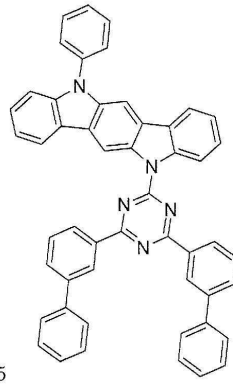
2-23



2-24



2-25

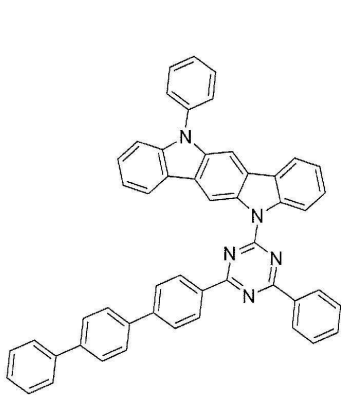


2-26

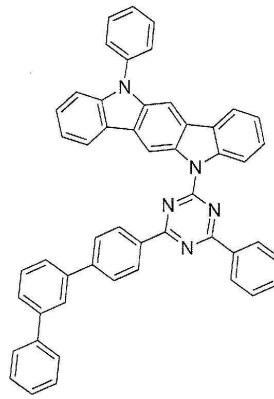
[0112]

[0113]

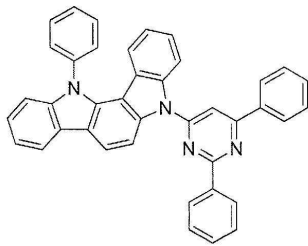
[화학식 25]



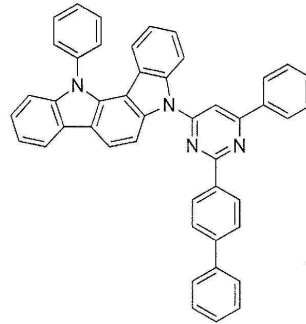
2-27



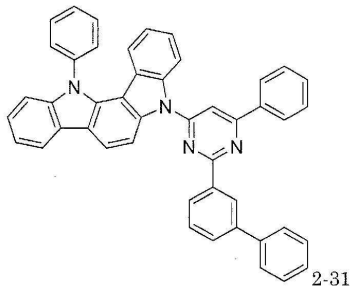
2-28



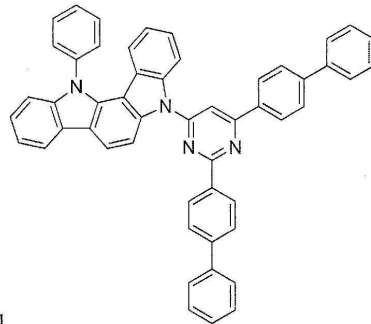
2-29



2-30



2-31

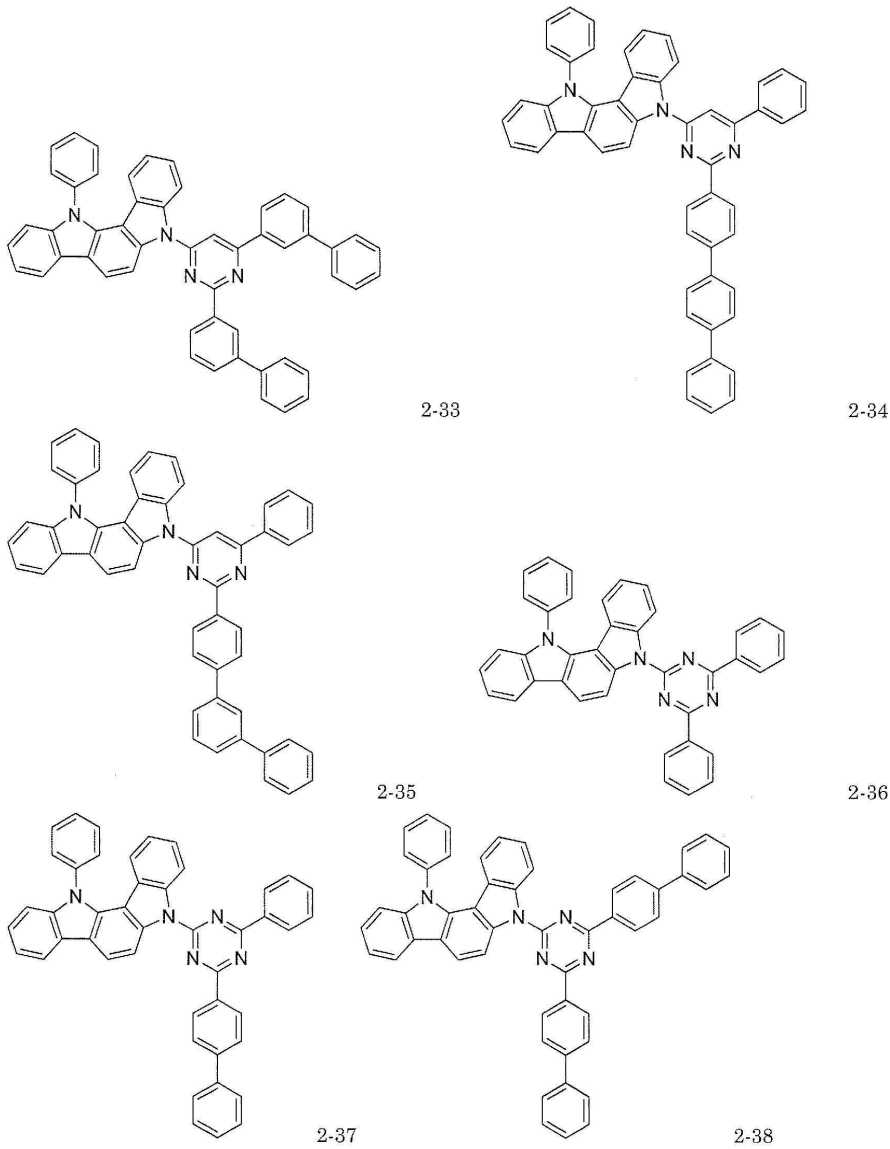


2-32

[0114]

[0115]

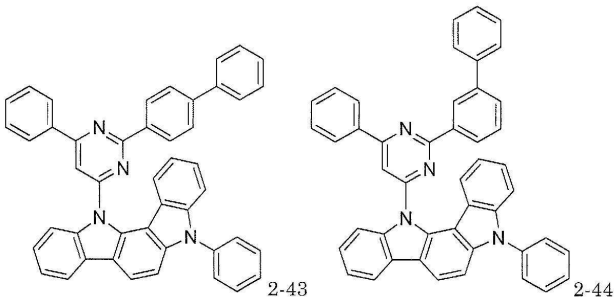
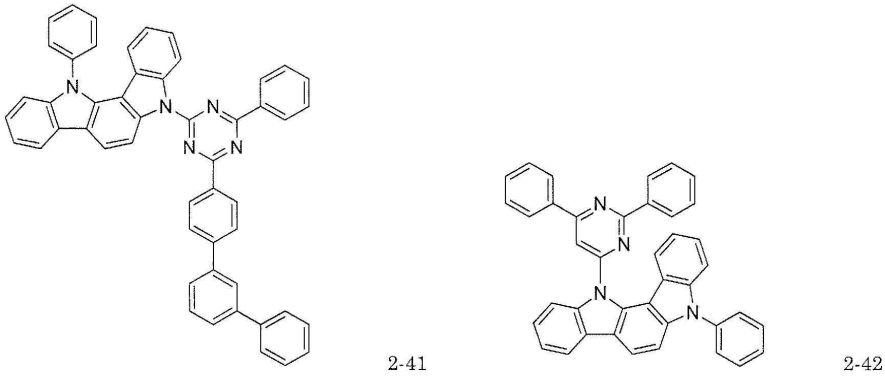
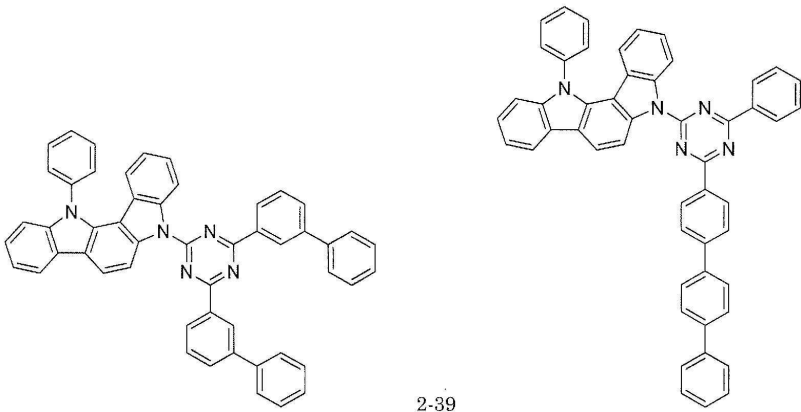
[화학식 26]



[0116]

[0117]

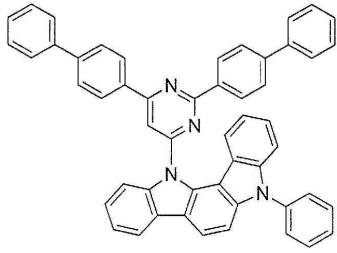
[화학식 27]



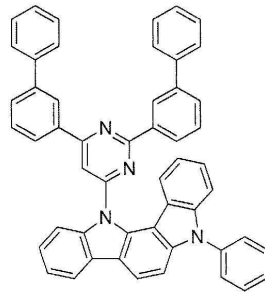
[0118]

[0119]

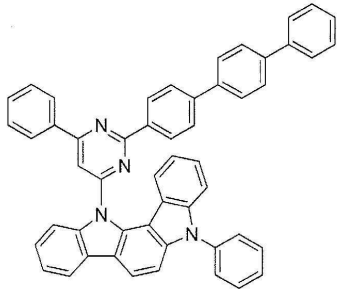
[화학식 28]



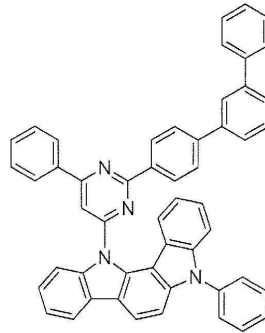
2-45



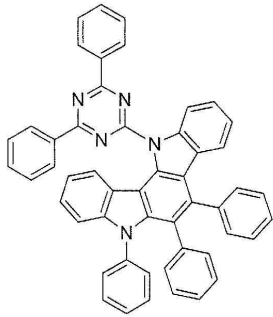
2-46



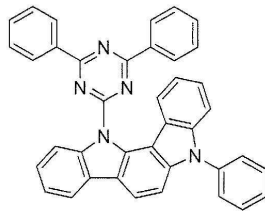
2-47



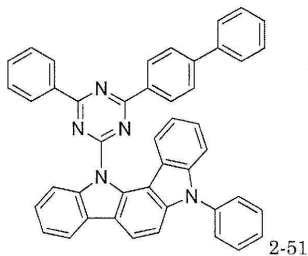
2-48



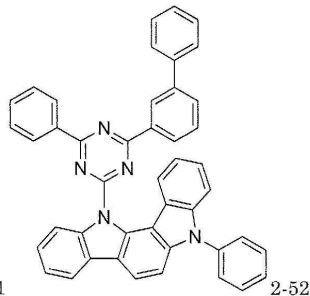
2-49



2-50



2-51

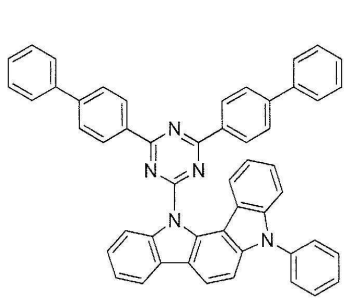


2-52

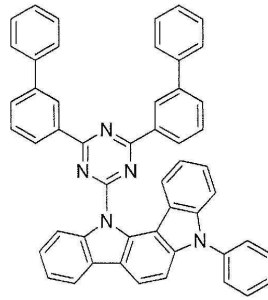
[0120]

[0121]

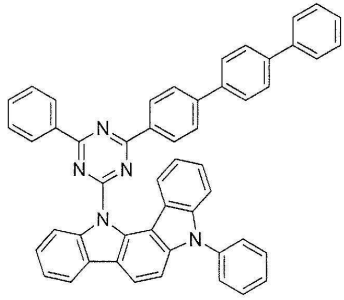
[화학식 29]



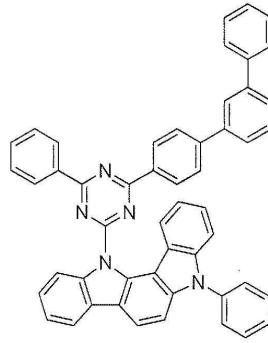
2-53



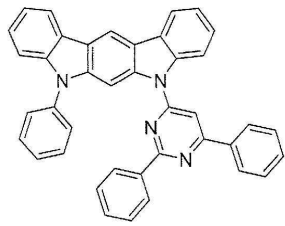
2-54



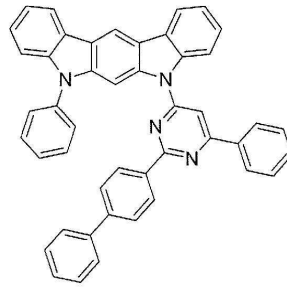
2-55



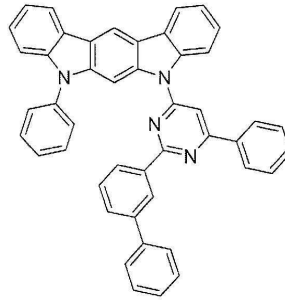
2-56



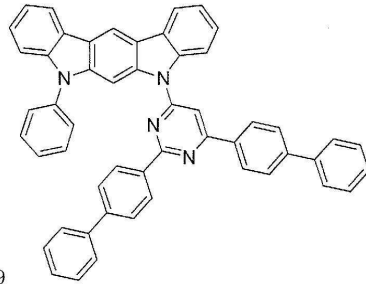
2-57



2-58



2-59

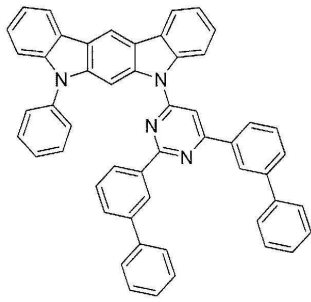


2-60

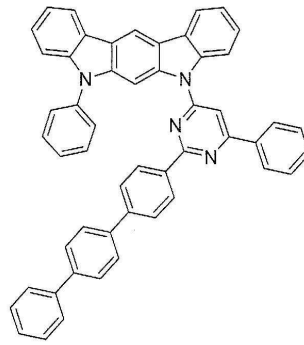
[0122]

[0123]

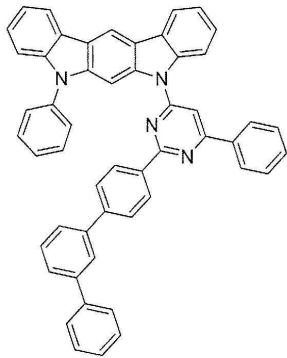
[화학식 30]



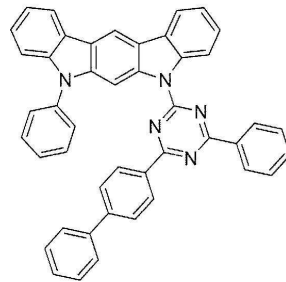
2-61



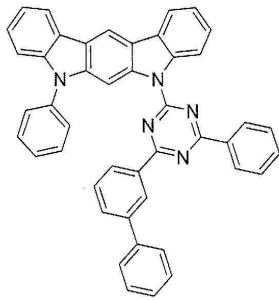
2-62



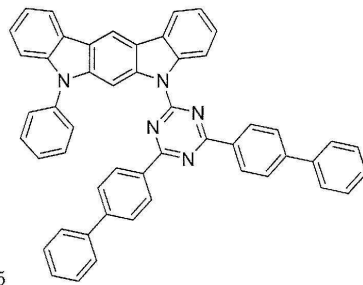
2-63



2-64



2-65

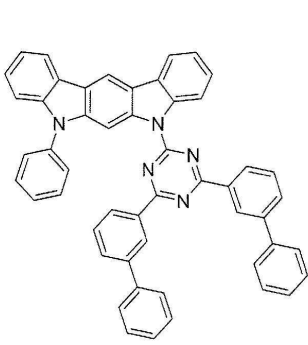


2-66

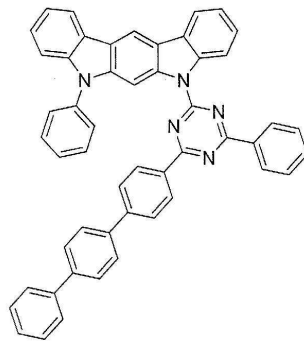
[0124]

[0125]

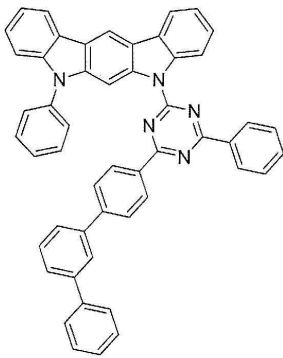
[화학식 31]



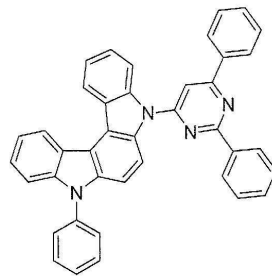
2-67



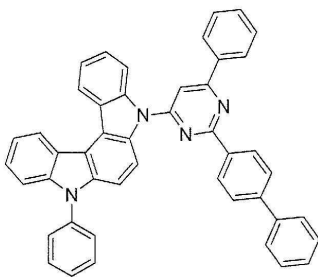
2-68



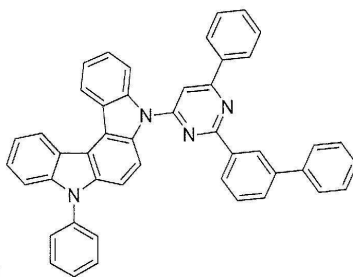
2-69



2-70



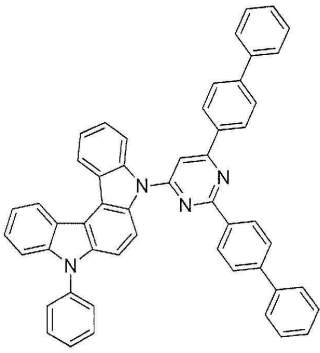
2-71



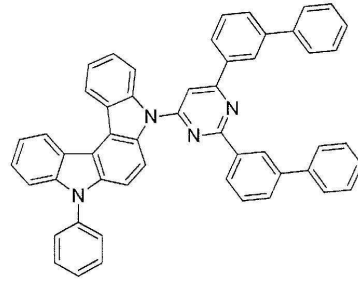
2-72

[0126]

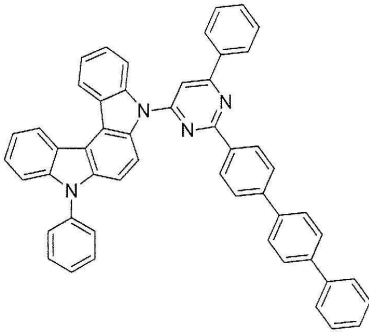
[0127] [화학식 32]



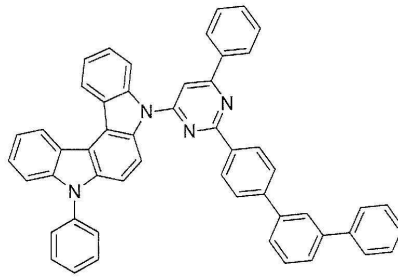
2-73



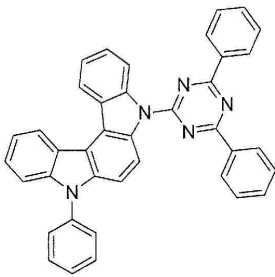
2-74



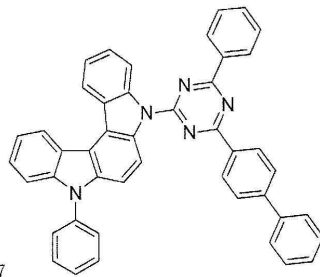
2-75



2-76



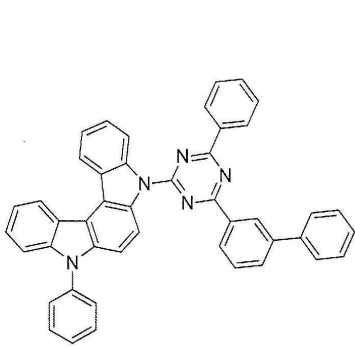
2-77



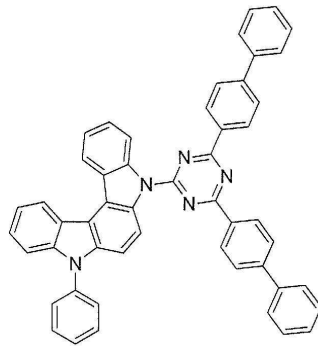
2-78

[0128]

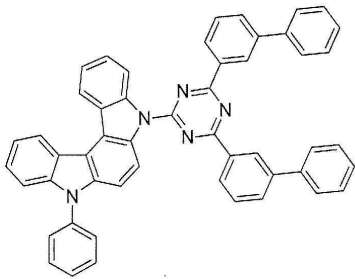
[0129] [화학식 33]



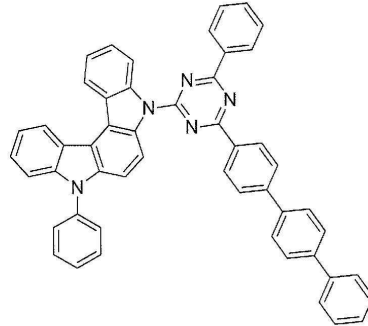
2-79



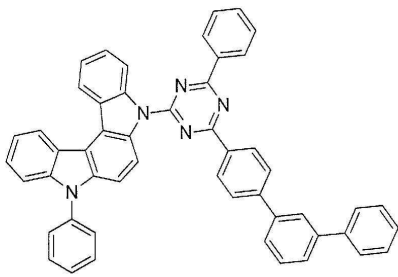
2-80



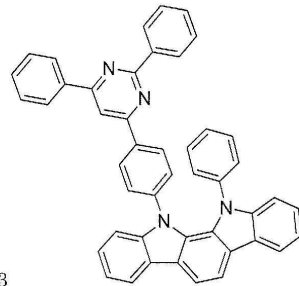
2-81



2-82



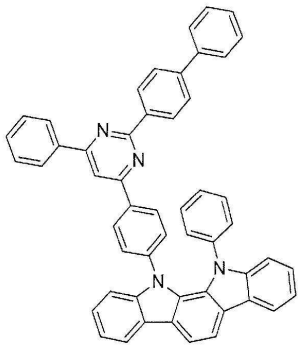
2-83



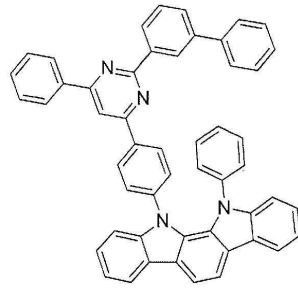
2-84

[0130]

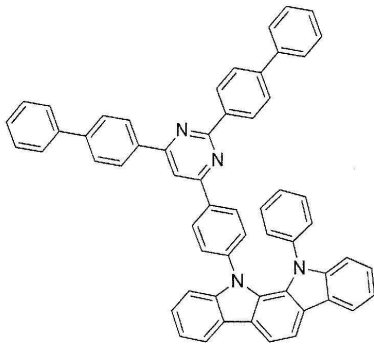
[0131] [화학식 34]



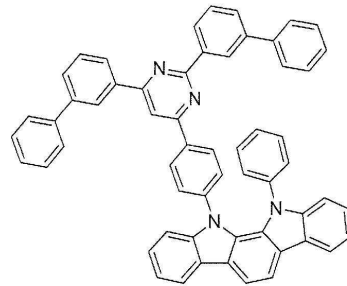
2-85



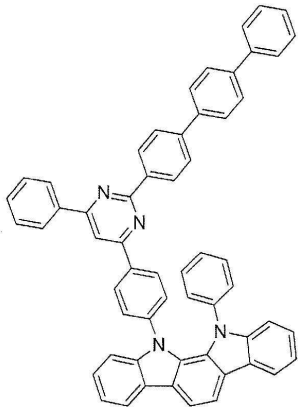
2-86



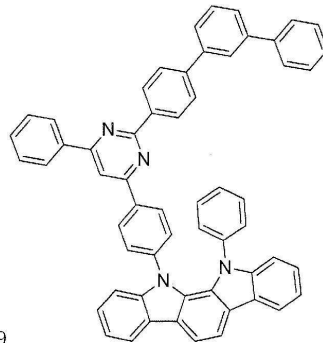
2-87



2-88



2-89

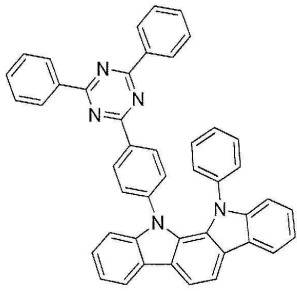


2-90

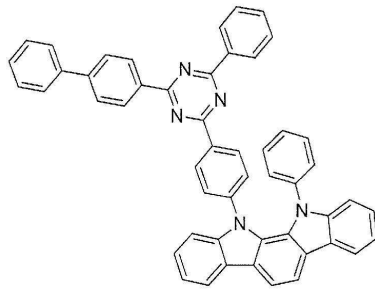
[0132]

[0133]

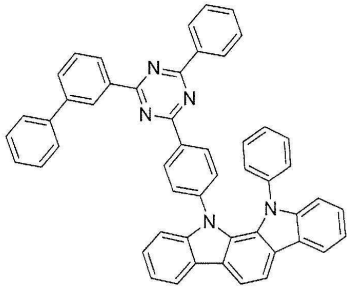
[화학식 35]



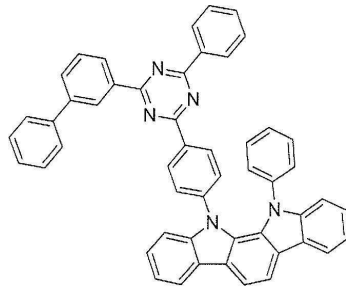
2-91



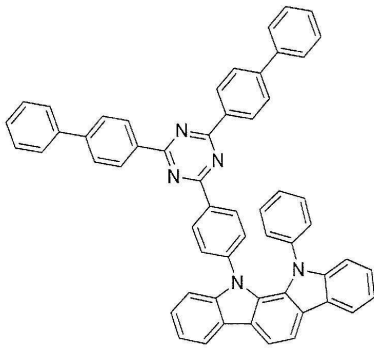
2-92



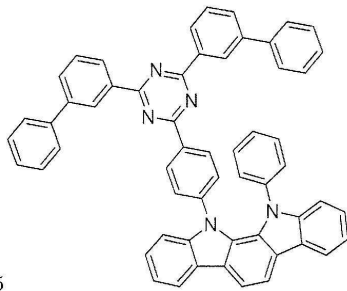
2-93



2-94



2-95

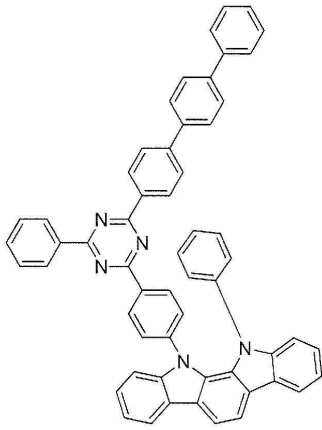


2-96

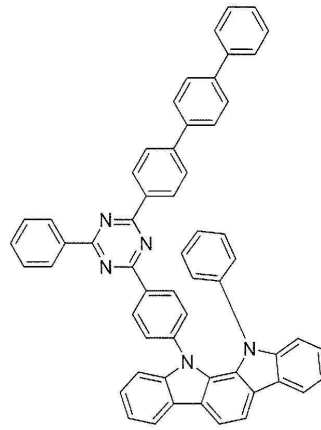
[0134]

[0135]

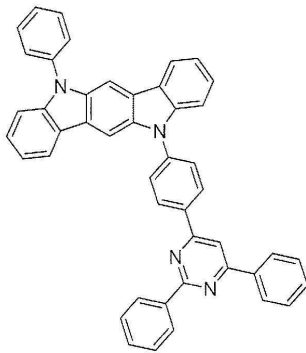
[화학식 36]



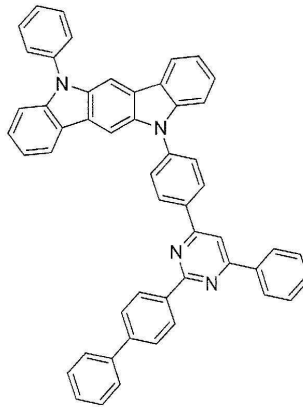
2-97



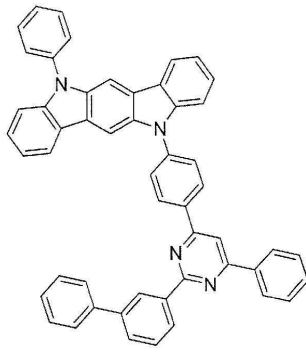
2-98



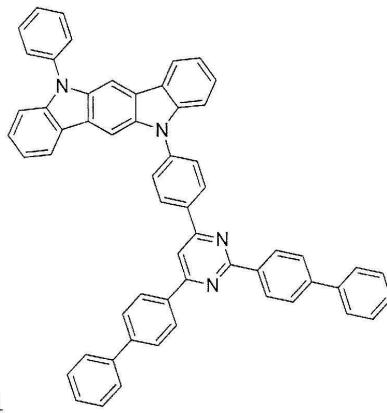
2-99



2-100



2-101

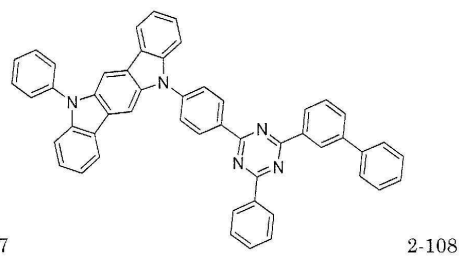
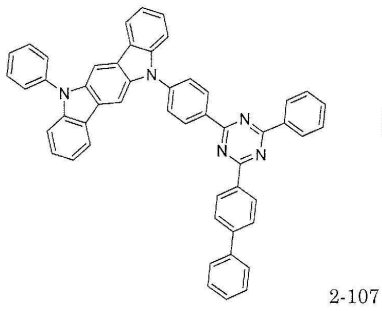
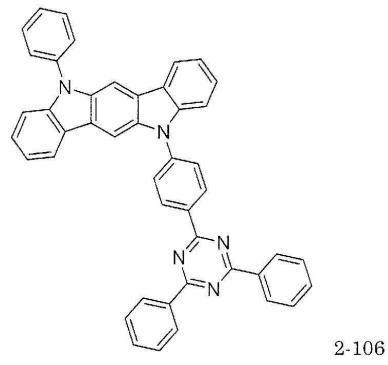
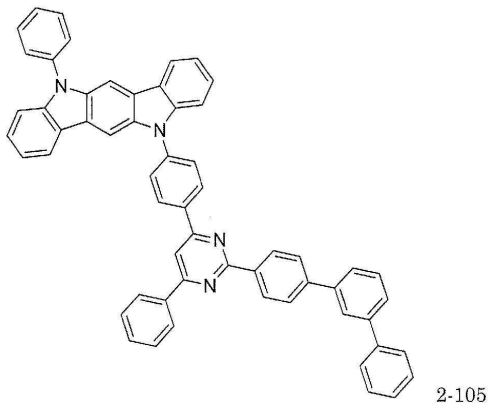
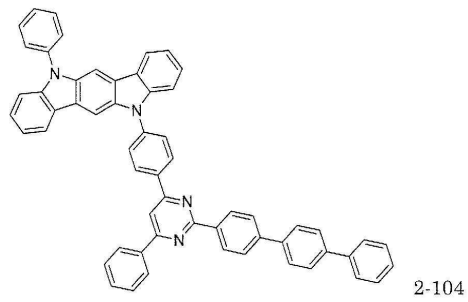
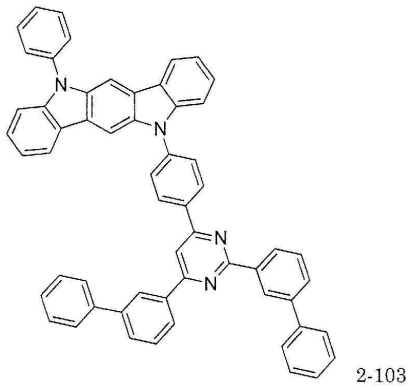


2-102

[0136]

[0137]

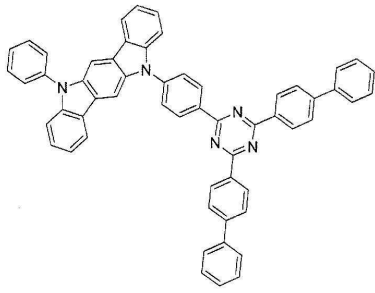
[화학식 37]



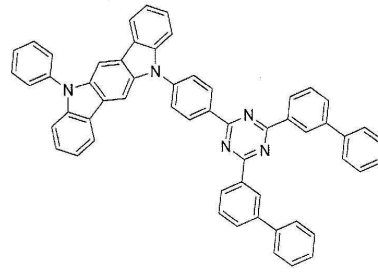
[0138]

[0139]

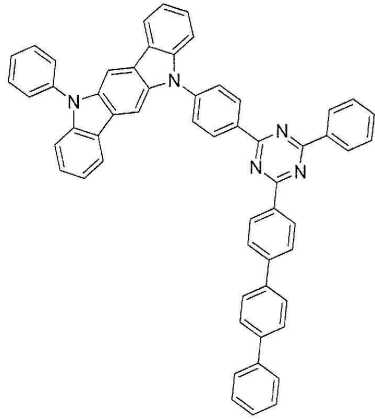
[화학식 38]



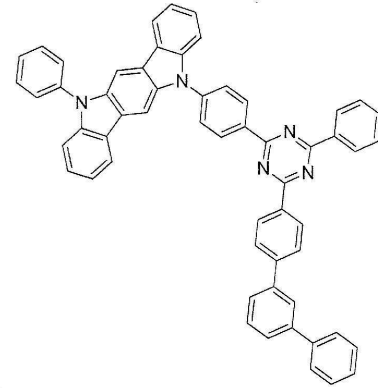
2-109



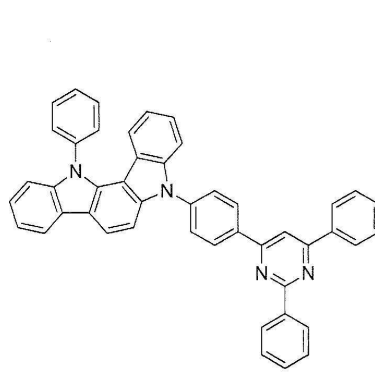
2-110



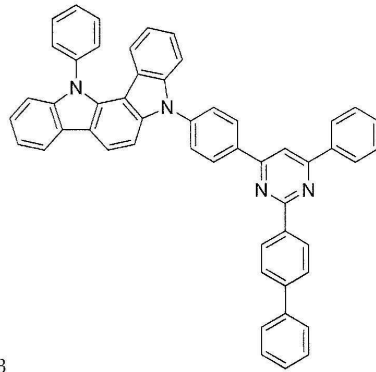
2-111



2-112



2-113

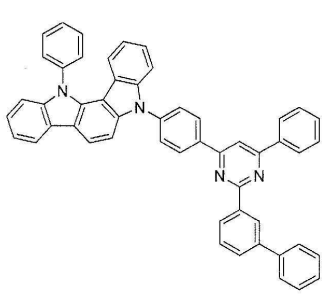


2-114

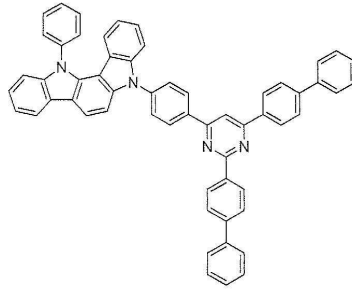
[0140]

[0141]

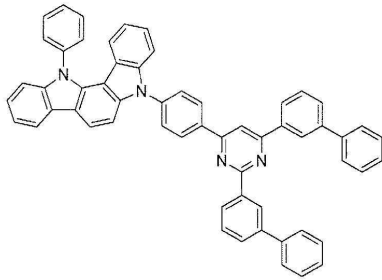
[화학식 39]



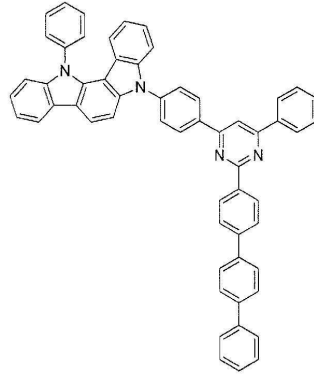
2-115



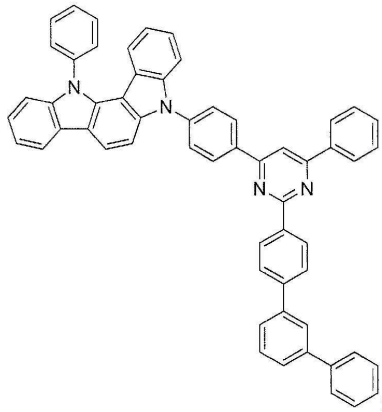
2-116



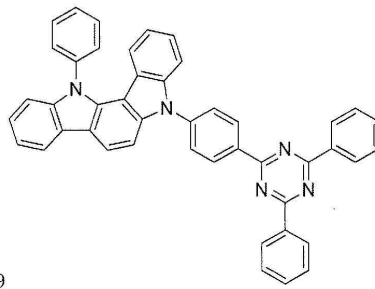
2-117



2-118



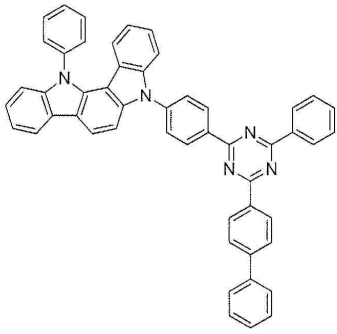
2-119



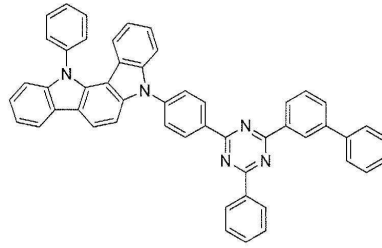
2-120

[0142]

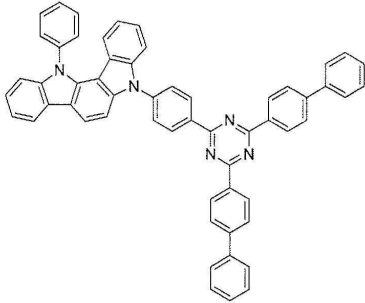
[0143] [화학식 40]



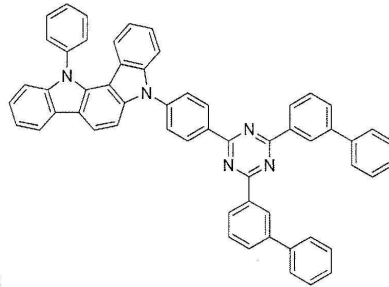
2-121



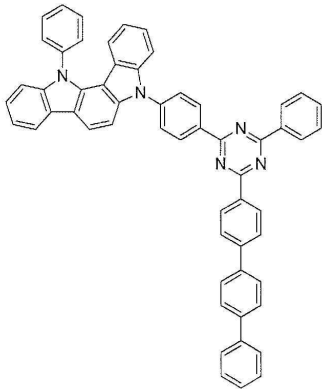
2-122



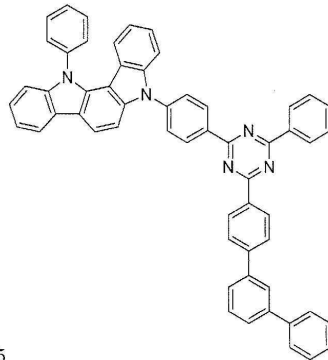
2-123



2-124



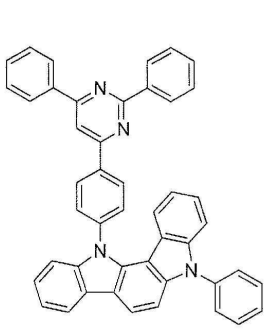
2-125



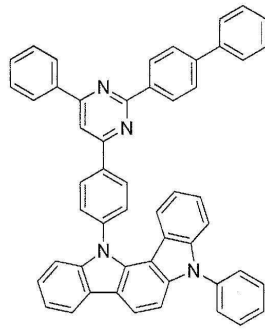
2-126

[0144]

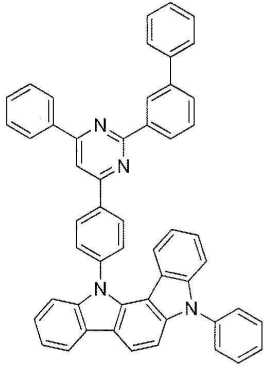
[0145] [화학식 41]



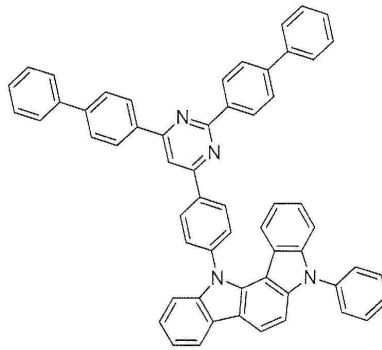
2-127



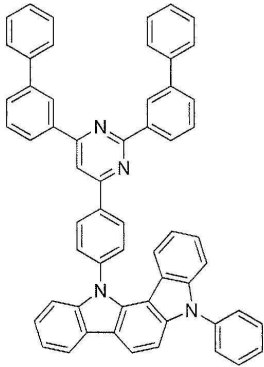
2-128



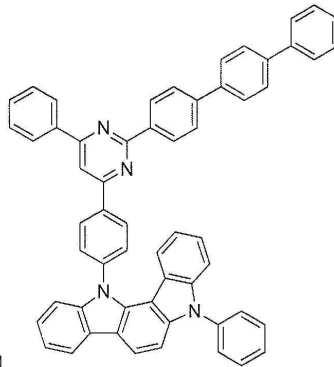
2-129



2-130



2-131

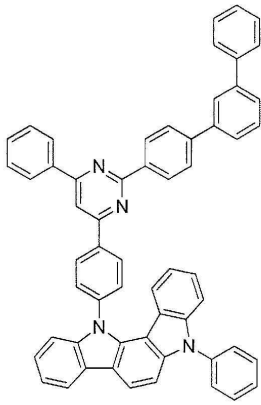


2-132

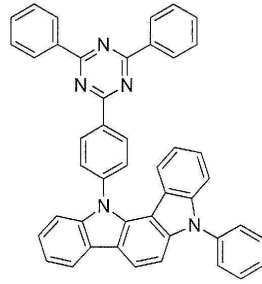
[0146]

[0147]

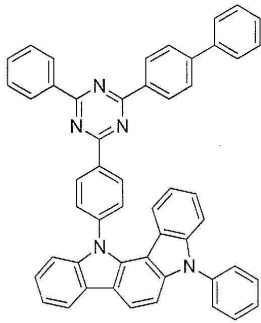
[화학식 42]



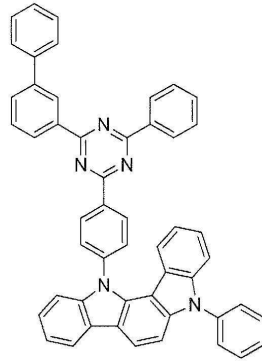
2-133



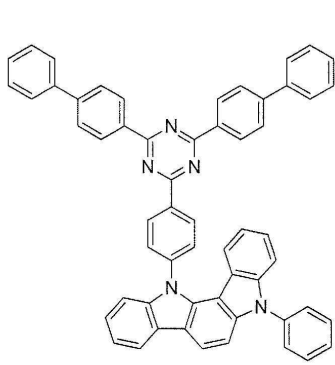
2-134



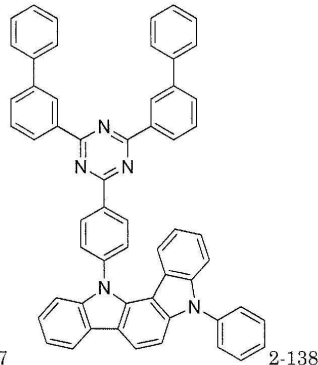
2-135



2-136



2-137

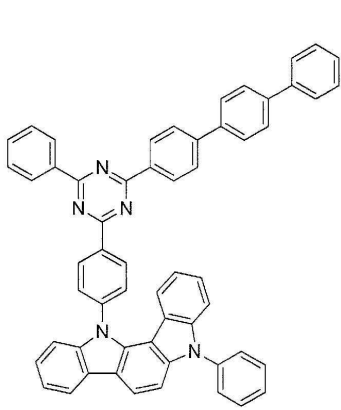


2-138

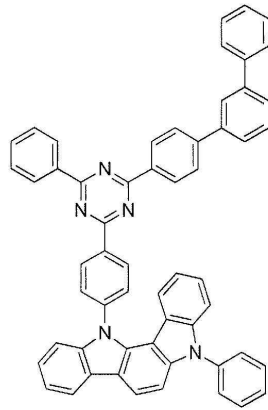
[0148]

[0149]

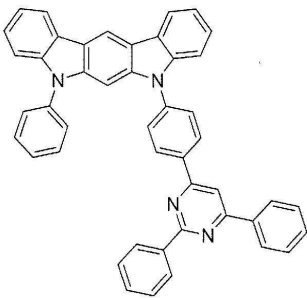
[화학식 43]



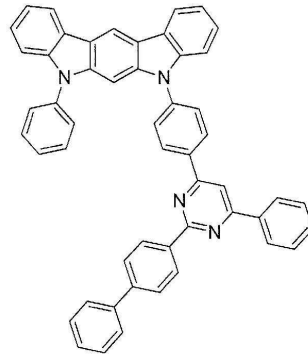
2-139



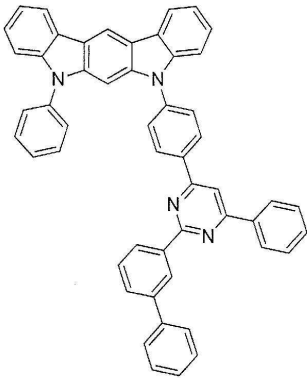
2-140



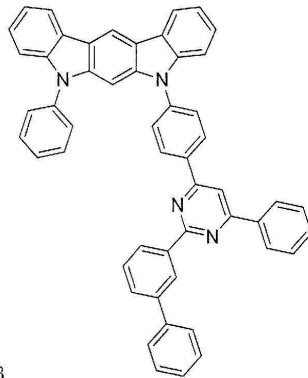
2-141



2-142



2-143

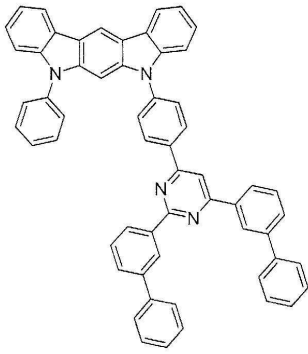


2-144

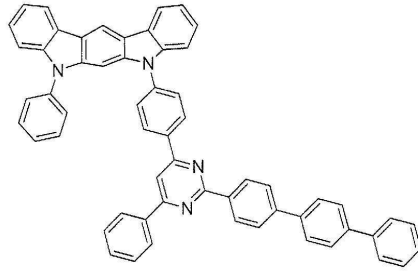
[0150]

[0151]

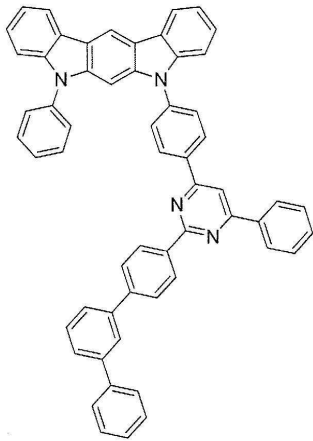
[화학식 44]



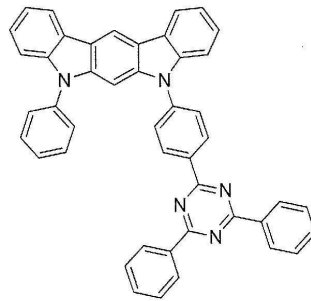
2-145



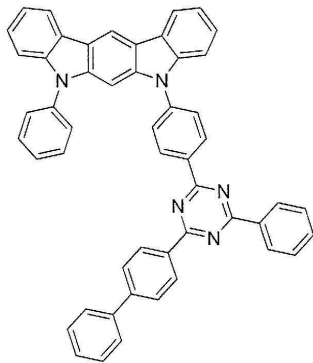
2-146



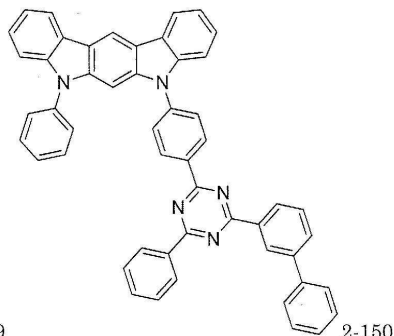
2-147



2-148



2-149

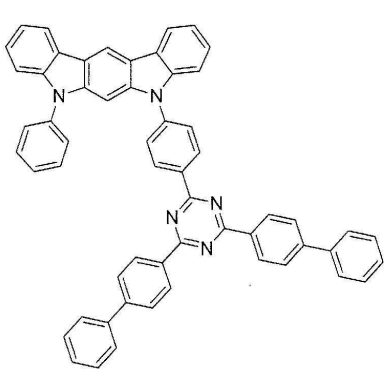


2-150

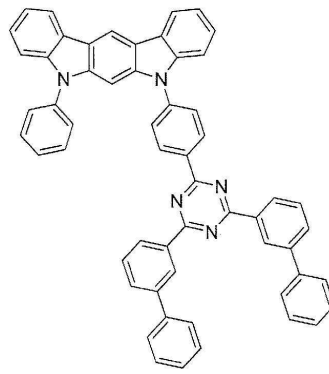
[0152]

[0153]

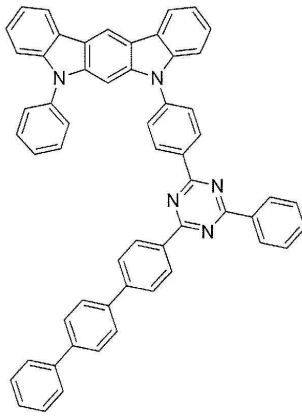
[화학식 45]



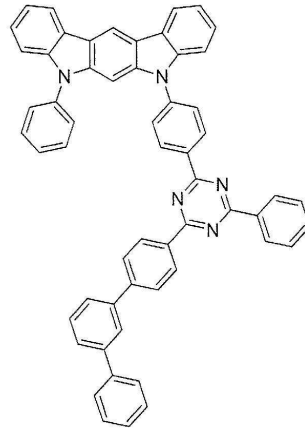
2-151



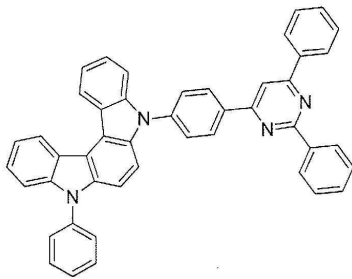
2-152



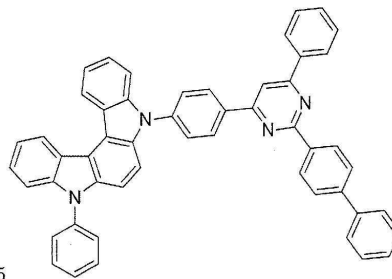
2-153



2-154



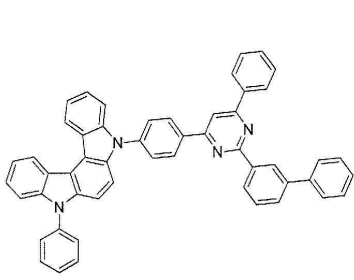
2-155



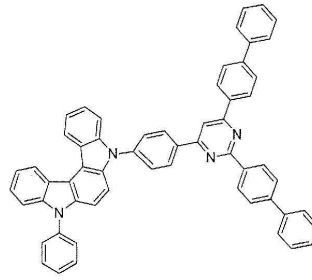
2-156

[0154]

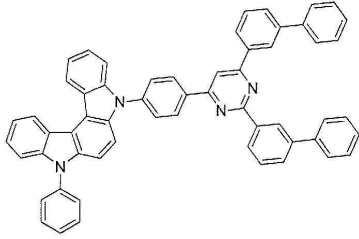
[0155] [화학식 46]



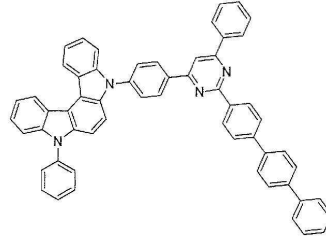
2-157



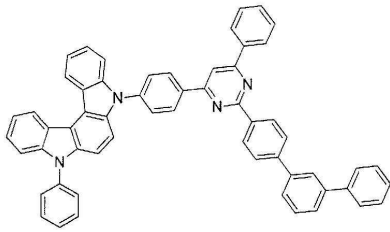
2-158



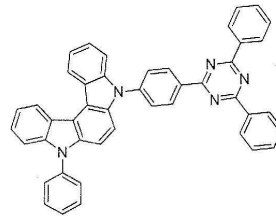
2-159



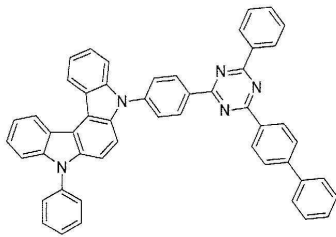
2-160



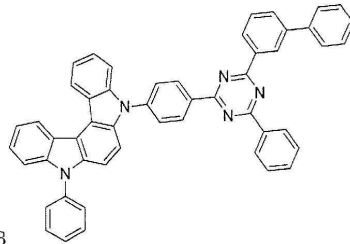
2-161



2-162



2-163

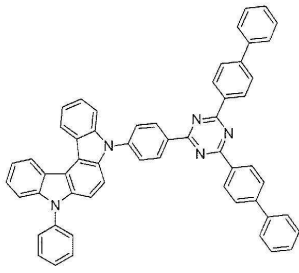


2-164

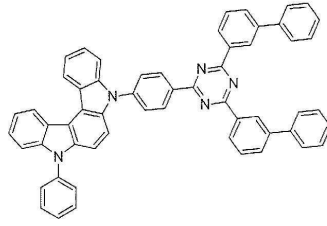
[0156]

[0157]

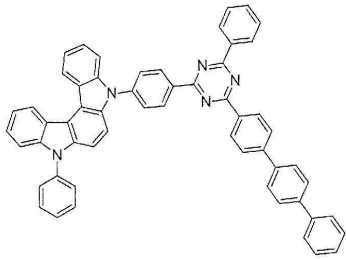
[화학식 47]



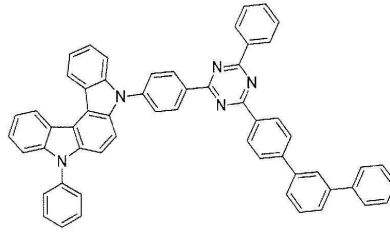
2-165



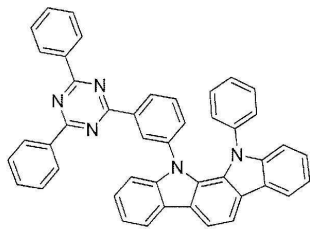
2-166



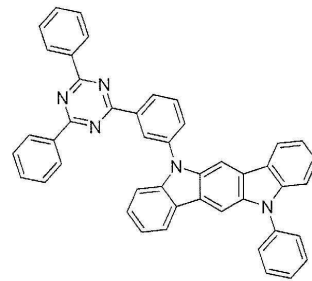
2-167



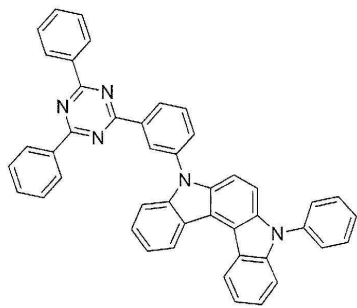
2-168



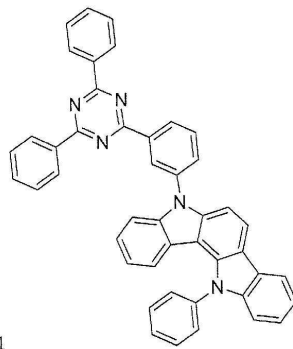
2-169



2-170



2-171

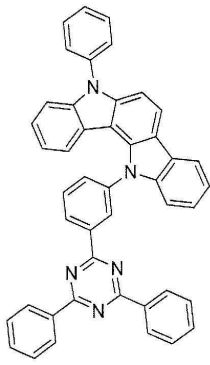


2-172

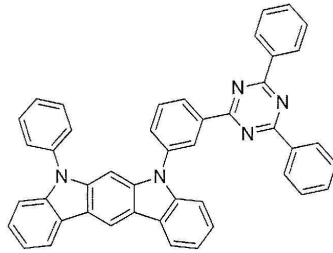
[0158]

[0159]

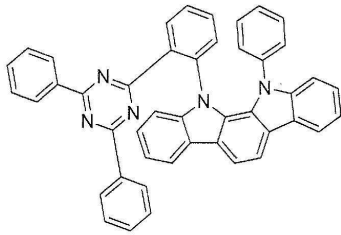
[화학식 48]



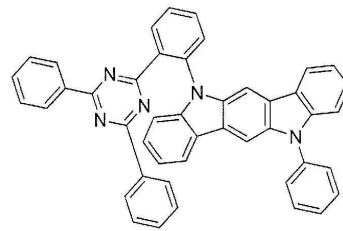
2-173



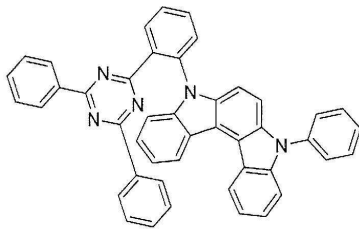
2-174



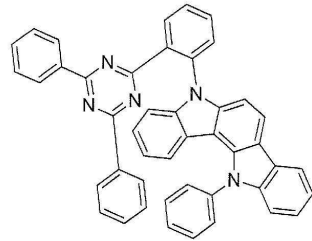
2-175



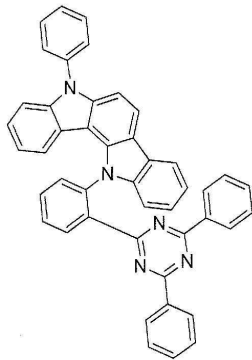
2-176



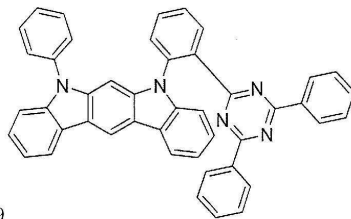
2-177



2-178



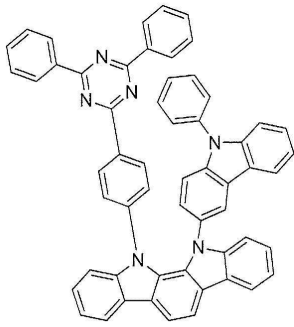
2-179



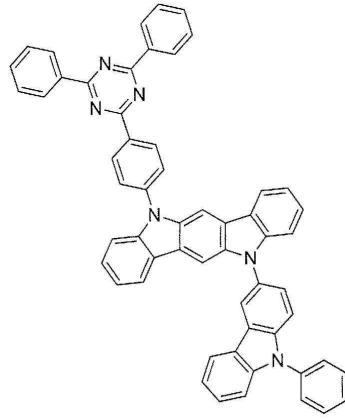
2-180

[0160]

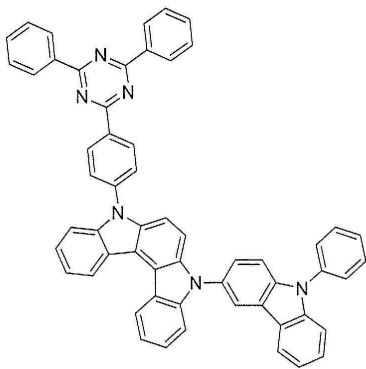
[0161] [화학식 49]



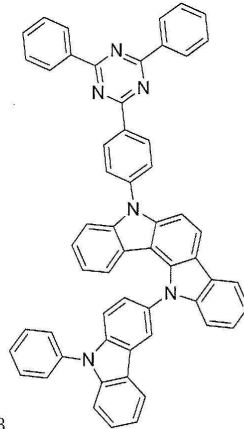
2-181



2-182



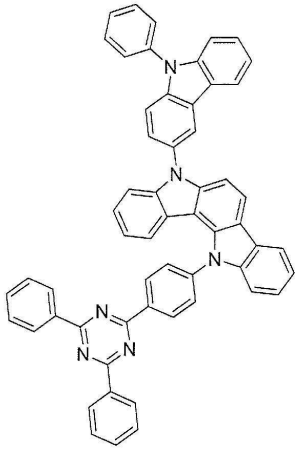
2-183



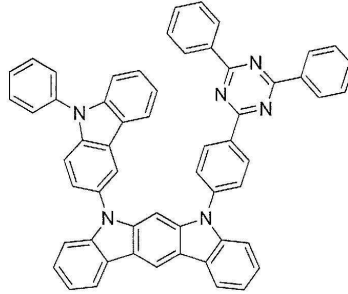
2-184

[0162]

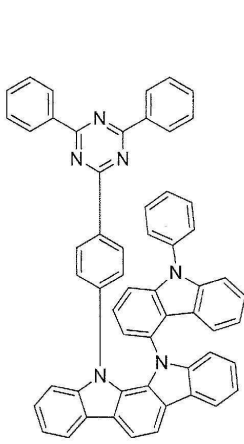
[0163] [화학식 50]



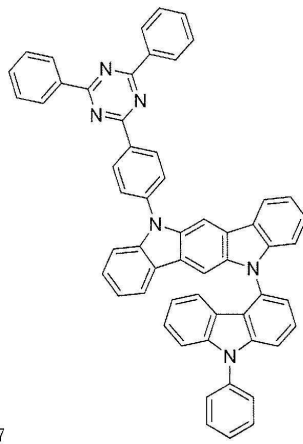
2-185



2-186



2-187

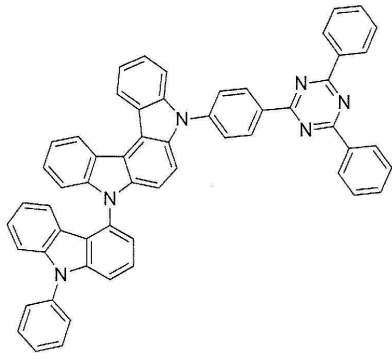


2-188

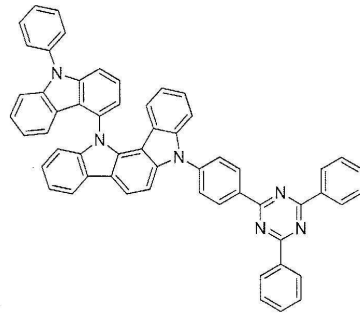
[0164]

[0165]

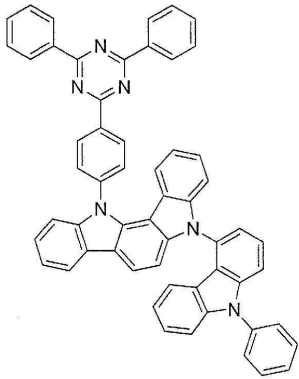
[화학식 51]



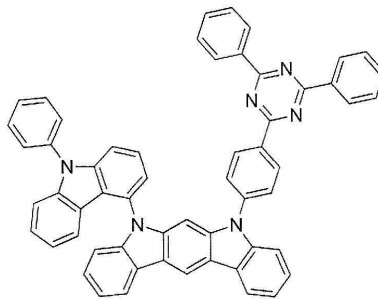
2-189



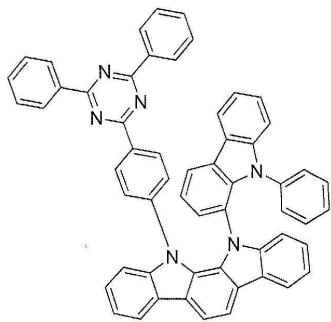
2-190



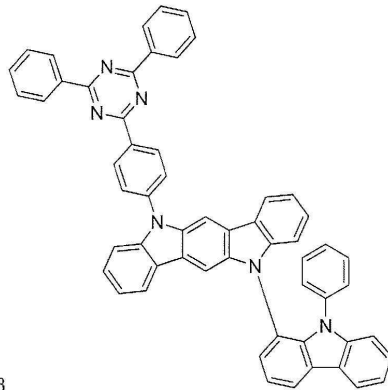
2-191



2-192



2-193

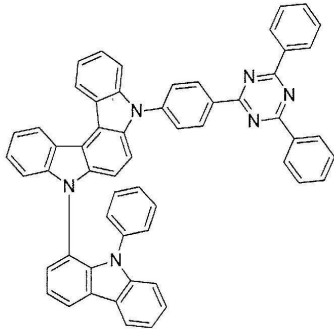


2-194

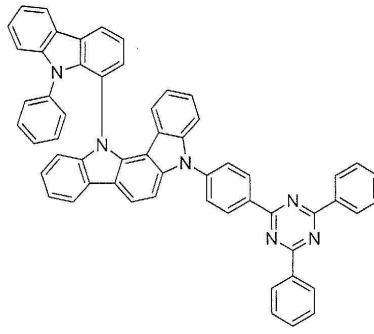
[0166]

[0167]

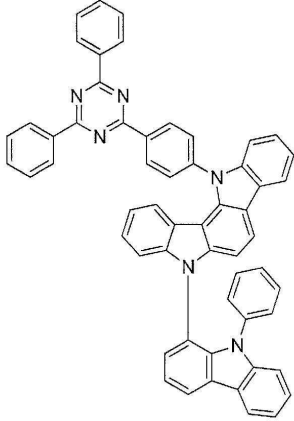
[화학식 52]



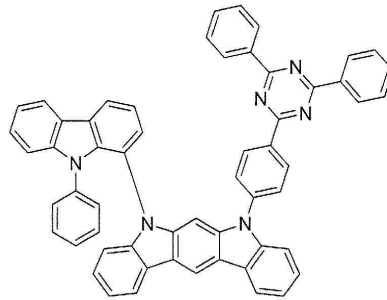
2-195



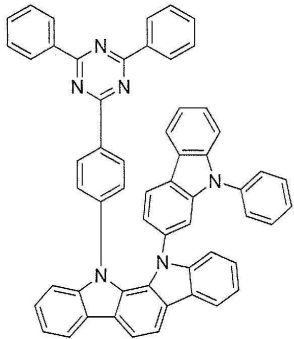
2-196



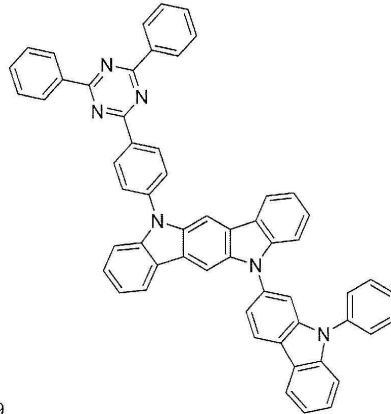
2-197



2-198



2-199

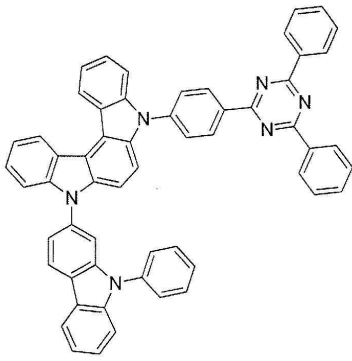


2-200

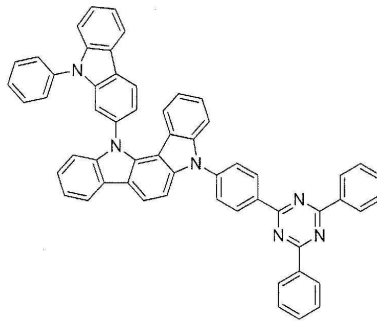
[0168]

[0169]

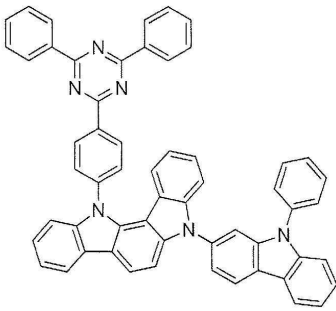
[화학식 53]



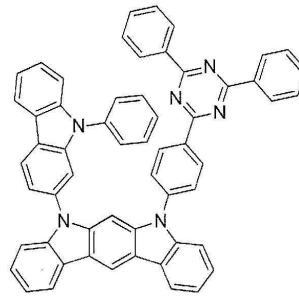
2-201



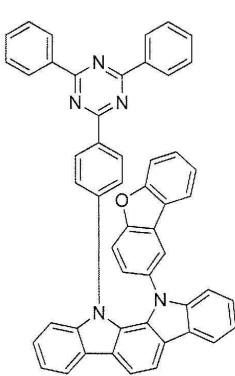
2-202



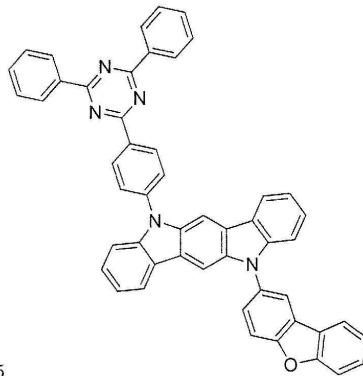
2-203



2-204



2-205

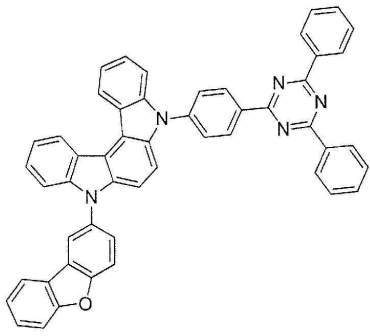


2-206

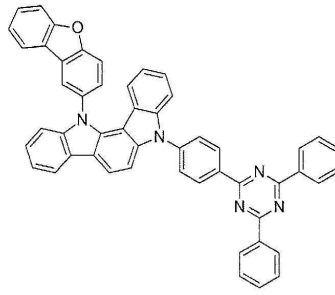
[0170]

[0171]

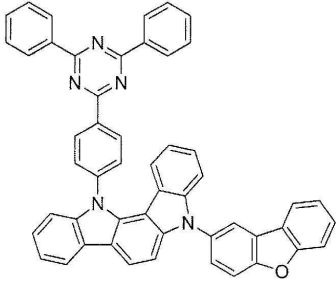
[화학식 54]



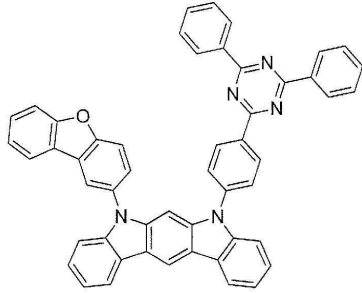
2-207



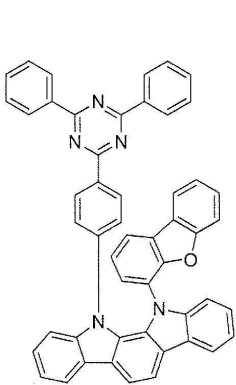
2-208



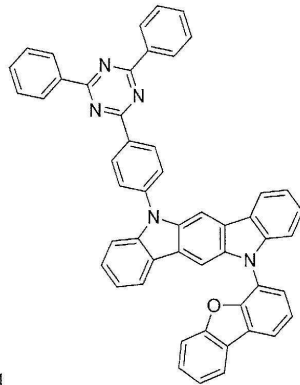
2-209



2-210



2-211

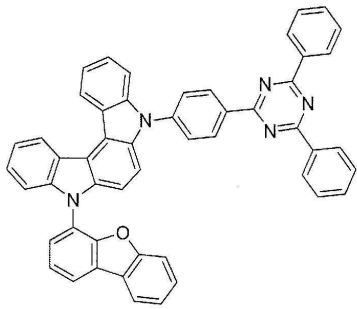


2-212

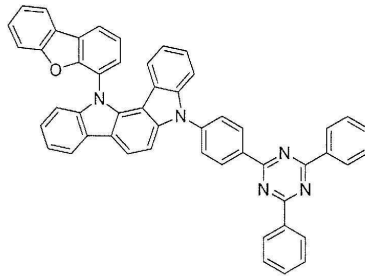
[0172]

[0173]

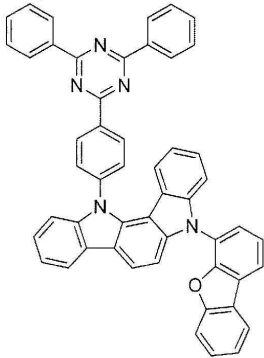
[화학식 55]



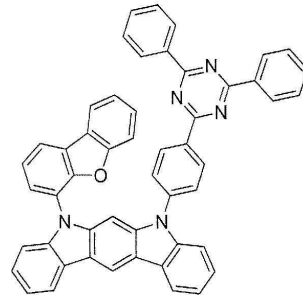
2-213



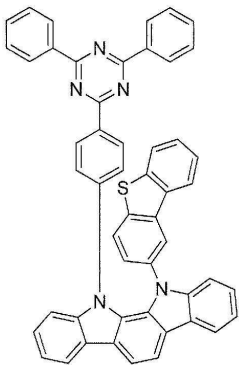
2-214



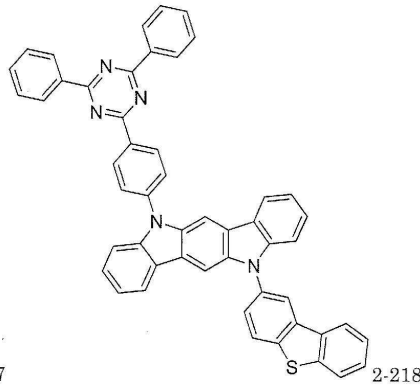
2-215



2-216



2-217

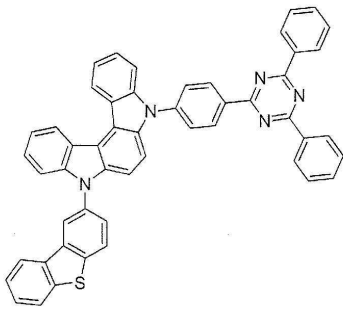


2-218

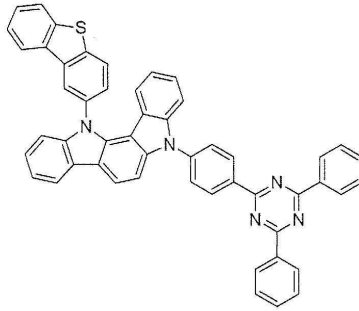
[0174]

[0175]

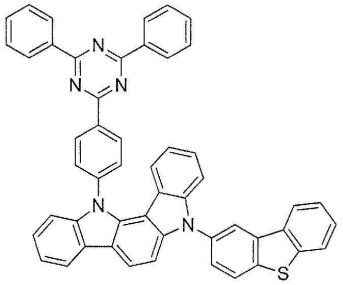
[화학식 56]



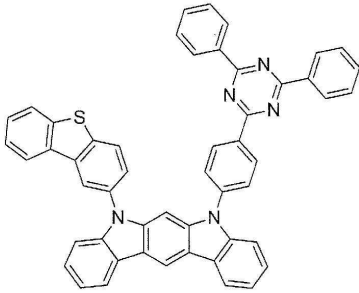
2-219



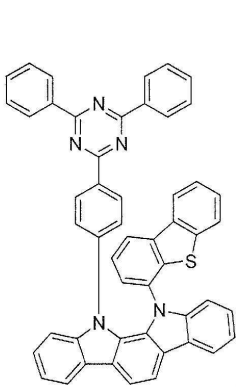
2-220



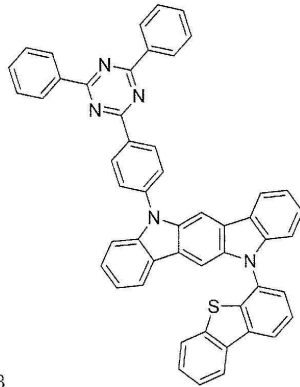
2-221



2-222



2-223

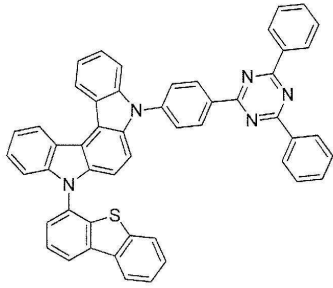


2-224

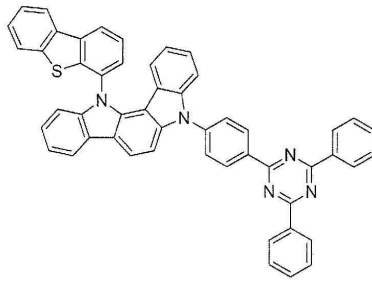
[0176]

[0177]

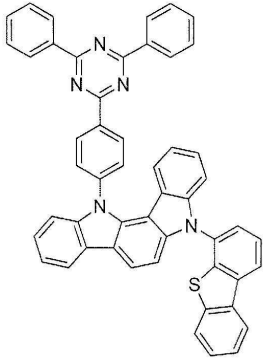
[화학식 57]



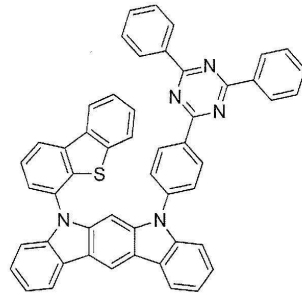
2-225



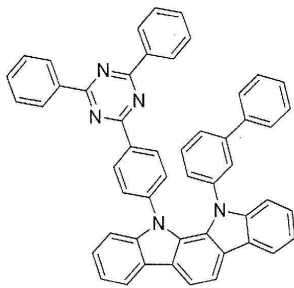
2-226



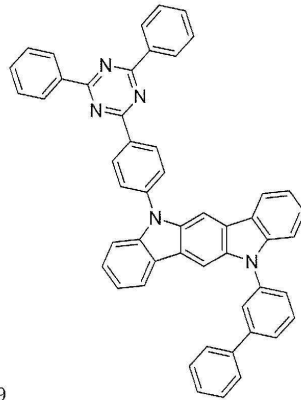
2-227



2-228



2-229

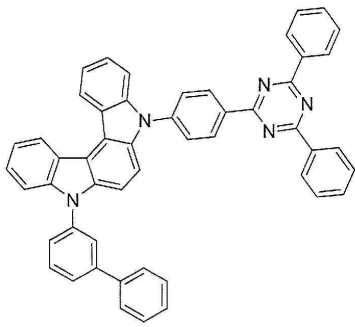


2-230

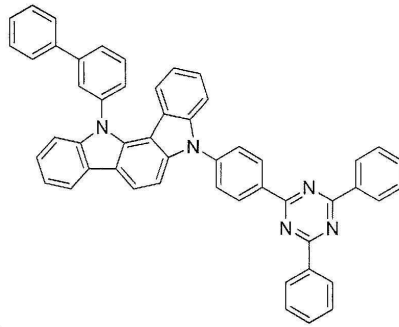
[0178]

[0179]

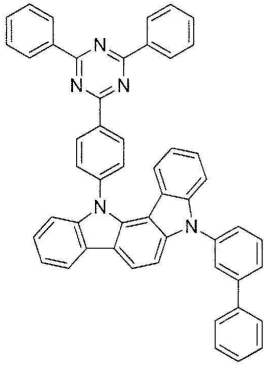
[화학식 58]



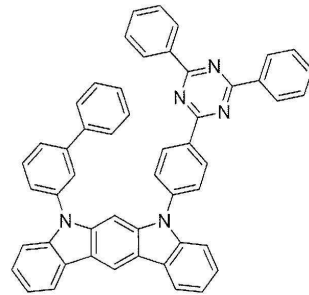
2-231



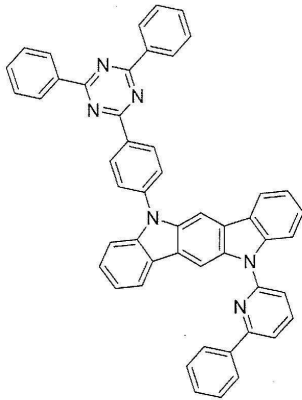
2-232



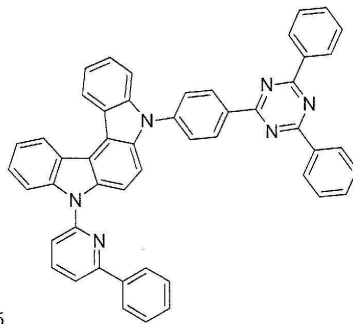
2-233



2-234



2-235

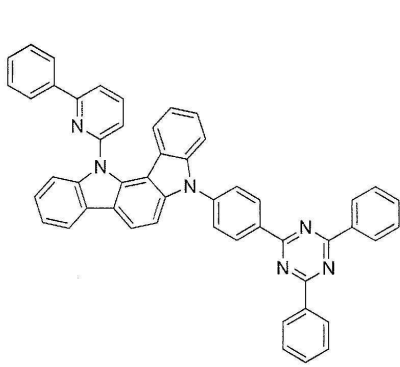


2-236

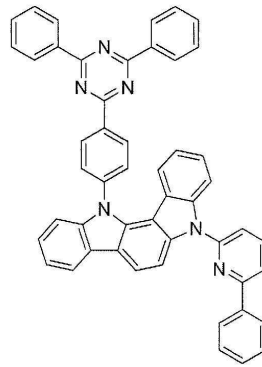
[0180]

[0181]

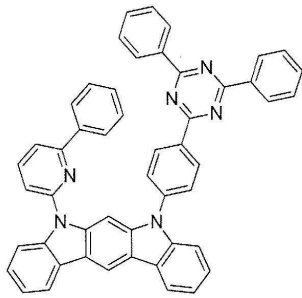
[화학식 59]



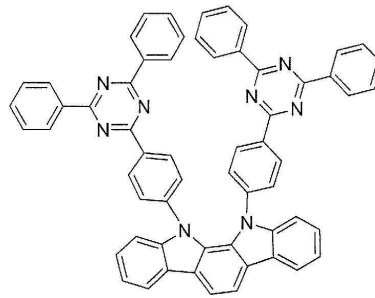
2-237



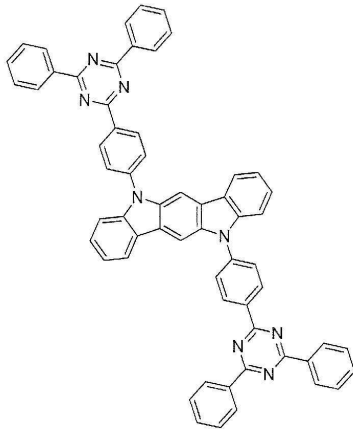
2-238



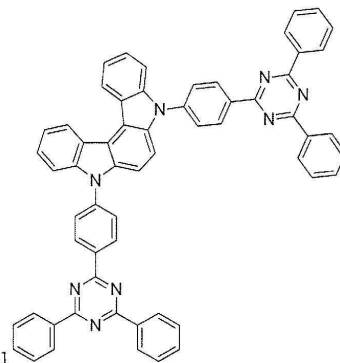
2-239



2-240



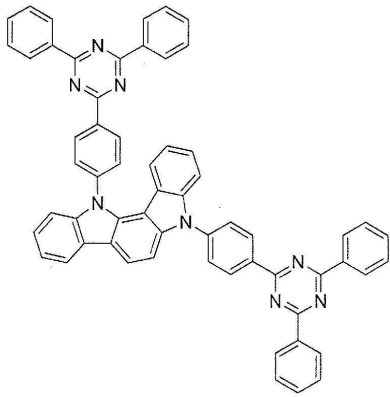
2-241



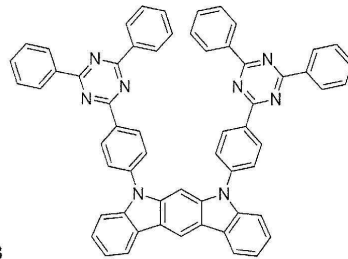
2-242

[0182]

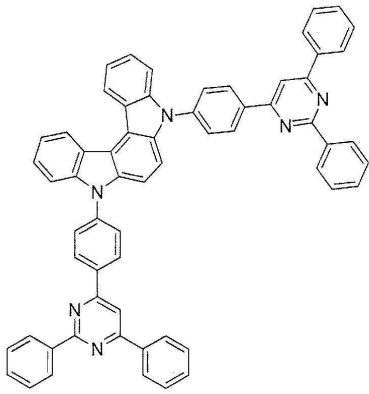
[0183] [화학식 60]



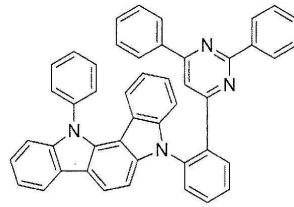
2-243



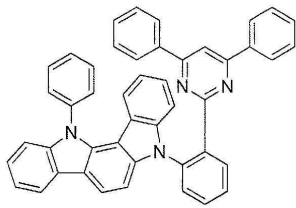
2-244



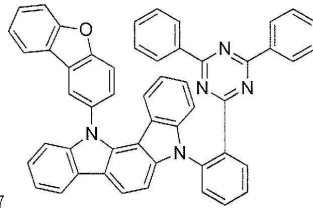
2-245



2-246



2-247

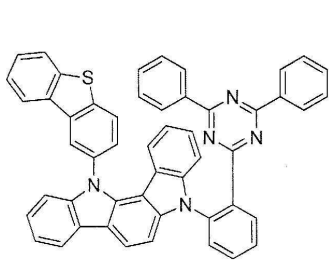


2-248

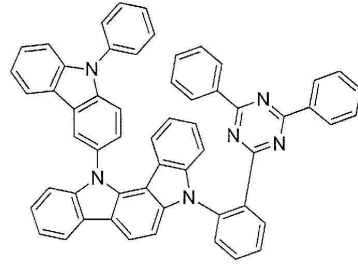
[0184]

[0185]

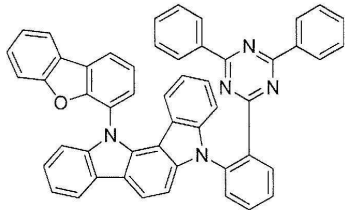
[화학식 61]



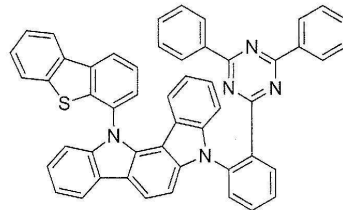
2-249



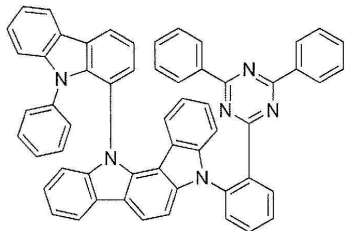
2-250



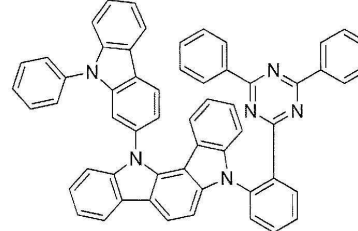
2-251



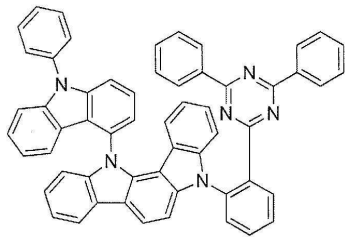
2-252



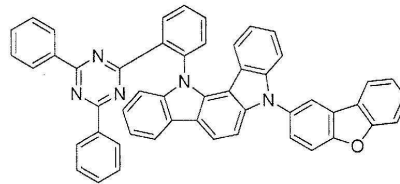
2-253



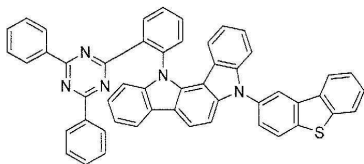
2-254



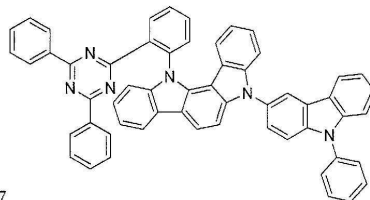
2-255



2-256



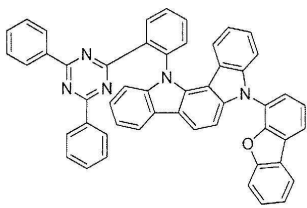
2-257



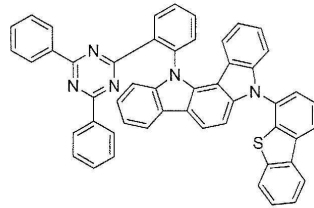
2-258

[0186]

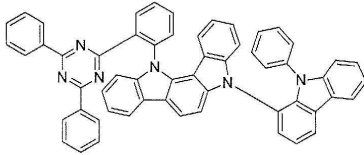
[0187] [화학식 62]



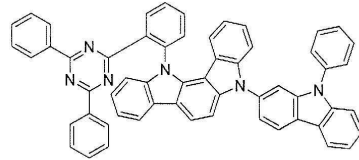
2-259



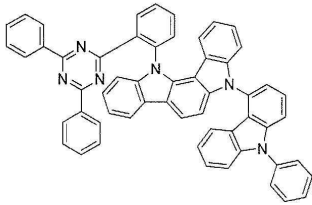
2-260



2-261



2-262



2-263

[0188]

[0189] 상기 일반식(1)로 나타내는 화합물을 호스트 재료라 하고, 상기 일반식(2)로 나타내는 화합물을 열활성화 지연 형광 발광 재료(TADF 재료)라 한다. 이들 화합물을 호스트 재료 또는 TADF 재료로서 발광층에 함유시킴으로써 뛰어난 특성을 가지는 지연 형광 발광형 유기 EL 소자를 제공할 수 있다.

[0190] 상기 TADF 재료의 여기 일중항 에너지(S1)와 여기 삼중항 에너지(T1)의 차(ΔE)는 0.2eV 이하인 것이 바람직하고, 0~0.15eV인 것이 보다 바람직하다. 상기를 만족함으로써 TADF 재료로서 뛰어난 것이 되는데, ΔE 가 0.3eV 이상과 같이 커지면, TADF 재료로서의 기능을 발휘하는 것이 어려워진다.

[0191] 또한, 상기 호스트 재료의 여기 삼중항 에너지(T1)가 상기 TADF 재료의 여기 일중항 에너지(S1) 및 여기 삼중항 에너지(T1)보다 크면, 호스트로서의 기능이 향상된다.

[0192] 또한, 2종 이상의 호스트 재료를 함유함으로써, 유기 EL 소자의 특성을 개량할 수도 있다. 이 경우, 적어도 하나의 호스트 재료를 일반식(1)로 나타내는 화합물로 한다. 또한, 제1 호스트가 일반식(1)로 나타내는 화합물인 것이 바람직하다. 제2 호스트는 제1 호스트보다도 일중항 에너지(S1)가 큰 화합물인 것이 바람직하고, 이들은 모두 일반식(1)로 나타내는 화합물인 것이 보다 바람직하다.

[0193] 여기서, S1 및 T1은 다음과 같이 하여 측정된다.

[0194] 석영 기관 상에 진공증착법으로, 진공도 10^{-4} Pa 이하의 조건으로 시료 화합물을 증착하고, 증착막을 100nm의 두께로 형성한다. 이 증착막의 발광 스펙트럼을 측정하고, 이 발광 스펙트럼의 단파장 측의 상승에 대하여 접선을 긋고, 그 접선과 가로축의 교점의 파장값 $\lambda_{\text{edge}}[\text{nm}]$ 를 다음에 나타내는 식(i)에 대입하여 S1을 산출한다.

[0195]
$$S1[\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}} \quad (i)$$

[0196] T1은 상기 증착막의 인광 스펙트럼을 측정하는데, 단일 화합물의 박막에서는 인광 스펙트럼이 얻어지지 않는 경우가 있다. 그 때는 시료 화합물보다도 높은 T1을 가지는 적절한 재료와의 혼합 박막을 제작하고, 인광 스펙트럼을 측정한다. 인광 스펙트럼의 단파장 측의 상승에 대하여 접선을 긋고, 그 접선과 가로축의 교점의 파장값 $\lambda_{\text{edge}}[\text{nm}]$ 를 식(ii)에 대입하여 T1을 산출한다.

[0197]
$$T1[\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}} \quad (ii)$$

[0198] 다음으로, 본 발명의 유기 EL 소자의 구조에 대해 도면을 참조하면서 설명하겠지만, 본 발명의 유기 EL 소자의 구조는 이에 한정되지 않는다.

[0199] 도 1은 본 발명에 이용되는 일반적인 유기 EL 소자의 구조예를 나타내는 단면도이고, 1은 기관, 2는 양극, 3은 정공 주입층, 4는 정공 수송층, 5는 발광층, 6은 전자 수송층, 7은 음극을 나타낸다. 본 발명의 유기 EL 소자는 발광층과 인접하여 여기자 저지층을 가져도 되고, 또한 발광층과 정공 주입층 사이에 전자 저지층을 가져도 된

다. 여기자 저지층은 발광층의 음극 측, 음극 측 중 어느 것에도 삽입할 수 있고, 양쪽 동시에 삽입하는 것도 가능하다. 본 발명의 유기 EL 소자에서는 양극, 발광층, 그리고 음극을 필수층으로서 가지지만, 필수층 이외에 정공 주입/수송층, 전자 주입/수송층을 가지는 것이 좋고, 추가로 발광층과 전자 주입/수송층 사이에 정공 저지층을 가지는 것이 좋다. 한편, 정공 주입/수송층은 정공 주입층과 정공 수송층 중 어느 하나, 또는 양자를 의미하고, 전자 주입/수송층은 전자 주입층과 전자 수송층 중 어느 하나 또는 양자를 의미한다.

[0200] 도 1과는 반대의 구조, 즉 기관(1) 상에 음극(7), 전자 수송층(6), 발광층(5), 정공 수송층(4), 양극(2)의 순서로 적층하는 것도 가능하고, 이 경우도 필요에 따라 층을 추가, 생략하는 것이 가능하다.

[0201] -기관-

[0202] 본 발명의 유기 EL 소자는 기관에 지지되어 있는 것이 바람직하다. 이 기관에 대해서는 특별히 제한은 없고, 종래부터 유기 EL 소자에 사용되고 있는 것이면 되고, 예를 들면 유리, 투명 플라스틱, 석영 등으로 이루어지는 것을 사용할 수 있다.

[0203] -양극-

[0204] 유기 EL 소자에서의 양극 재료로는 일함수가 큰(4eV 이상) 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물로 이루어지는 재료가 바람직하게 사용된다. 이와 같은 전극 재료의 구체예로는 Au 등의 금속, CuI, 인듐틴옥사이드(ITO), SnO₂, ZnO 등의 도전성 투명 재료를 들 수 있다. 또한, IDIXO(In₂O₃-ZnO) 등의 비정질로, 투명 도전막을 제작 가능한 재료를 사용해도 된다. 양극은 이들 전극 재료를 증착이나 스퍼터링(sputtering) 등의 방법에 의해, 박막을 형성시키고, 포토리소그래피법으로 원하는 형상의 패턴을 형성해도 되며, 혹은 패턴 정밀도를 그다지 필요로 하지 않는 경우(100 μ m 이상 정도)는 상기 전극 재료의 증착이나 스퍼터링 시에 원하는 형상의 마스크를 개재하여 패턴을 형성해도 된다. 혹은 유기 도전성 화합물과 같은 도포 가능한 물질을 사용하는 경우에는 인쇄 방식, 코팅 방식 등 습식 성막(成膜)법을 이용할 수도 있다. 이 양극으로부터 발광을 꺼내는 경우에는 투과율을 10%보다 크게 하는 것이 바람직하고, 또한 양극으로서의 시트 저항은 수 백 Ω /□ 이하가 바람직하다. 막 두께는 재료에 따라 다르지만, 통상 10~1000nm, 바람직하게는 10~200nm의 범위에서 선택된다.

[0205] -음극-

[0206] 한편, 음극 재료로는 일함수가 작은(4eV 이하) 금속(전자 주입성 금속이라고 칭함), 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물로 이루어지는 재료가 사용된다. 이와 같은 전극재료의 구체예로는 나트륨, 나트륨-칼륨 합금, 마그네슘, 리튬, 마그네슘/구리 혼합물, 마그네슘/은 혼합물, 마그네슘/알루미늄 혼합물, 마그네슘/인듐 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄(Al₂O₃) 혼합물, 인듐, 리튬/알루미늄 혼합물, 희토류 금속 등을 들 수 있다. 이들 중에서, 전자 주입성 및 산화 등에 대한 내구성의 점에서 전자 주입성 금속과 이보다 일함수의 값이 크고 안정된 금속인 제2 금속과의 혼합물, 예를 들면 마그네슘/은 혼합물, 마그네슘/알루미늄 혼합물, 마그네슘/인듐 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄(Al₂O₃) 혼합물, 리튬/알루미늄 혼합물, 알루미늄 등이 알맞다. 음극은 이들 음극 재료를 증착이나 스퍼터링 등의 방법에 의해 박막을 형성시킴으로써 제작할 수 있다. 또한, 음극으로서 시트 저항은 수 백 Ω /□ 이하가 바람직하고, 막 두께는 통상 10nm~5 μ m, 바람직하게는 50~200nm의 범위에서 선택된다. 한편, 발광한 광을 투과시키기 위해, 유기 EL 소자의 양극 또는 음극 중 어느 하나가 투명 또는 반투명하면 발광 휘도는 향상되어, 매우 적합하다.

[0207] 또한, 음극에 상기 금속을 1~20nm의 막 두께로 형성한 후에, 양극의 설명에서 든 도전성 투명 재료를 그 위에 형성함으로써, 투명 또는 반투명한 음극을 제작할 수 있고, 이를 응용함으로써 양극과 음극 양쪽이 투과성을 가지는 소자를 제작할 수 있다.

[0208] -발광층-

[0209] 발광층은 양극 및 음극 각각으로부터 주입된 정공 및 전자가 재결합함으로써 여기자가 생성된 후, 발광하는 층이다. 발광층에는 일반식(2)로 나타내는 열활성화 지연 형광 발광 재료와 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료를 함께 사용한다. 또한, 2종 이상의 호스트 재료를 함유함으로써 특성을 개량할 수도 있다. 2종 이상의 호스트 재료를 함유하는 경우, 적어도 1종은 일반식(1)로 나타내는 화합물에서 선택되는 호스트 재료인 것이 좋다.

[0210] 도펀트 재료는 발광층 중에 1종류만 함유되어도 되고, 2종류 이상을 함유해도 된다. 열활성화 지연 형광 발광 재료로 이루어지는 유기 발광성 도펀트 재료의 함유량은 호스트 재료에 대하여 0.1~50wt%인 것이 바람직하고, 1~30wt%인 것이 보다 바람직하다.

- [0211] 본 발명의 소자는 TADF를 이용하는 것이므로, 인광 발광성 도펀트 재료는 사용되지 않는다.
- [0212] 발광층에서의 호스트 재료로는 상기 일반식(1)로 나타내는 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 호스트 재료를 복수종류 병용하여 사용해도 된다. 호스트 재료를 복수종류 병용하여 사용하는 경우, 적어도 1종류의 호스트 재료가 상기 일반식(1)로 나타내는 화합물에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0213] 상기 일반식(1)로 나타내는 호스트 재료 중에서도 정공 수송능, 전자 수송능을 가지면서 높은 유리 전이 온도를 가지는 화합물이며, 발광성 도펀트 재료 S1 및 T1보다도 큰 T1을 가지고 있는 것이 바람직하다.
- [0214] 호스트 재료를 복수종류 사용하는 경우는 각각의 호스트를 다른 증착원으로부터 증착하거나, 증착 전에 예비혼합하여 예비혼합물로 함으로써 하나의 증착원으로부터 복수종류의 호스트를 동시에 증착할 수도 있다.
- [0215] -주입층-
- [0216] 주입층이란, 구동전압 저하나 발광휘도 향상을 위해 전극과 유기층 사이에 마련되는 층으로, 정공 주입층과 전자 주입층이 있고, 양극과 발광층 또는 정공 수송층 사이, 및 음극과 발광층 또는 전자수송층 사이에 존재시켜도 된다. 주입층은 필요에 따라 마련할 수 있다.
- [0217] -정공 저지층-
- [0218] 정공 저지층이란, 넓은 의미에서는 전자 수송층의 기능을 가지고, 전자를 수송하는 기능을 가지면서 정공을 수송하는 능력이 현저하게 작은 정공 저지 재료로 이루어지며, 전자를 수송하면서 정공을 저지함으로써 발광층 중에서의 전자와 정공의 재결합 확률을 향상시킬 수 있다.
- [0219] 정공 저지층에는 공지의 정공 저지층 재료를 사용할 수도 있다.
- [0220] -전자 저지층-
- [0221] 전자 저지층이란, 넓은 의미에서는 정공 수송층의 기능을 가지고, 정공을 수송하면서 전자를 저지함으로써 발광층 중에서의 전자와 정공이 재결합하는 확률을 향상시킬 수 있다.
- [0222] 전자 저지층의 재료로는 공지의 전자 저지층 재료를 사용할 수 있고, 또한 후술할 정공 수송층의 재료를 필요에 따라 사용할 수 있다. 전자 저지층의 막 두께는 바람직하게는 3~100nm이고, 보다 바람직하게는 5~30nm이다. 또한, 일반식(1)로 나타내는 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0223] -여기자 저지층-
- [0224] 여기자 저지층이란, 발광층 내에서 정공과 전자가 재결합함으로써 생긴 여기자가 전하 수송층으로 확산하는 것을 저지하기 위한 층이며, 본 층의 삽입에 의해 여기자를 효율적으로 발광층 내에 가두는 것이 가능해져, 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 여기자 저지층은 2개 이상의 발광층이 인접하는 소자에서, 인접하는 2개의 발광층 사이에 삽입할 수 있다.
- [0225] 여기자 저지층의 재료로는 공지의 여기자 저지층 재료를 사용할 수 있다. 예를 들면, 1,3-디카르바졸릴벤젠(mCP)이나, 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토)-4-페닐페놀라토알루미늄(III)(BA1q)을 들 수 있다.
- [0226] -정공 수송층-
- [0227] 정공 수송층이란, 정공을 수송하는 기능을 가지는 정공 수송 재료로 이루어지고, 정공 수송층은 단층 또는 복수층 마련할 수 있다.
- [0228] 정공 수송 재료로는 정공의 주입 또는 수송, 전자의 장벽성 중 어느 하나를 가지는 것이며, 유기물, 무기물 중 어느 것이어도 된다. 정공 수송층에는 종래 공지의 화합물 중에서 임의의 것을 선택하여 사용할 수 있다. 이러한 정공 수송 재료로는 예를 들면, 포르피린 유도체, 아릴아민 유도체, 트리아졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체 및 피라졸론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 칼론 유도체, 옥사졸 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오레논 유도체, 하이드라존 유도체, 스티벤 유도체, 실라잔 유도체, 아닐린계 공중합체, 또한 도전성 고분자 올리고머, 특히 티오펜 올리고머 등을 들 수 있는데, 포르피린 유도체, 아릴아민 유도체 및 스티릴아민 유도체를 사용하는 것이 바람직하고, 아릴아민 화합물을 사용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0229] -전자 수송층-
- [0230] 전자 수송층이란, 전자를 수송하는 기능을 가지는 재료로 이루어지고, 전자 수송층은 단층 또는 복수층 마련할

수 있다.

[0231] 전자 수송 재료(정공 저지 재료를 겸하는 경우도 있음)로는, 음극으로부터 주입된 전자를 발광층에 전달하는 기능을 가지고 있으면 된다. 전자 수송층에는 종래 공지의 화합물 중에서 임의의 것을 선택하여 사용할 수 있고, 예를 들면, 나프탈렌, 안트라센, 페난트롤린 등의 다환 방향족 유도체, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(III) 유도체, 포스핀옥사이드 유도체, 니트로 치환 플루오렌 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 카르보디이미드, 플레오레닐리텐메탄 유도체, 안트라퀴노디메탄 및 안트론 유도체, 비피리딘 유도체, 퀴놀린 유도체, 옥사디아졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 인돌로카르바졸 유도체 등을 들 수 있다. 더욱이 이들 재료를 고분자쇄에 도입한, 또는 이들 재료를 고분자의 주쇄로 한 고분자 재료를 사용할 수도 있다.

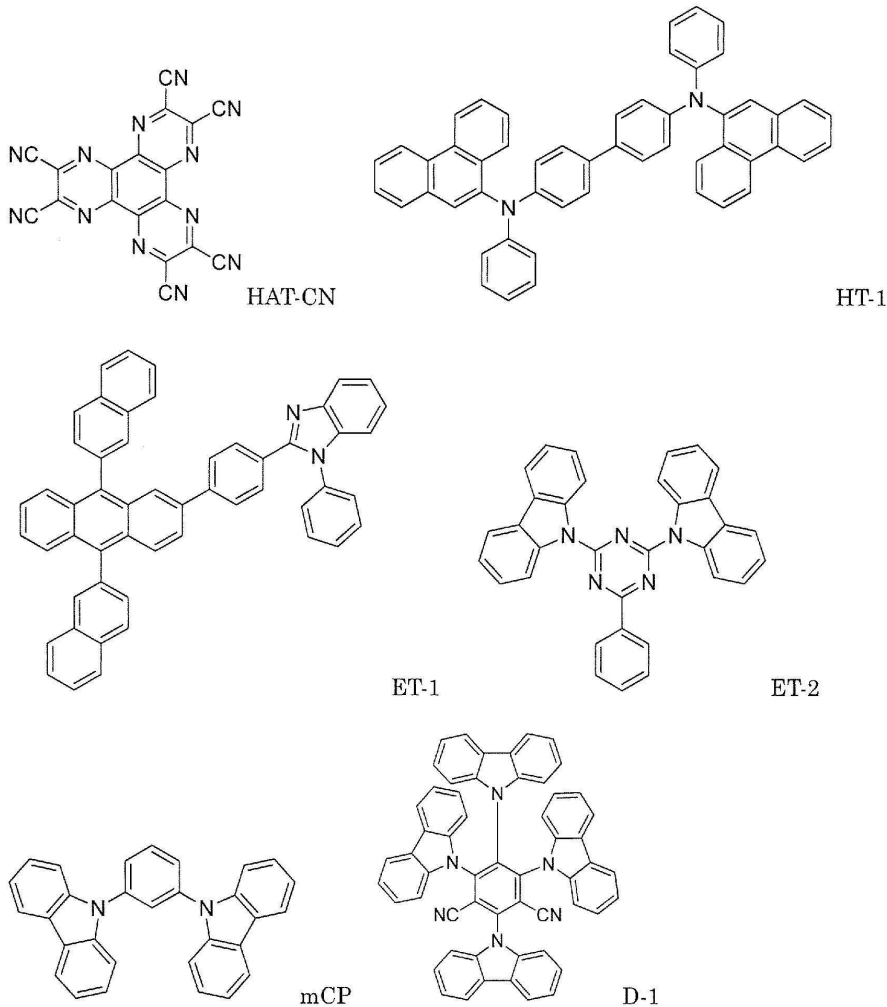
[0232] 본 발명의 유기 EL 소자를 제작할 때의 각 층의 제막(製膜) 방법은 특별히 한정되지 않고, 드라이 프로세스, 웨트(wet) 프로세스 중 어느 쪽으로 제작해도 된다.

[0233] 실시예

[0234] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 더 자세하게 설명하겠지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0235] 실시예에서 사용한 화합물을 다음에 나타낸다. 1-10, 1-28, 1-42, 1-65, 2-50, 2-91, 2-120, 2-178은 전술한 화합물이다.

[0236] [화학식 63]



[0237]

[0238] 실시예에서 사용한 화합물의 S1, T1, S1-T1(ΔE)을 표 1에 나타낸다.

표 1

| 화합물 | S1(eV) | T1(eV) | ΔE (eV) |
|-------|--------|--------|---------|
| 1-10 | 3.5 | 3.1 | 0.4 |
| 1-28 | 3.5 | 3.1 | 0.4 |
| 1-42 | 3.5 | 3.1 | 0.4 |
| 1-65 | 3.6 | 3.1 | 0.5 |
| 2-50 | 2.9 | 2.9 | 0.0 |
| 2-91 | 2.8 | 2.7 | 0.1 |
| 2-120 | 2.9 | 2.7 | 0.2 |
| 2-178 | 2.7 | 2.7 | 0.0 |
| D-1 | 2.8 | 2.7 | 0.1 |
| mCP | 3.6 | 3.1 | 0.5 |

[0239]

[0240] 실험예 1

[0241] 화합물 2-120의 형광 수명을 측정하였다. 석영 기관 상에 진공증착법으로, 진공도 10^{-4} Pa 이하의 조건으로 화합물 2-120과 화합물 1-10을 다른 증착원으로부터 증착하고, 화합물 2-120의 농도가 15중량%인 공증착막을 100nm의 두께로 형성하였다. 이 박막의 발광 스펙트럼을 측정하고, 483nm를 피크로 하는 발광이 확인되었다. 또한, 질소 분위기 하에서 소형 형광 수명 측정 장치(하마마츠 포토닉스사 제품 Quantaurs-tau)에 의해 발광 수명을 측정하였다. 여기 수명이 12ns인 형광과 13μs인 지연 형광이 관측되어, 화합물 2-120이 지연 형광 발광을 나타내는 화합물인 것이 확인되었다.

[0242] 화합물 2-50, 2-91, 2-178에 대해서도 상기와 마찬가지로 형광 수명을 측정한 바, 지연 형광이 관측되어, 지연 형광 발광을 나타내는 재료인 것이 확인되었다.

[0243] 실시예 1

[0244] 막 두께 70nm의 ITO로 이루어지는 양극이 형성된 유리 기관 상에 각 박막을 진공증착법으로, 진공도 4.0×10^{-5} Pa로 적층하였다. 우선, ITO 상에 정공 주입층으로서 HAT-CN을 10nm의 두께로 형성하고, 다음으로 정공 수송층으로서 화합물(HT-1)을 25nm의 두께로 형성하였다. 다음으로, 전자 저지층으로서 화합물(1-117)을 5nm의 두께로 형성하였다. 그리고 호스트로서 화합물(1-28)을, 도펀트로서 화합물(2-50)을 각각 다른 증착원으로부터 공증착하고, 30nm의 두께로 발광층을 형성하였다. 이 때, 화합물(2-50)의 농도가 15wt%가 되는 증착 조건으로 공증착하였다. 다음으로, 정공 저지층으로서 화합물(ET-2)을 5nm의 두께로 형성하였다. 다음으로 전자 수송층으로서 ET-1을 40nm의 두께로 형성하였다. 더욱이, 전자 수송층 상에 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께로 형성하였다. 마지막으로, 전자 주입층 상에 음극으로서 알루미늄(Al)을 70nm의 두께로 형성하고, 유기 EL 소자를 제작하였다.

[0245] 실시예 2~10, 실시예 12~14, 비교예 1~3

[0246] 실시예 1에서, 호스트 및 도펀트를 표 2에 나타내는 화합물로 한 것 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 유기 EL 소자를 제작하였다.

[0247] 실시예 11

[0248] 막 두께 70nm의 ITO로 이루어지는 양극이 형성된 유리 기관 상에, 각 박막을 진공증착법으로, 진공도 4.0×10^{-5} Pa로 적층하였다. 우선, ITO 상에 정공 주입층으로서 HAT-CN을 10nm의 두께로 형성하고, 다음으로 정공 수송층으로서 화합물(HT-1)을 25nm의 두께로 형성하였다. 다음으로, 전자 저지층으로서 화합물(1-117)을 5nm의 두께로 형성하였다. 다음으로, 호스트로서 화합물(1-10)을, 제2 호스트로서 화합물(1-42)를, 도펀트로서 화합물(2-120)을 각각 다른 증착원으로부터 공증착하고, 30nm의 두께로 발광층을 형성하였다. 이 때, 화합물(2-120)의 농

도가 15wt%, 호스트와 제2 호스트의 중량비가 50:50이 되는 증착 조건으로 공증착하였다. 다음으로, 정공 저지층으로서 화합물(ET-2)를 5nm의 두께로 형성하였다. 다음으로 전자 수송층으로서 ET-1을 40nm의 두께로 형성하였다. 더욱이, 전자 수송층 상에 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께로 형성하였다. 마지막으로, 전자 주입층 상에 음극으로서 알루미늄(Al)을 70nm의 두께로 형성하고, 유기 EL 소자를 제작하였다.

[0249] 실시예 1~14, 비교예 1~3에서 사용한 화합물을 표 2에 나타낸다.

표 2

| | 도펀트 | 호스트 | 제2 호스트 |
|--------|-------|------|--------|
| 실시예 1 | 2-50 | 1-28 | - |
| 실시예 2 | 2-50 | 1-10 | - |
| 실시예 3 | 2-50 | 1-65 | - |
| 실시예 4 | 2-120 | 1-28 | - |
| 실시예 5 | 2-120 | 1-42 | - |
| 실시예 6 | 2-120 | 1-10 | - |
| 실시예 7 | 2-120 | 1-65 | - |
| 실시예 8 | 2-91 | 1-28 | - |
| 실시예 9 | 2-91 | 1-10 | - |
| 실시예 10 | 2-91 | 1-65 | - |
| 실시예 11 | 2-120 | 1-10 | 1-42 |
| 실시예 12 | 2-178 | 1-28 | - |
| 실시예 13 | 2-178 | 1-10 | - |
| 실시예 14 | 2-178 | 1-65 | - |
| 비교예 1 | 2-50 | mCP | - |
| 비교예 2 | 2-120 | mCP | - |
| 비교예 3 | D-1 | 1-28 | - |

[0250]

[0251] 제작한 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼의 극대 파장, 외부 양자 효율(EQE), 전압, 소자 수명을 표 3에 나타낸다. 극대 파장, EQE, 전압은 구동 전류 밀도가 2.5mA/cm² 시의 값이며, 초기 특성이다. 수명은 2.5mA/cm²의 정전류 밀도 시에 휘도가 초기 휘도의 95%까지 감소할 때까지의 시간으로 했다.

표 3

| | 극대 발광 파장 (nm) | EQE (%) | 전압 (V) | 수명 (h) |
|--------|------------------|------------|-----------|-----------|
| 실시예 1 | 505 | 8.0 | 3.9 | 57 |
| 실시예 2 | 505 | 9.1 | 4.2 | 75 |
| 실시예 3 | 505 | 9.3 | 4.4 | 80 |
| 실시예 4 | 470 | 12.0 | 3.7 | 101 |
| 실시예 5 | 470 | 13.2 | 3.9 | 99 |
| 실시예 6 | 470 | 14.8 | 4.0 | 130 |
| 실시예 7 | 470 | 13.0 | 4.1 | 135 |
| 실시예 8 | 485 | 11.9 | 3.9 | 85 |
| 실시예 9 | 485 | 14.0 | 4.0 | 123 |
| 실시예 10 | 485 | 13.1 | 4.1 | 110 |
| 실시예 11 | 470 | 14.9 | 4.1 | 151 |
| 실시예 12 | 500 | 16.0 | 4.0 | 105 |
| 실시예 13 | 500 | 19.9 | 4.1 | 144 |
| 실시예 14 | 500 | 19.2 | 4.3 | 139 |
| 비교예 1 | 505 | 6.0 | 5.5 | 12 |
| 비교예 2 | 470 | 8.4 | 5.2 | 20 |
| 비교예 3 | 525 | 11.4 | 4.8 | 35 |

[0252]

[0253]

표 3으로부터, 일반식(1)로 나타내는 호스트와 일반식(2)로 나타내는 도펀트를 발광층에 사용한 실시예 1~14는 호스트로서 일반적으로 사용되는 mCP를 사용한 비교예 1~2에 비해, 높은 발광효율과 뛰어난 수명 특성을 가지는 것을 알 수 있다. 또한, 일반식(1)로 나타내는 호스트와 일반식(2)로 나타내는 도펀트를 발광층에 사용한 실시예 1~14는 도펀트에 시아노벤젠 화합물을 사용한 비교예 3에 비해, 뛰어난 수명 특성을 가지는 것을 알 수 있다.

산업상 이용가능성

[0254]

본 발명의 유기 EL 소자는 발광효율이 높고, 수명이 긴 유기 EL 소자가 된다.

부호의 설명

[0255]

- 1: 기판
- 2: 양극
- 3: 정공 주입층
- 4: 정공 수송층
- 5: 발광층
- 6: 전자 수송층
- 7: 음극

도면

도면1

