



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월15일
(11) 등록번호 10-2636244
(24) 등록일자 2024년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) C07C 211/54 (2006.01)
C07D 209/82 (2006.01) C07D 307/91 (2006.01)
H10K 50/00 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2022.01)
C07C 211/54 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0038593
(22) 출원일자 2016년03월30일
심사청구일자 2021년03월02일
(65) 공개번호 10-2017-0113975
(43) 공개일자 2017년10월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2012507507 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
후지타, 요시마사
일본 가나가와켄 요코하마시 츠루미쿠 수가사와쵸
2-7 주식회사 삼성 요코하마 연구소내
사토, 슈리
일본 가나가와켄 요코하마시 츠루미쿠 수가사와쵸
2-7 주식회사 삼성 요코하마 연구소내
이토이, 히로아키
일본 가나가와켄 요코하마시 츠루미쿠 수가사와쵸
2-7 주식회사 삼성 요코하마 연구소내
(74) 대리인
특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 13 항

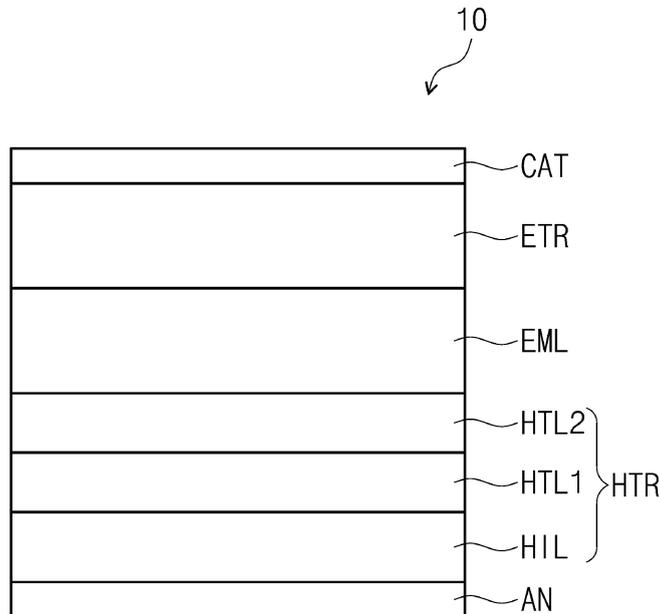
심사관 : 송이화

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자

(57) 요약

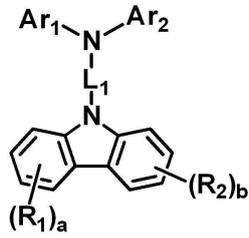
유기 전계 발광 소자는 애노드, 정공 수송 영역, 발광층, 전자 수송 영역 및 캐소드를 포함한다. 상기 정공 수송 영역은 상기 애노드 상에 제공된다. 상기 발광층은 상기 정공 수송 영역 상에 제공된다. 상기 전자 수송 영역은 상기 발광층 상에 제공된다. 상기 캐소드는 상기 전자 수송 영역 상에 제공된다. 상기 정공 수송 영역은 제1 정
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

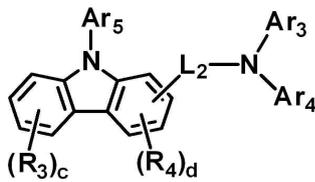


공 수송층 및 제2 정공 수송층을 포함한다. 상기 제1 정공 수송층은 하기 화학식 1로 표시되는 제1 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 2로 표시되는 제2 정공 수송 재료를 포함한다. 상기 제2 정공 수송층은 상기 제1 정공 수송층 상에 제공되고, 하기 화학식 3으로 표시되는 제3 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 4로 표시되는 제4 정공 수송 재료를 포함한다.

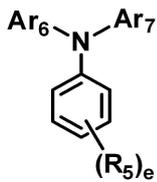
[화학식 1]



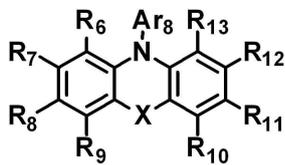
[화학식 2]



[화학식 3]



[화학식 4]



(52) CPC특허분류

- C07D 209/82 (2013.01)
- C07D 307/91 (2013.01)
- H10K 50/11 (2023.02)
- H10K 50/156 (2023.02)
- H10K 50/17 (2023.02)
- H10K 85/6572 (2023.02)
- H10K 85/6574 (2023.02)
- C09K 2211/1029 (2013.01)
- C09K 2211/1088 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

- JP2015092581 A*
- KR101493482 B1*
- KR1020130106255 A*
- KR1020140091487 A*
- KR1020150077269 A*
- KR1020150098181 A*
- KR1020160004513 A*
- KR1020160030429 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

애노드;

상기 애노드 상에 제공되는 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 제공되는 발광층;

상기 발광층 상에 제공되는 전자 수송 영역; 및

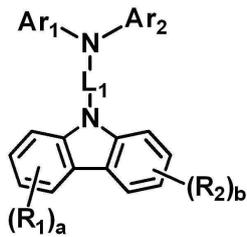
상기 전자 수송 영역 상에 제공되는 캐소드를 포함하고,

상기 정공 수송 영역은

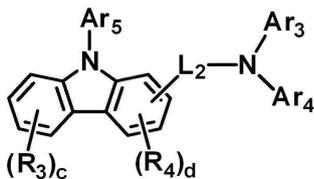
하기 화학식 1로 표시되는 제1 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 2로 표시되는 제2 정공 수송 재료를 포함하는 제1 정공 수송층; 및

상기 제1 정공 수송층 상에 제공되고, 하기 화학식 3으로 표시되는 제3 정공 수송 재료 또는 하기 화합물군 4의 제4 정공 수송 재료를 포함하는 제2 정공 수송층을 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자;

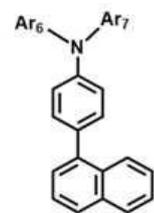
[화학식 1]



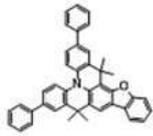
[화학식 2]



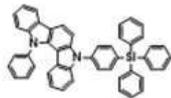
[화학식 3]



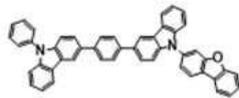
[화합물군 4]



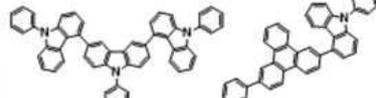
4-1



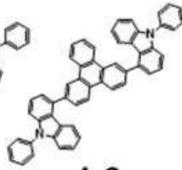
4-2



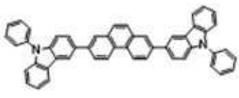
4-4



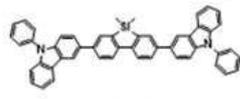
4-5



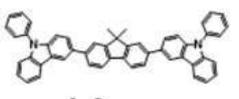
4-6



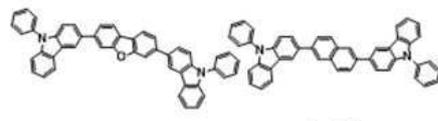
4-7



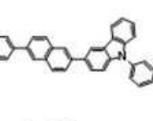
4-8



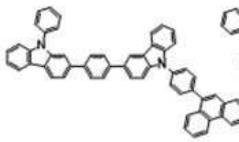
4-9



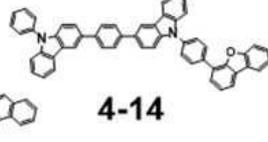
4-10



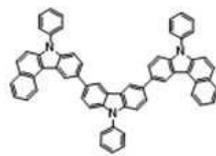
4-11



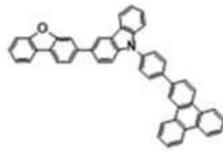
4-13



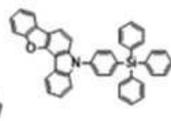
4-14



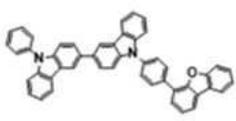
4-15



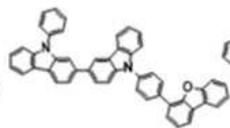
4-17



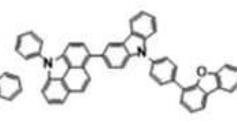
4-18



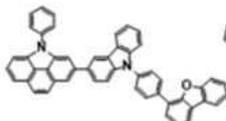
4-19



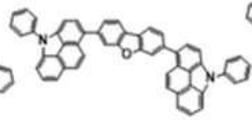
4-20



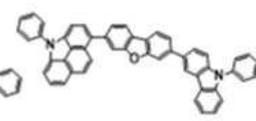
4-21



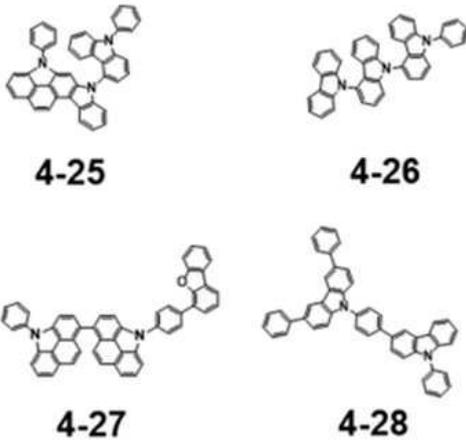
4-22



4-23



4-24

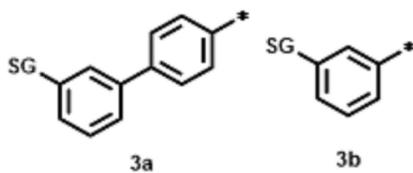


상기 화학식 1 및 상기 화학식 2에서,

Ar₁, Ar₂, Ar₃, Ar₄, 및 Ar₅는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로젠 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

상기 화학식 3에서,

Ar₆ 및 Ar₇은 각각 독립적으로 비치환된 나프틸기, 비치환된 비페닐기, 비치환된 디벤조플라닐기, 실릴기로 치환된 비페닐기, 하기 화학식 3a, 또는 하기의 화학식 3b로부터 선택되는 하나의 치환기이며, Ar₆ 및 Ar₇은 서로 다르고,



상기 화학식 3a 및 화학식 3b에서, SG는 비치환된 나프틸기, 비치환된 디벤조플라닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기, 또는 치환 또는 비치환된 벤조[def]카바졸기이고, *는 상기 화학식 3의 N과의 결합위치이며,

R₁, R₂, R₃, 및 R₄는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로젠 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

L₁ 및 L₂는 각각 독립적으로, 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 탄소수 6 이상 30 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기 중에서 선택되고,

a, b 및 c는 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수이고,

d는 0 내지 3의 정수이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광층은

도너기 및 억셉터기를 갖는 발광 재료를 포함하고,

상기 발광 재료는 열활성지연형광 재료인 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 화학식 1에서,

Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 아크리딘기 중에서 선택되는 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 화학식 1에서,

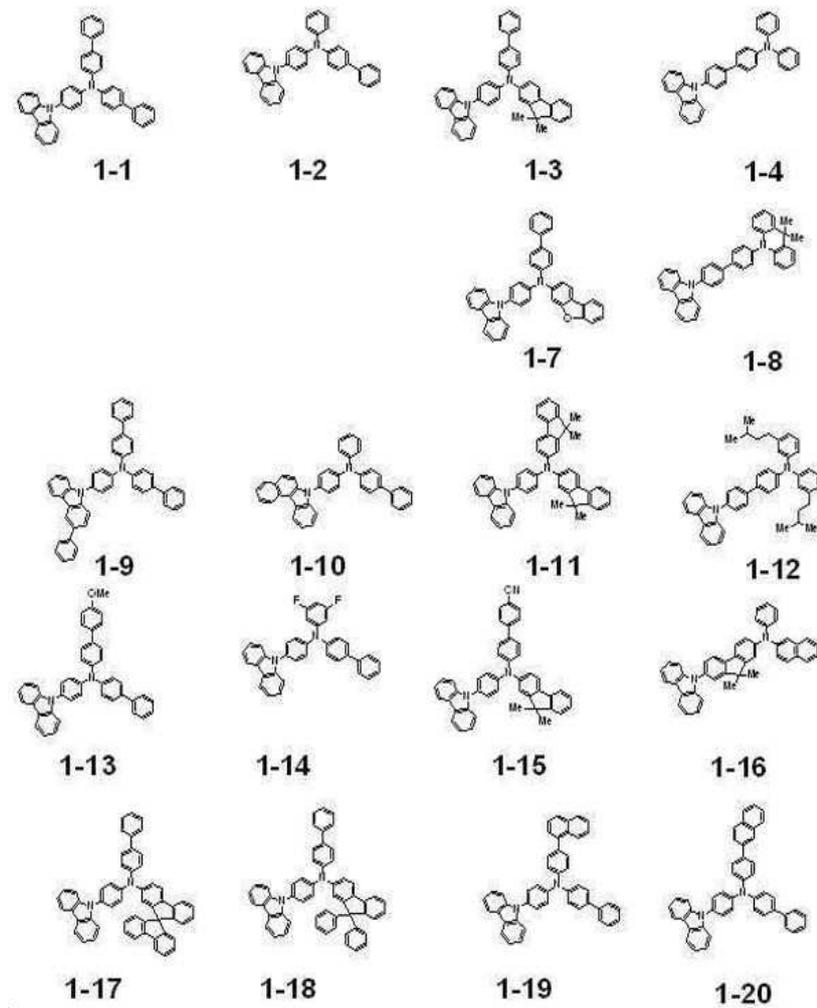
L₁은 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기 중에서 선택되는 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송 재료는 하기 화합물군 1에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자:

[화합물군 1]



청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 화학식 2에서,
 Ar_3 및 Ar_4 는 서로 결합하여 고리를 형성하는 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 화학식 2에서,
 Ar_3 및 Ar_4 는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 스피로바이플루오레닐기 중에서 선택되는 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 화학식 2에서,
 Ar_5 는 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 피리딘기 중에서 선택되는 것인 유기 전계 발광 소자.

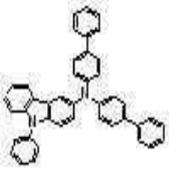
청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 화학식 2에서,
 L_2 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오닐렌기 중에서 선택되는 것인 유기 전계 발광 소자.

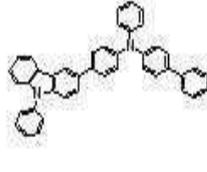
청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 제2 정공 수송 재료는 하기 화합물군 2에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자:

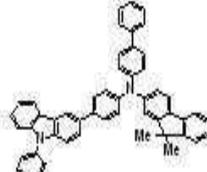
[화합물군 2]



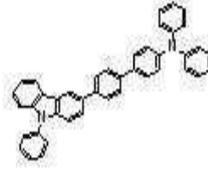
2-1



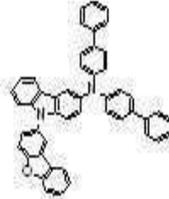
2-2



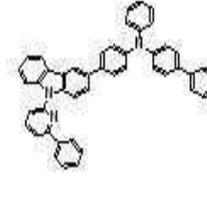
2-3



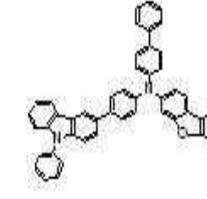
2-4



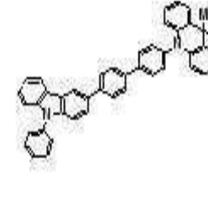
2-5



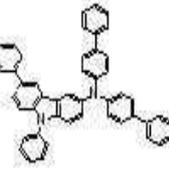
2-6



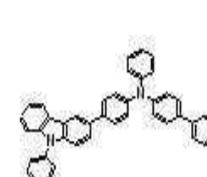
2-7



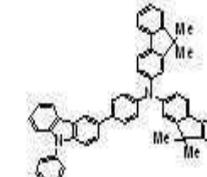
2-8



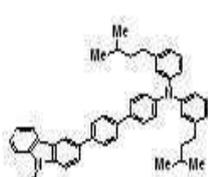
2-9



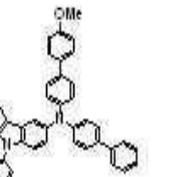
2-10



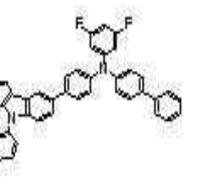
2-11



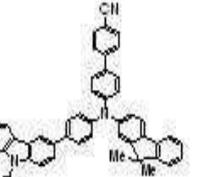
2-12



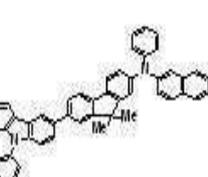
2-13



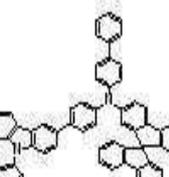
2-14



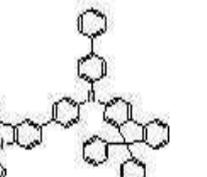
2-15



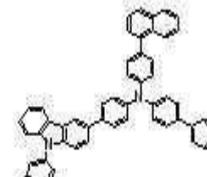
2-16



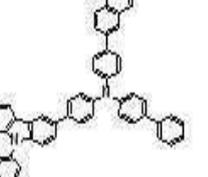
2-17



2-18



2-19



2-20

청구항 11

삭제

청구항 12

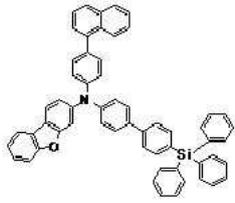
삭제

청구항 13

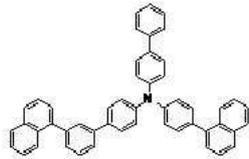
제1항에 있어서,

상기 제3 정공 수송 재료는 하기 화합물군 3에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자:

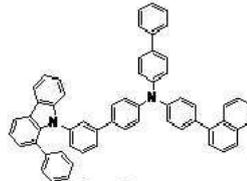
[화합물군 3]



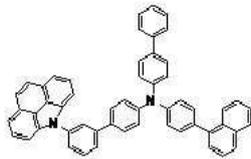
3-1



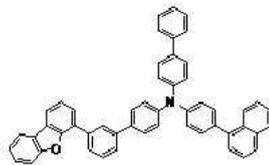
3-6



3-9



3-11



3-14

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은

상기 애노드 및 상기 제1 정공 수송층 사이에 제공되는 정공 주입층을 더 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 전자 수송 영역은

전자 수송층; 및

상기 전자 수송층 상에 제공되는 전자 주입층을 포함하는 것인 유기 전계 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 전계 발광 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 영상 표시 장치로서, 유기 전계 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display Device)의 개발이 왕성하게 이루어져 왔다. 유기 전계 발광 표시 장치는 액정 표시 장치 등과는 다르고, 애노드 및 캐소드로부터 주입된 정공 및 전자를 발광층에 있어서 재결합시킴으로써, 발광층에 있어서 유기 화합물을 포함하는 발광 재료를 발광시켜서 표시를 실현하는 소위 자발광형의 표시 장치이다.

[0003] 유기 전계 발광 소자로서는, 예를 들어, 애노드, 애노드 상에 배치된 정공 수송 영역, 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층, 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역 및 전자 수송 영역 상에 배치된 캐소드로 구성된 유기 소자가 알려져 있다. 애노드로부터는 정공이 주입되고, 주입된 정공은 이동하여 발광층으로 주입된다. 한편, 캐소드로부터는 전자가 주입되고, 주입된 전자는 이동하여 발광층으로 주입된다. 발광층으로 주입된 정공과 전자가 재결합함으로써, 발광층 내에서 여기자가 생성된다. 유기 전계 발광 소자는 상기 여기자의 복사 비활성에 의해 발생하는 광을 이용하여 발광한다. 또한, 유기 전계 발광 소자는 이상에 설명한 구성에 한정되지 않고, 여러 가지의 변경이 가능하다. 유기 전계 발광 소자를 표시 장치에 응용함에 있어서, 유기 전계 발광 소자의 저 구동 전압화, 고 발광 효율화 및 장수명화가 요구되고 있다.

발명의 내용

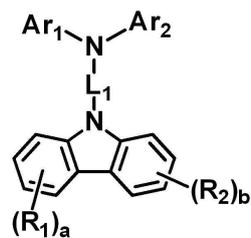
해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 발광 효율이 높고 장수명의 유기 전계 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

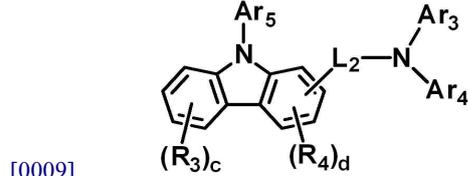
[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 애노드, 정공 수송 영역, 발광층, 전자 수송 영역 및 캐소드를 포함한다. 상기 정공 수송 영역은 상기 애노드 상에 제공된다. 상기 발광층은 상기 정공 수송 영역 상에 제공된다. 상기 전자 수송 영역은 상기 발광층 상에 제공된다. 상기 캐소드는 상기 전자 수송 영역 상에 제공된다. 상기 정공 수송 영역은 제1 정공 수송층 및 제2 정공 수송층을 포함한다. 상기 제1 정공 수송층은 하기 화학식 1로 표시되는 제1 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 2로 표시되는 제2 정공 수송 재료를 포함한다. 상기 제2 정공 수송층은 상기 제1 정공 수송층 상에 제공되고, 하기 화학식 3으로 표시되는 제3 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 4로 표시되는 제4 정공 수송 재료를 포함한다.

[0006] [화학식 1]



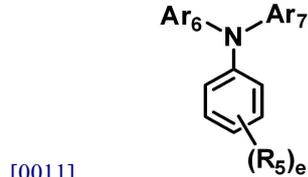
[0007]

[0008] [화학식 2]



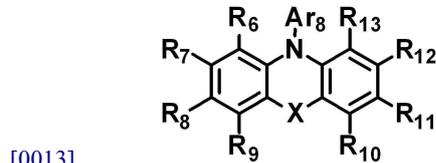
[0009]

[0010] [화학식 3]



[0011]

[0012] [화학식 4]



[0013]

[0014] 상기 화학식 1, 상기 화학식 2, 상기 화학식 3 및 상기 화학식 4에서,

[0015] Ar₁, Ar₂, Ar₃, Ar₄, Ar₅, Ar₆, Ar₇ 및 Ar₈은 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

[0016] X는 직접 결합 또는 CR₁₄R₁₅이고,

[0017] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

[0018] L₁ 및 L₂는 각각 독립적으로, 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 탄소수 6 이상 30 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기 중에서 선택되고,

[0019] a, b 및 c는 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수이고, d는 0 내지 3의 정수이고, e는 0 내지 5의 정수이고, e가 2 이상인 경우, 서로 인접하는 R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 서로 고리를 형성할 수 있다.

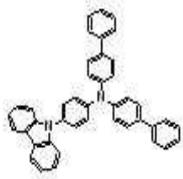
[0020] 상기 발광층은 도너기 및 억셉터기를 갖는 발광 재료를 포함하고, 상기 발광 재료는 열활성지연형광 재료인 것일 수 있다.

[0021] 상기 화학식 1에서, Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 아크리딘기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

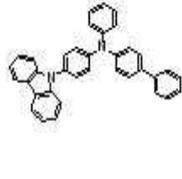
[0022] 상기 화학식 1에서, L₁은 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0023] 상기 제1 정공 수송 재료는 하기 화합물군 1에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

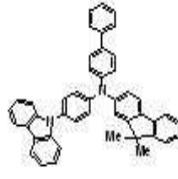
[0024] [화합물군 1]



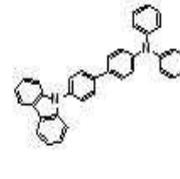
1-1



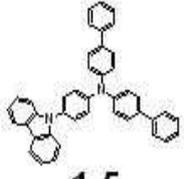
1-2



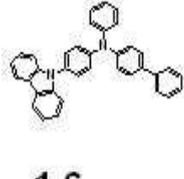
1-3



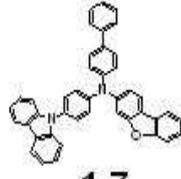
1-4



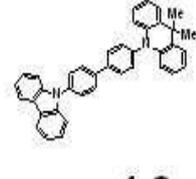
1-5



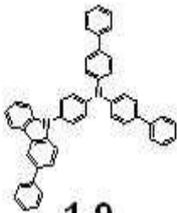
1-6



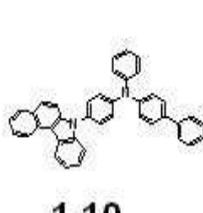
1-7



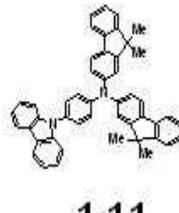
1-8



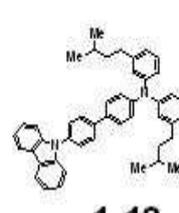
1-9



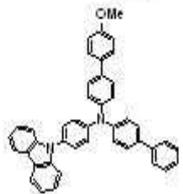
1-10



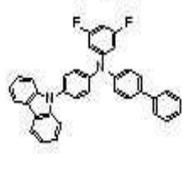
1-11



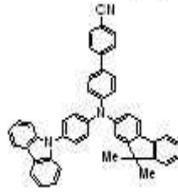
1-12



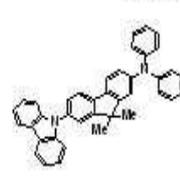
1-13



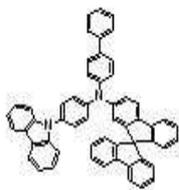
1-14



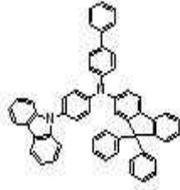
1-15



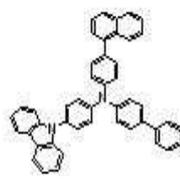
1-16



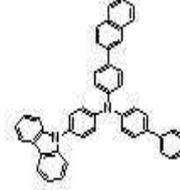
1-17



1-18



1-19



1-20

[0025]
[0026] 상기 화학식 2에서, Ar₃ 및 Ar₄는 서로 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다.

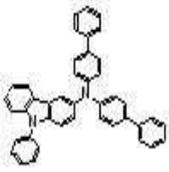
[0027] 상기 화학식 2에서, Ar₃ 및 Ar₄는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 스파이로바이플루오레닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0028] 상기 화학식 2에서, Ar₅는 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 피리딘기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

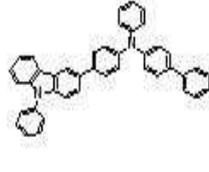
[0029] 상기 화학식 2에서, L₂는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오닐렌기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0030] 상기 제2 정공 수송 재료는 하기 화합물군 2에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

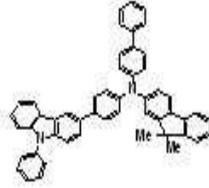
[0031] [화합물군 2]



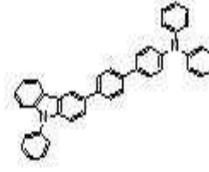
2-1



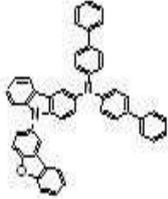
2-2



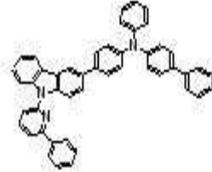
2-3



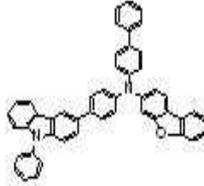
2-4



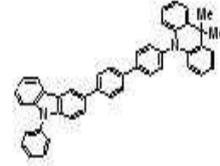
2-5



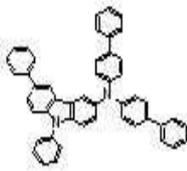
2-6



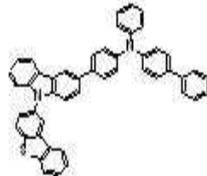
2-7



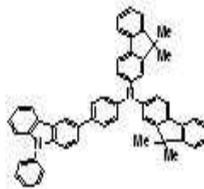
2-8



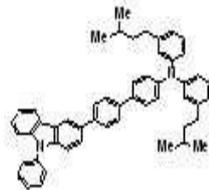
2-9



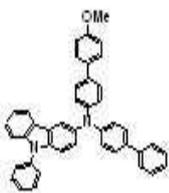
2-10



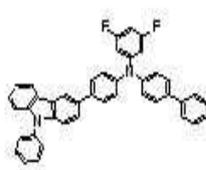
2-11



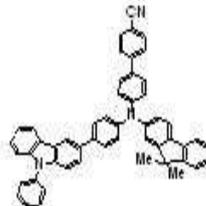
2-12



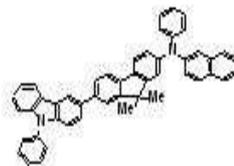
2-13



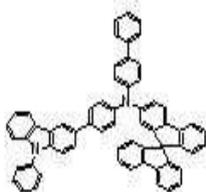
2-14



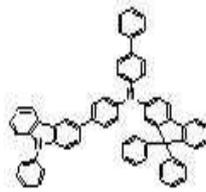
2-15



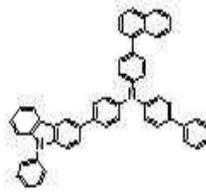
2-16



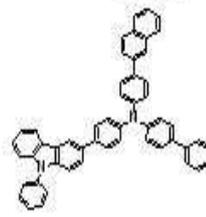
2-17



2-18



2-19



2-20

[0032]

[0033] 상기 화학식 3에서, Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 및 치환 또는 비치환된 다이벤조티오펜기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

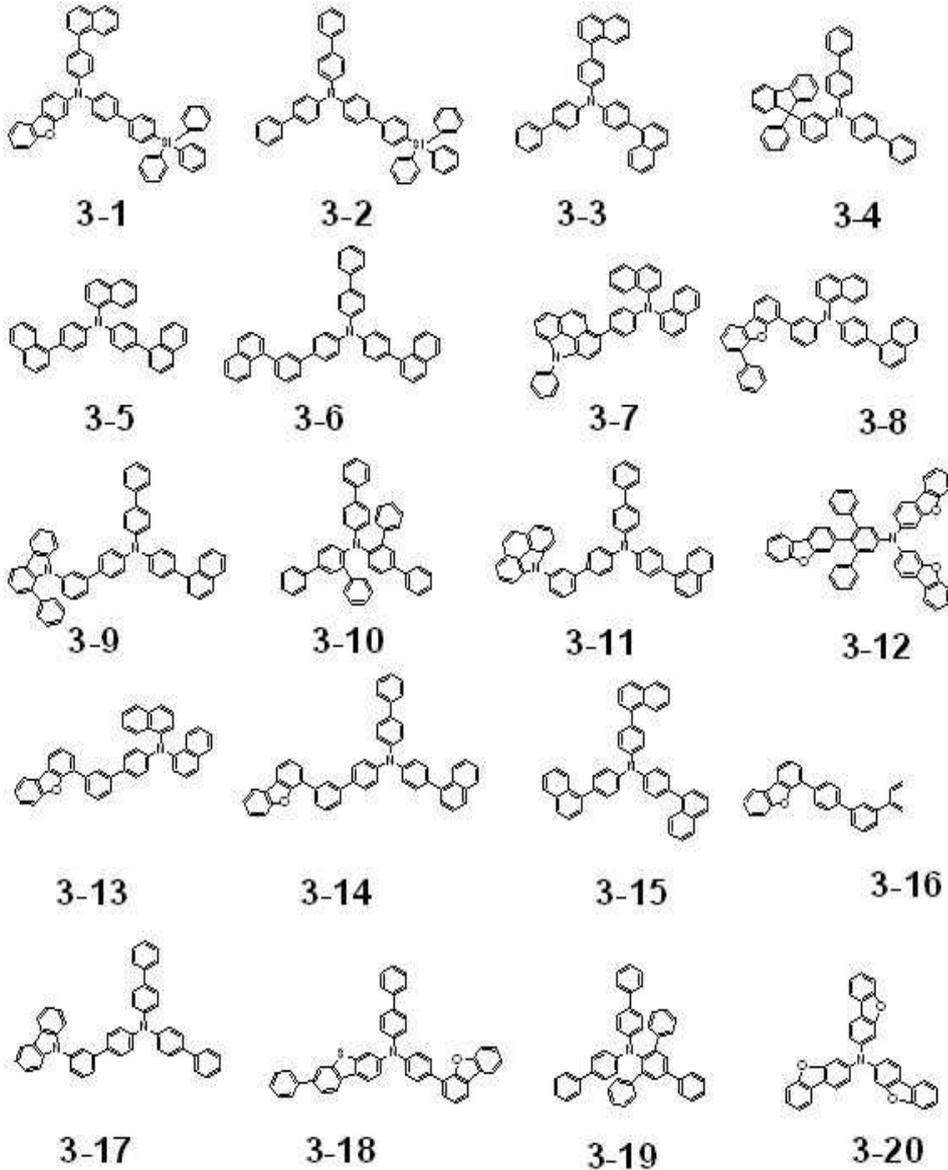
[0034]

상기 화학식 3에서, R₅는 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 및 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0035]

상기 제3 정공 수송 재료는 하기 화합물군 3에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0036] [화합물군 3]



[0037]

[0038] 상기 화학식 4에서, Ar₈은 R₆ 및 R₁₃ 중 적어도 하나와 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다.

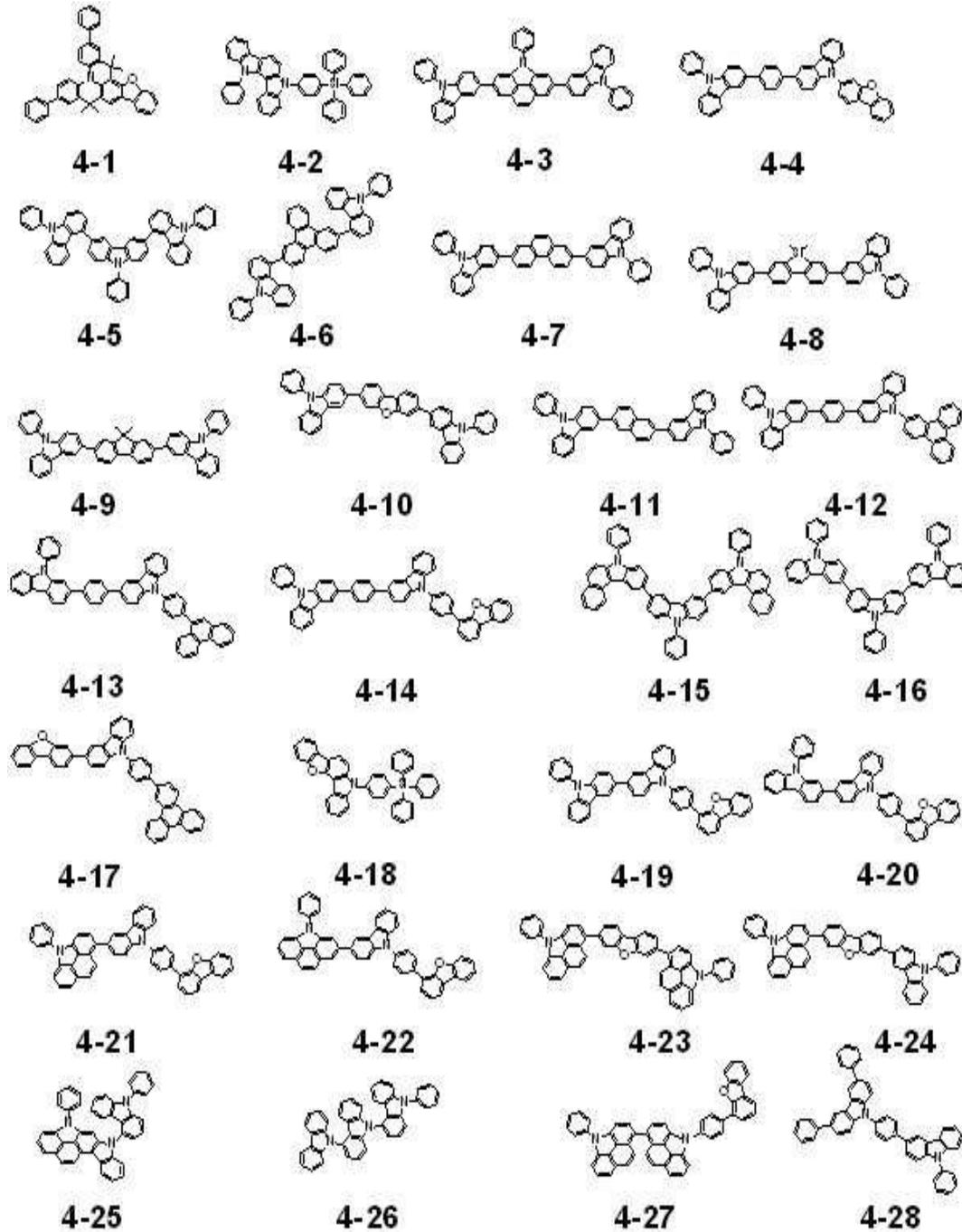
[0039] 상기 화학식 4에서, R₉는 R₁₀와 결합하여 X를 포함하는 고리를 형성하는 것일 수 있다.

[0040] 상기 화학식 4에서, Ar₈은 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기 및 치환 또는 비치환된 카바졸기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0041] R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 트리페닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트렌기 및 치환 또는 비치환된 다이벤조실롤기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0042] 상기 제4 정공 수송 재료는 하기 화합물군 4에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0043] [화합물군 4]



[0044]

[0045] 상기 정공 수송 영역은 상기 애노드 및 상기 제1 정공 수송층 사이에 제공되는 정공 주입층을 더 포함하는 것일 수 있다.

[0046]

상기 전자 수송 영역은 전자 수송층 및 상기 전자 수송층 상에 제공되는 전자 주입층을 포함하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0047]

본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 높은 발광 효율 및 장수명을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0050] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0051] 본 출원에서, "포함하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하부에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [0052] 본 명세서에서, "치환 또는 비치환된"은 중수소, 할로젠기, 니트릴기, 니트로기, 아미노기, 실릴기, 붕소기, 포스핀 옥사이드기, 알킬기, 알콕시기, 알케닐기, 플루오레닐기, 아릴기 및 헤테로 고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 것을 의미할 수 있다. 또한, 상기 예시된 치환기 각각은 치환 또는 비치환된 것일 수 있다. 예를 들어, 비페닐기는 아릴기로 해석될 수도 있고, 페닐기로 치환 또는 비치환된 페닐기로 해석될 수도 있다.
- [0053] 본 명세서에서, "인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성"한다는 인접하는 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 고리를 형성하는 것을 의미할 수 있다. 탄화수소 고리는 지방족 탄화수소 고리 및 방향족 탄화수소 고리를 포함한다. 헤테로 고리는 지방족 헤테로 고리 및 방향족 헤테로 고리를 포함한다. 탄화수소 고리 및 헤테로 고리는 단환 또는 다환일 수 있다. 또한, 인접하는 기와 서로 결합하여 형성된 고리는 다른 고리와 연결되어 스피로 구조를 형성하는 것일 수도 있다.
- [0054] 본 명세서에서, "인접하는 기"는 해당 치환기가 치환된 원자와 직접 연결된 원자에 치환된 치환기, 해당 치환기가 치환된 원자에 치환된 다른 치환기 또는 해당 치환기와 입체구조적으로 가장 인접한 치환기를 의미할 수 있다. 예컨대, 1,2-디메틸벤젠(1,2-dimethylbenzene)에서 2개의 메틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있고, 1,1-디에틸시클로펜텐(1,1-diethylcyclopentene)에서 2개의 에틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있다.
- [0055] 본 명세서에서, 할로젠기의 예로는 불소, 염소, 브롬 또는 요오드가 있다.
- [0056] 본 명세서에서, 알킬기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리형일 수 있다. 알킬기의 탄소수는 1 이상 30 이하, 1 이상 20 이하, 1 이상 10 이하 또는 1 이상 6 이하이다. 알킬기의 예로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, s-부틸기, t-부틸기, i-부틸기, 2-에틸부틸기, 3, 3-디메틸부틸기, n-펜틸기, i-펜틸기, 네오펜틸기, t-펜틸기, 시클로펜틸기, 1-메틸펜틸기, 3-메틸펜틸기, 2-에틸펜틸기, 4-메틸-2-펜틸기, n-헥실기, 1-메틸헥실기, 2-에틸헥실기, 2-부틸헥실기, 시클로헥실기, 4-메틸시클로헥실기, 4-t-부틸시클로헥실기, n-헵틸기, 1-메틸헵틸기, 2, 2-디메틸헵틸기, 2-에틸헵틸기, 2-부틸헵틸기, n-옥틸기, t-옥틸기, 2-에틸옥틸기, 2-부틸옥틸기, 2-헥실옥틸기, 3, 7-디메틸옥틸기, 시클로옥틸기, n-노닐기, n-데실기, 아다만틸기, 2-에틸데실기, 2-부틸데실기, 2-헥실데실기, 2-옥틸데실기, n-운데실기, n-도데실기, 2-에틸도데실기, 2-부틸도데실기, 2-헥실도데실기, 2-옥틸도데실기, n-트리데실기, n-테트라데실기, n-펜타데실기, n-헥사데실기, 2-에틸헥사데실기, 2-부틸헥사데실기, 2-헥실헥사데실기, 2-옥틸헥사데실기, n-헵타데실기, n-옥타데실기, n-노나데실기, n-이코실기, 2-에틸이코실기, 2-부틸이코실기, 2-헥실이코실기, 2-옥틸이코실기, n-헨이코실기, n-도코실기, n-트리코실기, n-테트라코실기, n-펜타코실기, n-헥사코실기, n-헵타코실기, n-옥타코실기, n-노나코실기 및 n-트리아콘틸기 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.
- [0057] 본 명세서에서, 아릴기는 방향족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 아릴기는

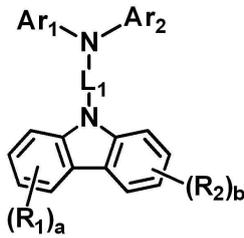
단환식 아릴기 또는 다환식 아릴기일 수 있다. 아릴기의 고리 형성 탄소수는 6 이상 30 이하 또는 6 이상 20 이하일 수 있다. 아릴기의 예로는 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 비페닐기, 터페닐기, 퀴터페닐기, 퀴크페닐기, 섹시페닐기, 트리페닐렌기, 피레닐기, 벤조 플루오란테닐기, 크리세닐기 등을 예시할 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.

- [0058] 본 명세서에서, 플루오레닐기는 치환될 수 있고, 치환기 2개가 서로 결합하여 스피로 구조를 형성할 수도 있다.
- [0059] 본 명세서에서, 헥테로 아릴기는 이종 원소로 O, N 및 S 중 1개 이상을 포함하는 헥테로 아릴기일 수 있다. 헥테로 아릴기의 고리 형성 탄소수는 2 이상 30 이하 또는 2 이상 20 이하이다. 헥테로 아릴기의 예로는 티오펜기, 퓨란기, 피롤기, 이미다졸기, 티아졸기, 옥사졸기, 옥사디아졸기, 트리아졸기, 피리딜기, 비피리딜기, 피리미딜기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딜기, 피리다진기, 피라지닐기, 퀴놀리닐기, 퀴나졸린기, 퀴놀살리닐기, 페녹사질기, 프탈라지닐기, 피리도 피리미디닐기, 피리도 피라지닐기, 피라지노 피라지닐기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, N-아릴카바졸기, N-헥테로아릴카바졸기, N-알킬카바졸기, 벤조옥사졸기, 벤조이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조티오펜기, 디벤조티오펜기, 티에노티오펜기, 벤조퓨라닐기, 페난쓰롤린기(phenanthroline), 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤조티아졸릴기, 페노티아지닐기 및 디벤조퓨라닐기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.
- [0060] 본 명세서에서, 아릴렌기는 2가인 것을 제외하고는 전술한 아릴기에 관한 설명이 적용될 수 있다.
- [0061] 본 명세서에서, 실릴기는 알킬 실릴기 및 아릴 실릴기를 포함한다. 실릴기의 예로는 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기, t-부틸디메틸실릴기, 비닐디메틸실릴기, 프로필디메틸실릴기, 트리페닐실릴기, 디페닐실릴기, 페닐실릴기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.
- [0062] 본 명세서에서, 붕소기는 알킬 붕소기 및 아릴 붕소기를 포함한다. 붕소기의 예로는 트리메틸붕소기, 트리에틸붕소기, t-부틸디메틸붕소기, 트리페닐붕소기, 디페닐붕소기, 페닐붕소기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.
- [0063] 본 명세서에서, 알케닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있다. 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하 또는 2 이상 10 이하이다. 알케닐기의 예로는 비닐기, 1-부테닐기, 1-펜테닐기, 1,3-부타디에닐 아릴기, 스티레닐기, 스티베닐기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.
- [0064] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자에 대하여 설명한다.
- [0065] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0066] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(10)는 애노드(AN), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR) 및 캐소드(CAT)를 포함한다.
- [0067] 애노드(AN)는 도전성을 갖는다. 애노드(AN)는 화소 전극 또는 양극일 수 있다. 애노드(AN)는 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 애노드(AN)가 투과형 전극인 경우, 애노드(AN)는 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다. 애노드(AN)가 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 애노드(AN)는 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다.
- [0068] 정공 수송 영역(HTR)은 애노드(AN) 상에 제공된다. 정공 수송 영역(HTR)은 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)을 포함한다. 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL), 정공 버퍼층 및 전자 저지층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다.
- [0069] 정공 수송 영역(HTR)은 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0070] 정공 주입층(HIL)은 예를 들어, 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine)

화합물; DNTPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine), m-MTDATA(4,4',4"-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine), TDATA(4,4'4"-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine), 2-TNATA(4,4',4"-tris{N,-(2-naphthyl)-N-phenylamino}-triphenylamine), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate)), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), PANI/PSS((Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate)), NPB(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidine), 트리페닐아민을 포함하는 폴리에테르케톤(TPAPEK), 4-Isopropyl-4'-methyldiphenyliodonium Tetrakis(pentafluorophenyl)borate] 등을 포함할 수 있다.

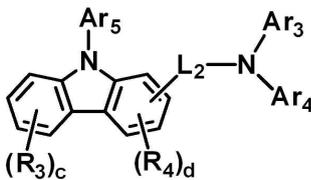
[0071] 제1 정공 수송층(HTL1)은 하기 화학식 1로 표시되는 제1 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 2로 표시되는 제2 정공 수송 재료를 포함한다. 제2 정공 수송층(HTL2)은 제1 정공 수송층(HTL1) 상에 제공된다. 제2 정공 수송층(HTL2)은 하기 화학식 3으로 표시되는 제3 정공 수송 재료 또는 하기 화학식 4로 표시되는 제4 정공 수송 재료를 포함한다.

[0072] [화학식 1]



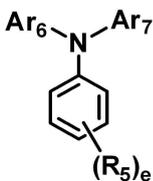
[0073]

[0074] [화학식 2]



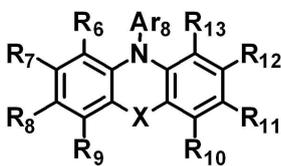
[0075]

[0076] [화학식 3]



[0077]

[0078] [화학식 4]



[0079]

[0080] 상기 화학식 1, 상기 화학식 2, 상기 화학식 3 및 상기 화학식 4에서,

[0081] Ar₁, Ar₂, Ar₃, Ar₄, Ar₅, Ar₆, Ar₇ 및 Ar₈은 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

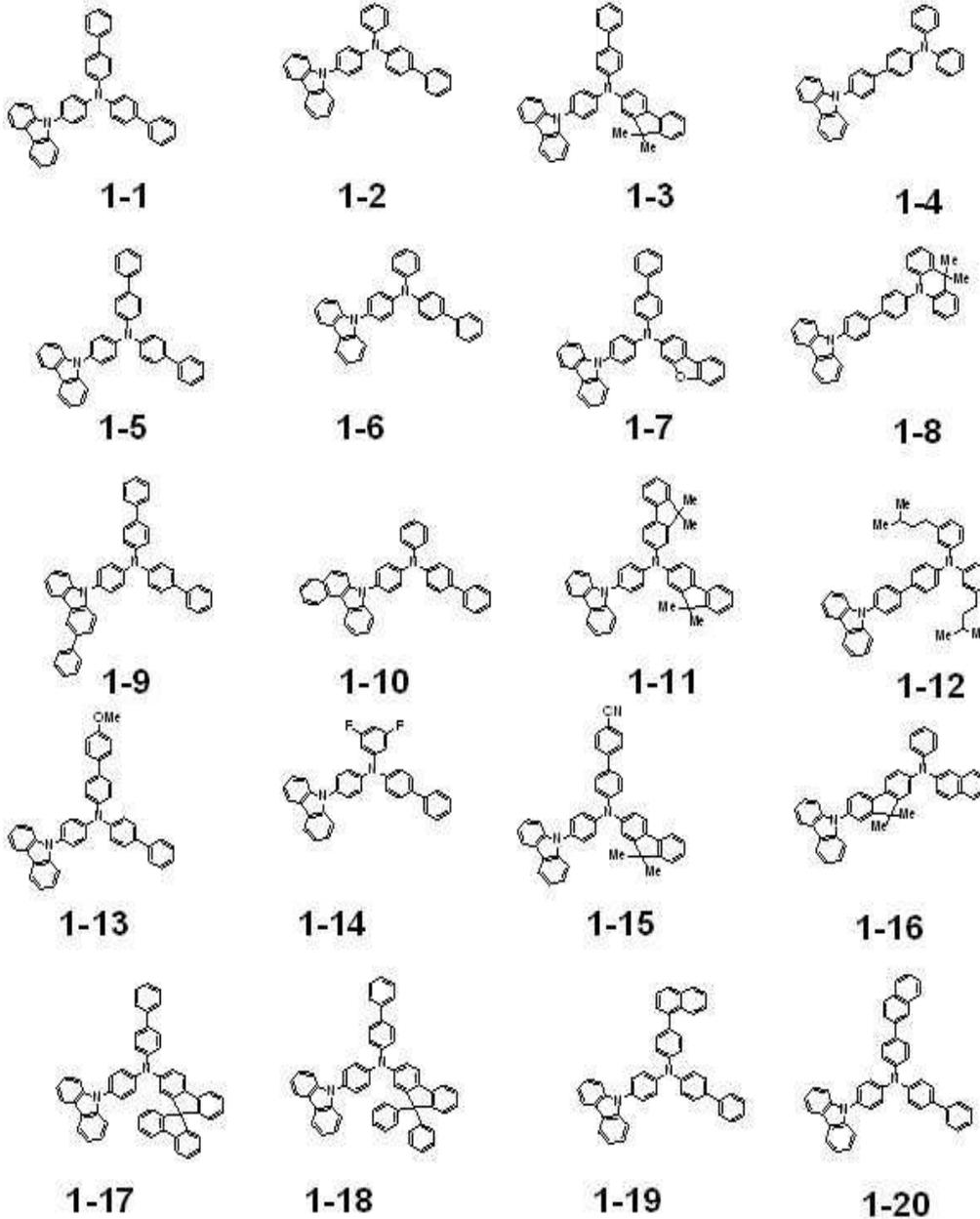
[0082] X는 직접 결합 또는 CR₁₄R₁₅이고,

[0083] R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치

환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택되고,

- [0084] L_1 및 L_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 탄소수 6 이상 30 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기 중에서 선택되고,
- [0085] a, b 및 c는 각각 독립적으로, 예를 들어, 0 내지 4의 정수이고, d는 0 내지 3의 정수이고, e는 0 내지 5의 정수이다.
- [0086] e가 2 이상인 경우, 서로 인접하는 $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}$ 및 R_{15} 는 서로 고리를 형성할 수 있다.
- [0087] 상기 화학식 1에서, Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0088] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 아크리딘기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0089] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 알킬기로 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 알킬기로 치환 또는 비치환된 아크리딘기, 알킬기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 알콕시기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 할로젠기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 니트릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 아릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0090] Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 페닐기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 나프틸기로 치환 또는 비치환된 페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0091] 상기 화학식 1에서, L_1 은 직접 결합, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 이상 30 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기 중에서 선택된다.
- [0092] L_1 은 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0093] 상기 화학식 1에서, R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0094] 상기 화학식 1에서, a 및 b는 각각 독립적으로, 예를 들어, 0 내지 4의 정수이다.
- [0095] a가 1 이상의 정수일 때, 복수의 R_1 은 서로 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있고, 적어도 하나의 R_1 은 상이할 수도 있다. b가 1 이상의 정수일 때, 복수의 R_2 는 서로 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있고, 적어도 하나의 R_2 는 상이할 수도 있다.
- [0096] 제1 정공 수송 재료는 예를 들어, 하기 화합물군 1에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0097] [화합물군 1]



[0098]

[0099] 상기 화학식 2에서, Ar₃ 및 Ar₄는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로젠 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.

[0100]

Ar₃ 및 Ar₄는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기 및 치환 또는 비치환된 스파이로바이플루오레닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0101]

Ar₃ 및 Ar₄는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 알킬기로 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 알킬기로 치환 또는 비치환된 아크리딘기, 치환 또는 비치환된 알킬기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 알콕시기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 할로젠기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 니트릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

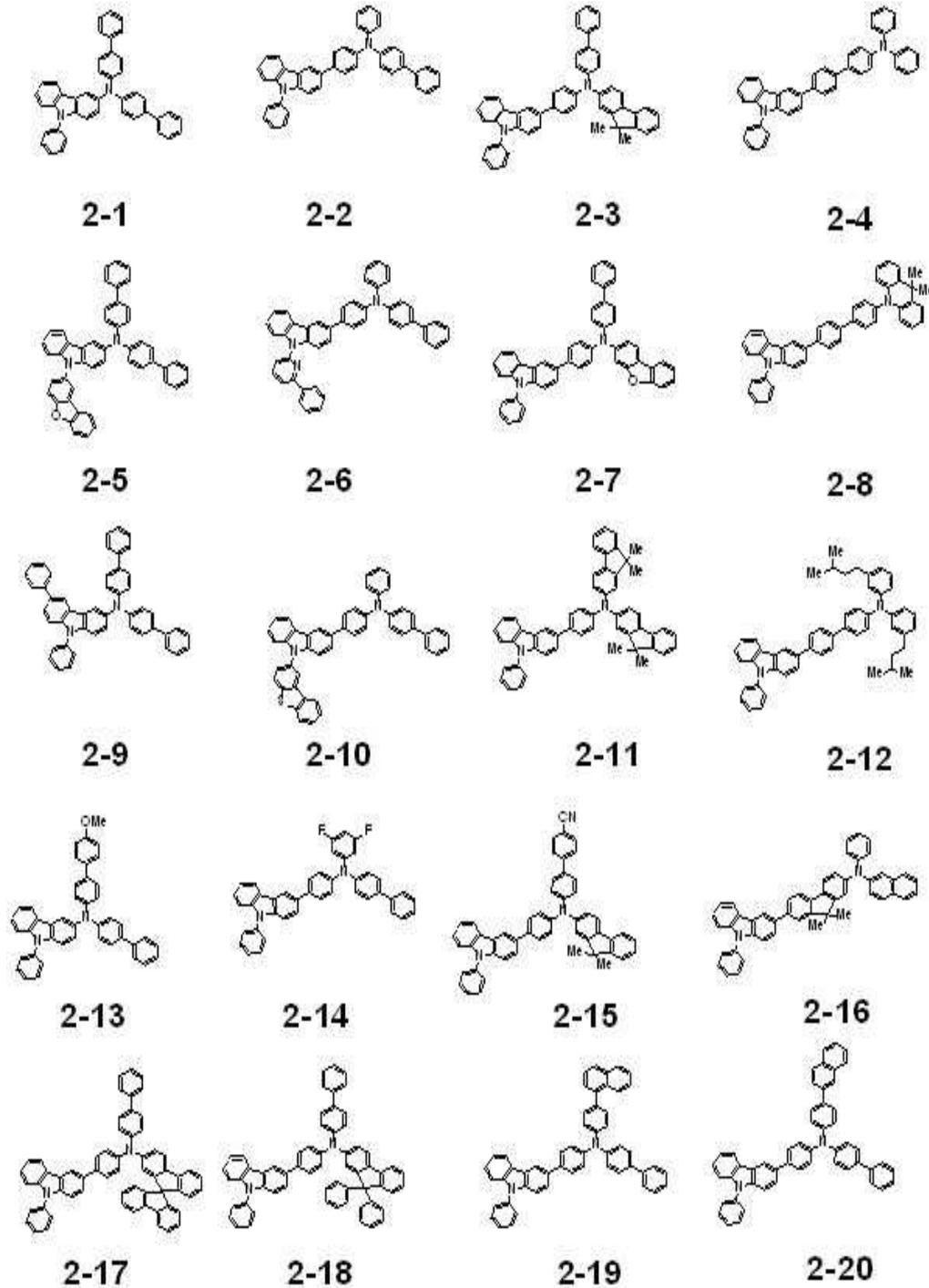
[0102]

Ar₃ 및 Ar₄는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 페닐기

는 비치환된 나프틸기로 치환 또는 비치환된 페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

- [0103] Ar_3 및 Ar_4 는 서로 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. Ar_3 및 Ar_4 는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 아릴기를 형성하는 것일 수 있다. Ar_3 및 Ar_4 는 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 아크리딘기를 형성하는 것일 수 있다.
- [0104] 상기 화학식 2에서, Ar_5 는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0105] Ar_5 는 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 및 치환 또는 비치환된 피리딘기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0106] 상기 화학식 2에서, L_2 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 이상 30 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기 중에서 선택된다.
- [0107] L_2 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기 및 치환 또는 비치환된 플루오닐렌기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0108] 상기 화학식 2에서, R_3 및 R_4 는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0109] 상기 화학식 2에서, c 는 0 내지 4의 정수이다. 상기 화학식 2에서, d 는 0 내지 3의 정수이다.
- [0110] c 가 1 이상의 정수일 때, 복수의 R_3 은 서로 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있고, 적어도 하나의 R_3 은 상이할 수도 있다. d 가 1 이상의 정수일 때, 복수의 R_4 는 서로 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있고, 적어도 하나의 R_4 는 상이할 수도 있다.
- [0111] 제2 정공 수송 재료는 예를 들어, 하기 화합물군 2에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0112] [화합물군 2]



[0113]

[0114]

상기 화학식 3에서, Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.

[0115]

Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 및 치환 또는 비치환된 다이벤조티오펜기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

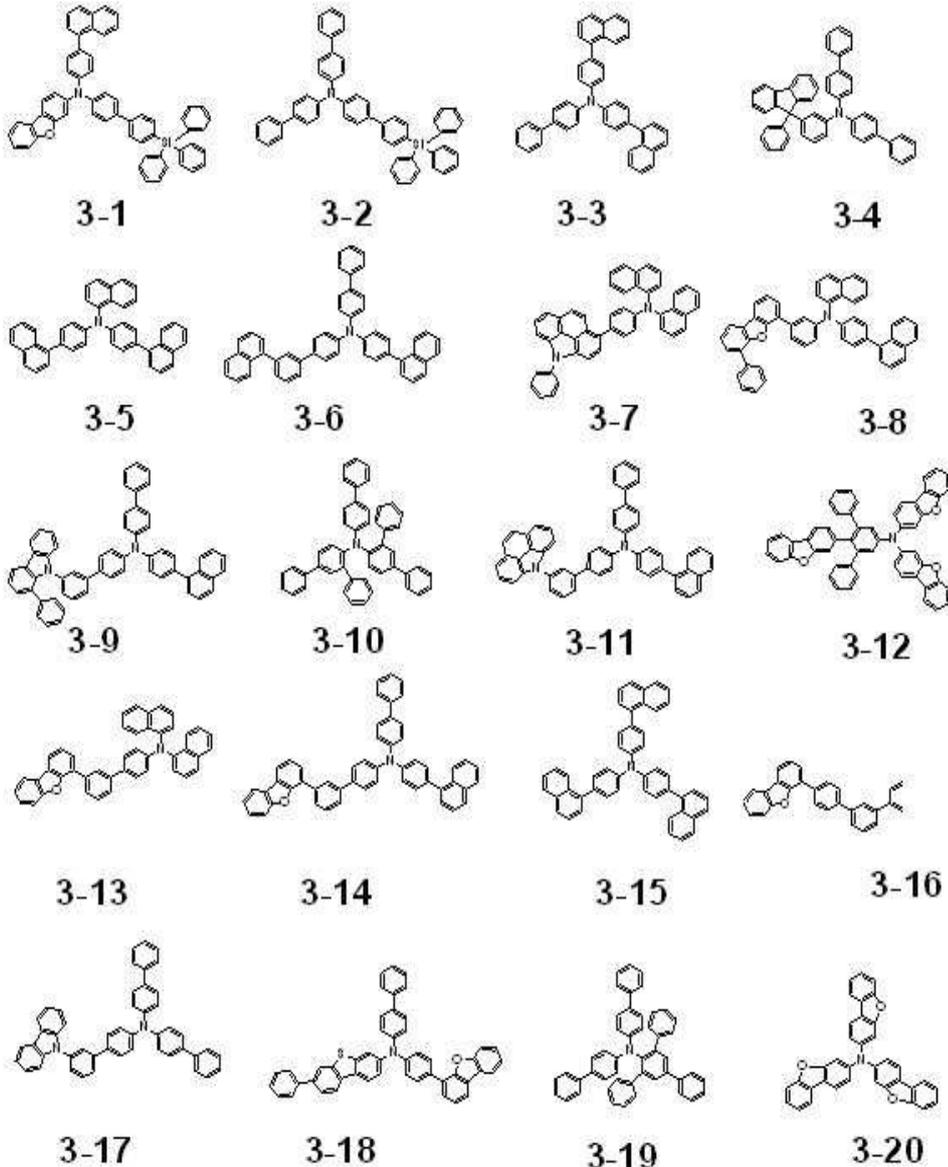
[0116]

Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 다이벤조티오

펜기 및 치환 또는 비치환된 아틸기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

- [0117] Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 트리페닐실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0118] Ar₆ 및 Ar₇는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기 및 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0119] 상기 화학식 3에서, R₅는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헥테로 아틸기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로젠 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0120] R₅는 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 및 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0121] R₅는 치환 또는 비치환된 실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아틸기로 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 아틸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아틸기로 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기 및 치환 또는 비치환된 아틸기로 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0122] R₅는 치환 또는 비치환된 나프틸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0123] 상기 화학식 3에서, e는 0 내지 5의 정수이다. e가 1 이상의 정수일 때, 복수의 R₅는 서로 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있고, 적어도 하나의 R₅는 상이할 수도 있다.
- [0124] 제3 정공 수송 재료는 예를 들어, 하기 화합물군 3에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0125] [화합물군 3]



[0126]

[0127] 상기 화학식 4에서, Ar₈은 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.

[0128]

Ar₈은 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기 및 치환 또는 비치환된 카바졸기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0129]

Ar₈은 치환 또는 비치환된 실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 바이페닐기 및 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 카바졸기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

[0130]

Ar₈은 치환 또는 비치환된 트리페닐실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 페난트렌기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 트리페닐렌기로 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환 또는 비치환된 카바졸기 중에서 선택되는 것일 수 있다.

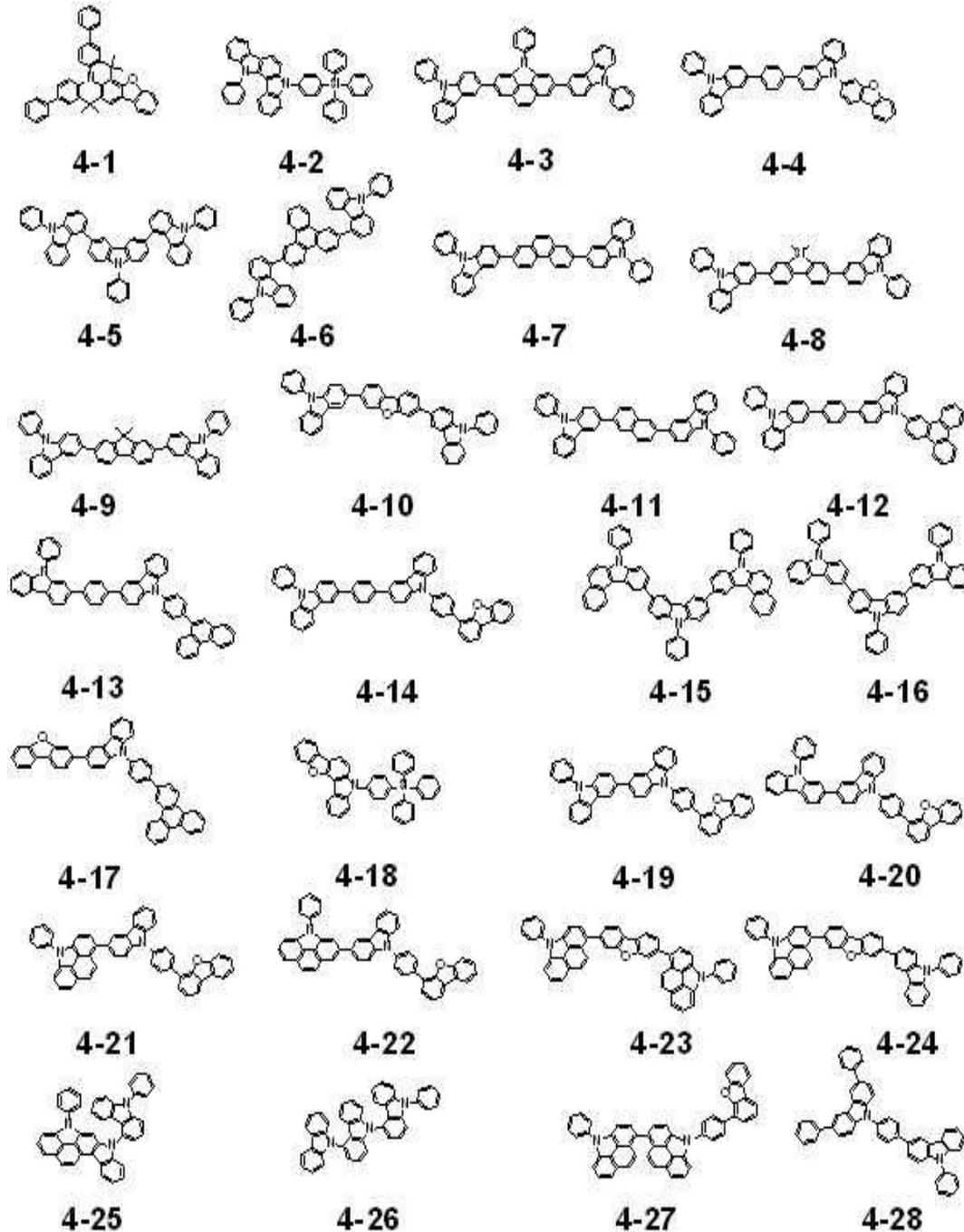
[0131]

상기 화학식 4에서, Ar₈은 R₆ 및 R₁₃ 중 적어도 하나와 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. Ar₈은 R₆ 및 R₁₃ 중 적어도 하나와 결합하고, 이에 따라 제4 정공 수송 재료는 화합물 구조 내에 치환 또는 비치환된 benzo furo

quinolino acridine기를 포함할 수 있다.

- [0132] 상기 화학식 4에서, R₉는 R₁₀와 결합하여 X를 포함하는 고리를 형성하는 것일 수 있다. X는 직접 결합 또는 CR₁₄R₁₅이다. Ar₈과 결합하는 N와 X는 5각 고리를 형성할 수도 있고, 6각 고리를 형성할 수도 있다.
- [0133] R₉는 R₁₀와 결합하여, 고리를 형성하고, 이에 따라 제4 정공 수송 재료는 화합물 구조 내에 치환 또는 비치환된 인도로카바졸기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 벤조카바졸기, 치환 또는 비치환된 benzofurocarbazole기 또는 치환 또는 비치환된 benzo[def]indolocarbazole기를 포함할 수 있다.
- [0134] 상기 화학식 4에서, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 할로겐 원자, 중수소 원자 및 수소 원자 중에서 선택된다.
- [0135] R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 트리페닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트렌기 및 치환 또는 비치환된 다이벤조실릴기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0136] R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 트리페닐렌기, 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 페난트렌기 및 치환 또는 비치환된 아릴기로 치환 또는 비치환된 다이벤조실릴기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0137] R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ 및 R₁₅는 각각 독립적으로, 예를 들어, 치환 또는 비치환된 트리페닐실릴기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 페닐기로 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 benzo[def]carbazole기로 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 트리페닐렌기, 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 페난트렌기 및 치환 또는 비치환된 카바졸기로 치환 또는 비치환된 다이벤조실릴기 중에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0138] 제4 정공 수송 재료는 예를 들어, 하기 화합물군 4에 표시되는 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0139] [화합물군 4]



[0140]

[0141]

정공 수송 영역(HTR)은 앞서 언급한 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하 생성 물질을 더 포함할 수 있다. 전하 생성 물질은 정공 수송 영역(HTR) 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 전하 생성 물질은 예를 들어, p-도펀트(dopant)일 수 있다. p-도펀트는 퀴논(quinone) 유도체, 금속 산화물 및 시아노(cyano)기 함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, p-도펀트의 비제한적인 예로는, TCNQ(Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체, 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0142]

앞서 언급한 바와 같이, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL), 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2) 외에, 정공 버퍼층 및 전자 저지층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 정공 버퍼층은 발광층(EML)에서 방출되는 광의 파장에 따른 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시킬 수 있다. 정공 버퍼층에 포함되는 물질로는 정공 수송 영역(HTR)에 포함될 수 있는 물질을 사용할 수 있다. 전자 저지층은 전자 수송 영역

(ETR)으로부터 정공 수송 영역(HTR)으로의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다.

- [0143] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR) 상에 제공된다. 발광층(EML)은 제2 정공 수송층(HTL2) 상에 제공된다. 발광층(EML)의 두께는 예를 들어, 약 100Å 내지 약 300Å인 것일 수 있다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0144] 발광층(EML)은 레드광, 그린광, 블루광, 화이트광, 옐로우광, 시안광 중 하나를 발광하는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 형광 물질 또는 인광물질을 포함할 수 있다. 발광층(EML)은 열 활성화 지연 형광 재료를 포함할 수 있다. 또한, 발광층(EML)은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다. 발광층(EML)은 예를 들어 10nm 이상 60nm 이하의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0145] 호스트는 통상적으로 사용하는 물질이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), PVK(poly(n-vinylcabazole), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), TBADN(3-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2''-dimethyl-biphenyl), MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene) 등을 사용될 수 있다.
- [0147] 도펀트는 도너기 및 억셉터기를 갖춘 발광재료(열활성화 지연형광물질)를 포함한다.
- [0148] 발광층(EML)이 적색을 발광 할 때, 발광층(EML)예를 들어, 호스트 재료로서 예를 들면, 4,4'-bis(9-carbazolyl)-1,1'-biphenyl(CBP) 1,3,5-tri [(3-pyridyl)-phen-3-yl] benzene(BmPyPb)를 포함할 수 있다. 도펀트는 예를 들어, 4,4',4''-(1,3,3a¹,4,6,7,9-heptaazaphenalene- 2,5,8-triyl)tris(N,N-bis(4-(tert-butyl)phenyl)aniline)(HAP-3TPA), 2,4,6-Tri(4-(10H-phenoxazin-10H-yl)phenyl)-1,3,5-triazine(tri-PXZ-TRZ) 및 그 유도체에서 선택할 수 있다.
- [0149] 발광층(EML)이 녹색을 발광 할 때 발광층(EML)예를 들어, 호스트 재료로서 예를 들면, N, N'-dicarbazolyl-3,5-benzene(mCP), 1,3,5-tri [(3-pyridyl)-phen-3-yl] benzene(BmPyPb)를 포함할 수 있다. 도펀트는 예를 들어, 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene(4CzIPN), 2,5-bis(carbazol-9-yl)-1,4-dicyanobenzene(CzTPN) 및 그 유도체에서 선택할 수 있다.
- [0150] 발광층(EML)이 청색을 발광 할 때 발광층(EML)예를 들어, 호스트 재료로서 예를 들면, 4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine(TCTA)를 포함할 수 있다. 도펀트는 예를 들어, Bis [4-(9,9-diMethyl-9,10-dihydroacridine)phenyl] sulfone(DMAC-DSP), 4,5-bis(carbazol-9-yl)-1,2-dicyanobenzene(2CzPN), m-bisCzTRZ 및 그 유도체에서 선택할 수 있다.
- [0152] 전자 수송 영역(ETR)은 발광층(EML) 상에 제공된다. 전자 수송 영역(ETR)은, 전자 저지층, 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층(EIL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0153] 전자 수송 영역(ETR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0154] 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 전자 주입층(EIL) 또는 전자 수송층(ETL)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 전자 주입 물질과 전자 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 전자 수송 영역(ETR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 애노드(AN)로부터 차례로 적층된 전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL), 정공 저지층/전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL) 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다.
- [0155] 전자 수송 영역(ETR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0156] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 수송층(ETL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 Alq3(Tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), 1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene, 2,4,6-tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)-1,3,5-triazine, 2-(4-(N-phenylbenzimidazolyl-1-yl)phenyl)-9,10-dinaphthylanthracene, TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-

phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BA1q(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq2(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) 및 이들의 혼합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송층(ETL)들의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 전자 수송층(ETL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0157] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 LiF, LiQ(Lithium quinolate), Li₂O, BaO, NaCl, CsF, Yb와 같은 란타넘족 금속, 또는 RbCl, RbI와 같은 할로겐화 금속 등이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 주입층(EIL)은 또한 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질로 이루어질 수 있다. 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0158] 전자 수송 영역(ETR)은 앞서 언급한 바와 같이, 정공 저지층을 포함할 수 있다. 정공 저지층은 예를 들어, BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0159] 캐소드(CAT)는 전자 수송 영역(ETR) 상에 제공된다. 캐소드(CAT)는 공통 전극 또는 음극일 수 있다. 캐소드(CAT)는 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 캐소드(CAT)가 투과형 전극인 경우, 캐소드(CAT)는 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다.

[0160] 캐소드(CAT)가 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 캐소드(CAT)는 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다.

[0161] 도시하지는 않았으나, 캐소드(CAT)는 보조 전극과 연결될 수 있다. 캐소드(CAT)가 보조 전극과 연결되면, 캐소드(CAT)의 저항을 감소시킬 수 있다.

[0162] 유기 전계 발광 소자(10)에서, 애노드(AN)와 캐소드(CAT)에 각각 전압이 인가됨에 따라 애노드(AN)로부터 주입된 정공(hole)은 정공 수송 영역(HTR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동되고, 캐소드(CAT)로부터 주입된 전자가 전자 수송 영역(ETR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동된다. 전자와 정공은 발광층(EML)에서 재결합하여 여기자(exciton)를 생성하며, 여기자가 여기 상태에서 바닥 상태로 떨어지면서 발광하게 된다.

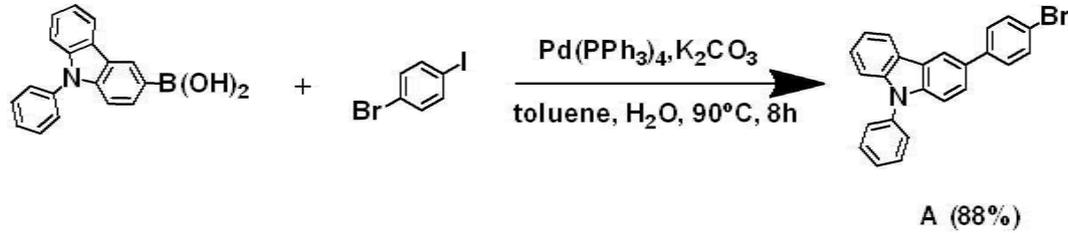
[0163] 유기 전계 발광 소자(10)가 전면 발광형일 경우, 애노드(AN)는 반사형 전극이고, 캐소드(CAT)는 투과형 전극 또는 반투과형 전극일 수 있다. 유기 전계 발광 소자(10)가 배면 발광형일 경우, 애노드(AN)는 투과형 전극 또는 반투과형 전극이고, 캐소드(CAT)는 반사형 전극일 수 있다.

[0164] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 각각 아민기를 포함하는 제1 정공 수송 재료 또는 제2 정공 수송 재료를 포함하는 제1 정공 수송층을 포함하고, 하나의 아민기를 포함하는 제3 정공 수송 재료 또는 N을 포함하는 고리를 포함하는 제4 정공 수송 재료를 포함하는 제2 정공 수송층을 포함한다. 제1 정공 수송 재료 및 제2 정공 수송 재료 각각은 아민기를 포함하여, 정공 수송성이 높고, 제3 정공 수송 재료는 하나의 아민기를 포함하고, 제4 정공 수송 재료를 N을 포함하는 고리를 포함하여, 전자 내성이 높다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 발광층 내에서 정공과 전자의 전하 밸런스를 적절하여, 높은 발광 효율 및 장수명을 구현할 수 있다.

[0166] 이하, 구체적인 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위

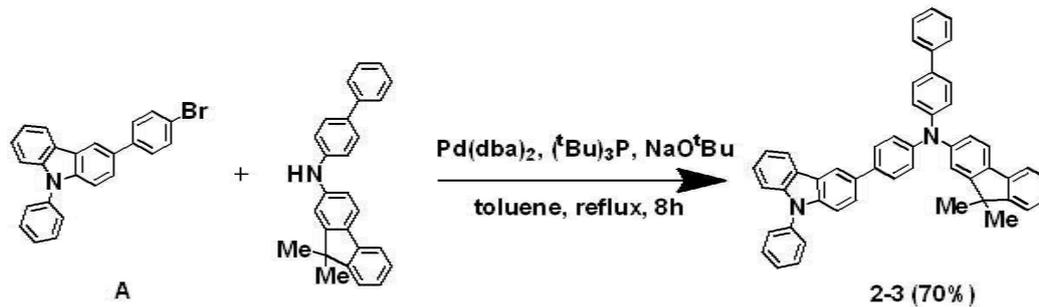
한 예시에 불과하며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0168] 실시예
- [0170] [합성예]
- [0171] [화합물의 합성]
- [0172] (화합물 A의 합성)



- [0173]
- [0174] Ar 분위기 하에서 200mL의 3구 플라스크에 9-Phenylcarbazole-3-boronic Acid 2.87g과 1-Bromo-4-iodobenzene 2.99g, Pd(PPh₃)₄ 0.33g, 탄산 칼륨 1.86g을 첨가하여 50mL 톨루엔, 20mL의 물의 혼합 용매 중에서, 90°C에서 8시간 가열 교반하였다. 공랭 후 물을 첨가하여 유기층을 분리하고 용매 증류하였다. 얻어진 조생성물을 실리카겔 컬럼 크로마토 그래피(다이클로로 메탄과 헥산의 혼합 용매를 사용)로 정제한 후 톨루엔 및 헥산 혼합 용매로 재결정을 실시하여 흰색 고체 화합물 A를 3.50g(수율 88%) 얻었다. FAB-MS 측정에 의해 측정된 화합물 A의 분자량은 398이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

- [0176] (화합물 2-3의 합성)



- [0177]
- [0178] Ar 분위기 하에서, 200mL의 3구 플라스크에 화합물A 3.98g와 N-[1,1'-biphenyl]-4-yl-9,9-dimethyl-9H-Fluoren-2-amine 3.62g, Pd(dba)₂ 0.563g, (t-Bu)₃P 0.19g, 나트륨 t-부톡 사이드 6.44g을 첨가하여, 130mL 톨루엔 용매에서 8시간 가열 환류 교반하였다. 공랭 후 물을 첨가하여 유기층을 분리하고 용매 증류하였다. 얻어진 조생성물을 실리카겔 컬럼 크로마토 그래피(톨루엔과 헥산의 혼합 용매를 사용)로 정제한 후 톨루엔 및 헥산 혼합 용매로 재결정하고, 노란색 고체 화합물 2-3을 4.75g(수율 70%) 얻었다. FAB-MS 측정에 의해 측정된 화합물 2-3의 분자량은 679이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

- [0180] (화합물 2-11 합성)

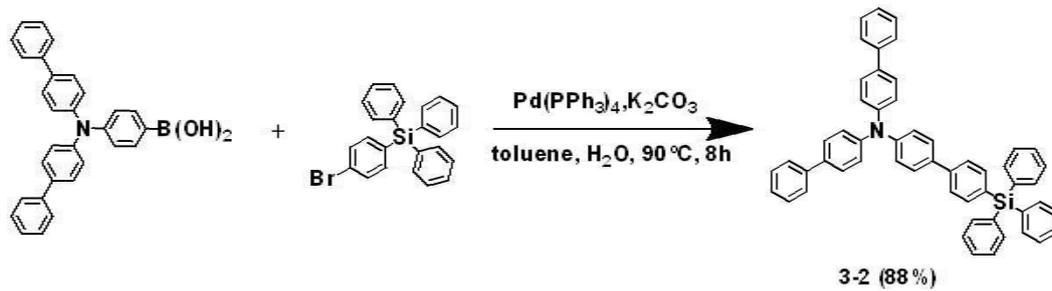
- [0181] 화합물 2-3의 합성에서 N-[1,1'-biphenyl]-4-yl-9,9-dimethyl-9H-Fluoren-2-amine 대신 N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amine을 사용한 것을 제외하고는 동일한 합성 방법으로 합성하였다. FAB-MS 측정에 의해 측정된 화합물 2-11의 분자량은 719이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

- [0183] (화합물 2-19 합성)

- [0184] 화합물 2-3의 합성에서 N-[1,1'-biphenyl]-4-yl-9,9-dimethyl-9H-Fluoren-2-amine 대신 N-[4-(1-naphthalenyl)phenyl]-[1,1'-Biphenyl]-4-amine을 사용한 것을 제외하고는 동일한 합성 방법으로 합성하였다. FAB-MS 측정에 의해 측정된 화합물 2-19의 분자량은 689이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정

하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

[0186] (화합물 3-2 합성)



[0187]

[0188] Ar 분위기 하에서 200mL의 3구 플라스크에 4-[bis(1,1'-biphenyl)-4-yl]amino phenylboronic acid 4.40g 및 4-Bromotetraphenylsilane 4.15g, Pd(PPh₃)₄ 0.263g, 탄산 칼륨 2.44g을 첨가하여 50mL 톨루엔, 20mL의 물의 혼합 용매 중에서 90°C에서 8시간 가열 교반하였다. 공랭 후 물을 첨가하여 유기층을 분리하고 용매 증류하였다. 얻어진 조생성물을 실리카겔 컬럼 크로마토 그래피(다이클로로 메탄과 헥산의 혼합 용매를 사용)로 정제한 후 톨루엔 및 헥산 혼합 용매로 재결정을 실시하여 흰색 고체 화합물 3-2을 6.33g(수율 88%) 얻었다. FAB-MS 측정 에 의해 측정된 화합물 3-2의 분자량은 719이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

[0190] (화합물 3-17의 합성)

[0191] 화합물 3-2의 합성에서 4-Bromotetraphenylsilane 대신 9-(3-bromophenyl)-9H-Carbazole을 사용한 것을 제외하고는 동일한 합성 방법으로 합성하였다. FAB-MS 측정에 의해 측정된 화합물 3-17의 분자량은 639이었다. FAB-MS는 JEOL 사의 JMS-700V를 사용하여 측정하였고, NMR은 Bruker Biospin KK사의 AVAVCE300M를 사용하여 1H-NMR을 측정하였다.

[0193] [유기 전계 발광 소자의 제작]

[0194] ITO로 150nm 두께의 양극을 형성하고, HAT-CN(2,3,6,7,10,11-Hexacyano-1,4,5, 8,9,12-hexaazatriphenylene)로 5nm 두께의 정공 주입층을 형성하고, 하기 표 1에 표시된 재료로 10nm 두께의 제1 정공 수송층을 형성하고, 하기 표 1에 표시된 재료로 100nm 두께의 제2 정공 수송층을 형성하고, 4CzIPN(2,4,5,6-tetrakis(carbazol-9-yl)-1,3-dicyanobenzene) 및 mCBP(3,3-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl)로 20nm의 발광층을 형성하고, T2T(2,4,6-tris(biphenyl-3-yl)-1,3,5-triazine)로 5nm 두께의 제1 전자 수송층을 형성하고, BPy-TP2로 25nm 두께의 제2 전자 수송층을 형성하고, LiF로 1nm 두께의 전자 주입층을 형성하고, Al로 100nm 두께의 음극을 형성하였다.

[0195] 소자의 전류 밀도는 Keithley Instruments 사의 2400 Series의 Source Meter, 전압은 주식회사 Konica MoniltaHoldings사의 색채 휘도계 CS-200, 발광 효율은 주식회사 일본 national Instruments 사의 측정용 PC Program LabVIEW8.2을 사용하여 측정하였다.

표 1

[0196]

소자 작성 예	제1 정공 수송층	제2 정공 수송층	발광 효율(cd/A)	수명(h)(LT90)
실시예 1	1-1	3-2	41	150
실시예 2	1-3	3-8	40	145
실시예 3	1-10	3-10	42	149
실시예 4	2-3	3-15	41	160
실시예 5	2-11	3-16	40	162
실시예 6	2-19	3-17	41	164
실시예 7	1-17	3-5	42	153
실시예 8	1-18	3-6	41	155
실시예 9	2-7	3-5	40	156
실시예 10	2-19	3-6	40	154
실시예 11	1-1	4-2	41	150
실시예 12	1-3	4-8	41	151
실시예 13	1-10	4-10	42	153

도면2

