(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0028406
(43) 공개일자 2017년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) *C07D 209/86* (2006.01)
C07D 471/04 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0059 (2013.01)
C07D 209/86 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7003149
(22) 출원일자(국제) 2015년07월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년02월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/069641
(87) 국제공개번호 WO 2016/006629
국제공개일자 2016년01월14일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-141152 2014년07월09일 일본(JP)

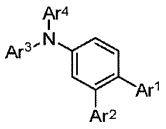
(71) 출원인
호도가야 가가쿠 고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 츄오쿠 야에스 2쵸메 4반 1고
(72) 발명자
요코야마 노리마사
일본국 도쿄도 츄오쿠 야에스 2쵸메 4반 1고 호도가야 가가쿠 고교 가부시키가이샤 나이
야마모토 다케시
일본국 도쿄도 츄오쿠 야에스 2쵸메 4반 1고 호도가야 가가쿠 고교 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **유기 전계발광 소자**

(57) 요 약

본 발명의 유기 EL 소자는 애노드, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 캐소드를 순서대로 가지며, 상기 정공 수송층은 하기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물을 함유한다:



(1)

(식 중,

Ar^1 내지 Ar^4 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

(52) CPC특허분류
C07D 471/04 (2013.01)
C09K 11/06 (2013.01)
H01L 51/006 (2013.01)
H01L 51/5056 (2013.01)
C09K 2211/1029 (2013.01)
C09K 2211/1044 (2013.01)

(72) 발명자
하야시 슈이치
일본국 도쿄도 츄오쿠 야에스 2쵸메 4반 1고 호도가야 가가쿠 고교 가부시키가이샤 나이

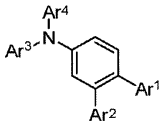
기타하라 히데요시
일본국 도쿄도 츄오쿠 야에스 2쵸메 4반 1고 호도가야 가가쿠 고교 가부시키가이샤 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

애노드, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 캐소드를 순서대로 갖는 유기 전계발광 소자에 있어서, 상기 정공 수송층이 하기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물을 함유하는 유기 전계발광 소자:



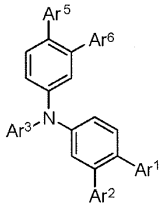
(1)

(식 중,

Ar^1 내지 Ar^4 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 아릴아민 화합물이 하기 일반식 (1a) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(1a)

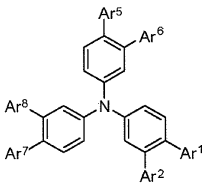
(식 중,

Ar^1 내지 Ar^3 은 각각 상기 정의한 바와 같은 기를 나타내고,

Ar^5 및 Ar^6 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 아릴아민 화합물이 하기 일반식 1(b) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(1b)

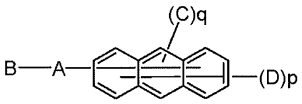
(식 중,

Ar^1, Ar^2, Ar^5 및 Ar^6 은 각각 상기 식 (1) 또는 식 (1a) 에서 정의한 바와 같으며,

Ar^7 및 Ar^8 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 전자 수송층이 하기 일반식 (2) 로 표시되는 안트라센 유도체를 함유하는 유기 전계발광 소자:



(2)

(식 중,

A 는 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타내고,

B 는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

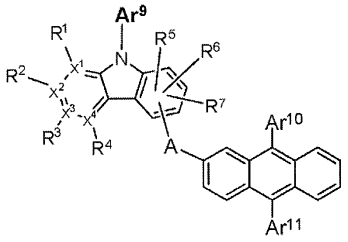
C 는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내고,

D 는 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기 또는 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기를 나타내며,

p 및 q 는, p 와 q 의 합계가 9 인 것을 조건으로, p 가 7 또는 8 의 정수를 나타내고, q 가 1 또는 2 의 정수를 나타낸다).

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 안트라센 유도체가 하기 일반식 (2a) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(2a)

(식 중,

A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

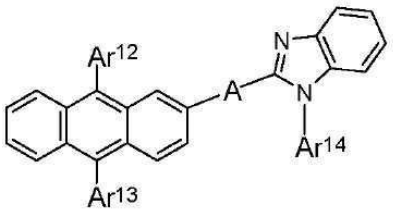
Ar^9, Ar^{10} 및 Ar^{11} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

R^1 내지 R^7 은 각각 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

X^1, X^2, X^3 및 X^4 는 각각 탄소 원자 또는 질소 원자를 나타내고, 단, X^1, X^2, X^3 및 X^4 의 오직 하나는 질소 원자를 나타내며, 수소 원자를 포함하여, R^1 내지 R^4 의 어느 것도 상기 질소 원자에 결합하지 않는다).

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 안트라센 유도체가 하기 일반식 (2b) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(2b)

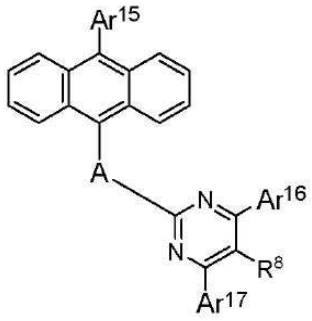
(식 중,

A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

Ar^{12}, Ar^{13} 및 Ar^{14} 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

청구항 7

제 4 항에 있어서, 상기 안트라센 유도체가 하기 일반식 (2c) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(2c)

(식 중,

A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

Ar^{15}, Ar^{16} 및 Ar^{17} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

R^{8} 은 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타낸다).

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 정공 수송층이 제 1 정공 수송층 및 제 2 정공 수송층을 갖는 2 층 구조를 가지며,

상기 제 2 정공 수송층이 상기 발광층 옆에 위치하고, 상기 아릴아민 화합물을 함유하는 유기 전계발광 소자.

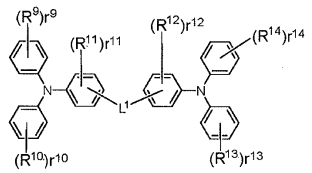
청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제 1 정공 수송층이 상기 제 2 정공 수송층에 함유되는 아릴아민 화합물과는 상이한 트리아릴아민 유도체를 함유하고,

상기 트리아릴아민 유도체는, 2 개의 트리아릴아민 골격이 단일 결합 또는 2 가의 탄화수소기에 의해 함께 결합하는 분자 구조를 가지며, 전체 분자내에 2 내지 6 개의 트리아릴아민 골격을 가지는 유기 전계발광 소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제 1 정공 수송층에 함유되는 트리아릴아민 유도체가 하기 일반식 (3) 으로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(3)

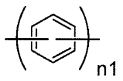
[식 중,

r^{9}, r^{10}, r^{13} 및 r^{14} 는 각각 0 내지 5 의 정수를 나타내고,

r^{11} 및 r^{12} 는 각각 0 내지 4 의 정수를 나타내며,

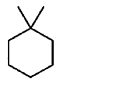
R^{9} 내지 R^{14} 는 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기가 동일한 벤젠 고리에 복수 존재하는 경우에는, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

L^{1} 은 단일 결합, 또는 하기 구조식 (B), (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기를 나타낸다:

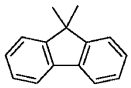


(B)

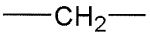
(식 중, n1 은 1 내지 4 의 정수를 나타낸다)



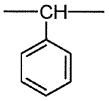
(C)



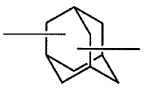
(D)



(E)



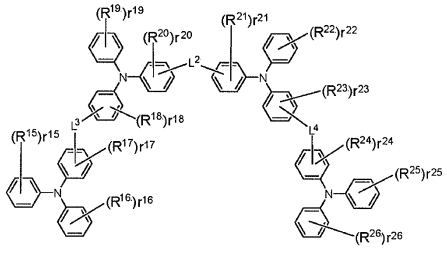
(F)



(G)].

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 제 1 정공 수송층에 함유되는 트리아릴아민 유도체가 하기 일반식 (4) 로 표시되는 유기 전계발광 소자:



(4)

[식 중,

r^{15}, r^{16}, r^{19}, r^{22}, r^{25} 및 r^{26} 은 각각 0 내지 5 의 정수를 나타내고,

r^{17}, r^{18}, r^{20}, r^{21}, r^{23} 및 r^{24} 는 각각 0 내지 4 의 정수를 나타내며,

R^{15} 내지 R^{26} 은 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기가 동일한 벤젠 고리에 복수 존재

하는 경우에는, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

L^2, L^3 및 L^4 는 각각 단일 결합, 또는 하기 구조식 (B'), (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기를 나타낸다:

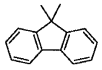


(B′)

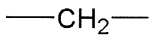
(식 중, n2 는 1 내지 3 의 정수를 나타낸다)



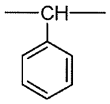
(C)



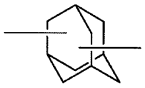
(D)



(E)



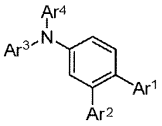
(F)



(G)].

청구항 12

하기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물:



(1)

(식 중,

Ar^1 내지 Ar^4 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 일반식 (1) 에서의 기 Ar^4 가 2 개의 치환기 Ar^5 및 Ar^6 을 갖는 페닐기이고,

치환기 Ar^5 및 Ar^6 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

치환기 Ar^5 는 질소 원자에 대해 벤젠 고리의 p-위치에 결합하고,

치환기 Ar^6 은 치환기 Ar^5 에 인접하는 위치에 결합하는 아릴아민 화합물.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 일반식 (1) 에서의 기 Ar^3 이 2 개의 치환기 Ar^7 및 Ar^8 을 갖는 페닐기이고,

치환기 Ar^7 및 Ar^8 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

치환기 Ar^7 은 질소 원자에 대해 벤젠 고리의 p-위치에 결합하고,

치환기 Ar^8 은 치환기 Ar^7 에 인접하는 위치에 결합하는 아릴아민 화합물.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 각종 표시 장치에 적합한 자체 발광 소자인 유기 전계발광 소자 (유기 EL 소자) 에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 유기 EL 소자의 정공 수송층에 적합하게 사용되는 신규의 아릴아민 화합물에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기 EL 소자는 자체 발광 소자이기 때문에, 액정 소자에 비해 밝고, 시인성이 양호하며, 선명한 표시가 가능하다. 그러므로, 유기 EL 소자에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔다.

[0003] 1987 년, Eastman Kodak 의 C.W. Tang 등은 발광을 위한 각종 역할을 다양한 재료에 분담한 적층 구조를 연구함으로써, 실용적인 유기 EL 소자의 개발에 성공하였다. 이러한 유기 EL 소자는 전자를 수송할 수 있는 형광체와 정공을 수송할 수 있는 유기 재료를 적층함으로써 구성된다. 유기 EL 소자는 양전하와 음전하를 형광체의 층에 주입하여 발광을 수행하며, 상기 소자는 10 V 이하의 전압에서 1,000 cd/㎡ 이상의 고휘도를 달성할 수 있었다 (예를 들어, 특허문헌 1 및 특허문헌 2 참조).

[0004] 유기 EL 소자를 실용화하기 위해 많은 개선이 이루어져 왔다. 예를 들어, 적층 구조의 각종 역할을 더욱 세분화하여, 기판상에 애노드, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 및 캐소드를 형성함으로써, 높은 효율 및 높은 내구성이 달성되는 것이 일반적으로 알려져 있다.

[0005] 또한, 발광 효율을 향상시키기 위해서, 삼중항 여기자를 이용하는 것이 시도되었고, 인광 발광성 화합물의 이용이 검토되고 있다.

[0006] 또한, 열 활성화 지연 형광 (TADF) 에 의한 발광을 이용하는 소자도 개발되고 있다. 예를 들어, 2011 년에 Kyushu University 의 Adachi 등은 열 활성화 지연 형광 재료를 이용한 소자에 의해 5.3 % 의 외부 양자 효율을 실현시키고 있다.

[0007] 발광층은 또한 일반적으로 호스트 재료로 불리는 전하 수송성 화합물에 형광성 화합물, 인광 발광성 화합물, 또는 지연 형광을 방사하는 재료를 도핑함으로써 제조할 수 있다. 유기 EL 소자에서의 유기 재료의 선택은 그 소자의 효율 및 내구성과 같은 특성에 커다란 영향을 미친다.

[0008] 유기 EL 소자에서는, 양쪽 전극에서 주입된 전하가 발광층에서 재결합함으로써 발광이 수득된다. 이 경우, 정공 및 전자의 전하를 얼마나 효율적으로 발광층으로 수송하는지가 중요하며, 소자는 캐리어 밸런스가 우수한 것이 필요하다. 또한, 정공 주입성, 및 캐소드에서 주입된 전자를 저지하는 전자 저지성을 향상시켜 정공과 전자의 재결합 가능성을 증가시키고, 발광층에서 생성된 여기자를 한정함으로써, 발광 효율이 향상된다. 따라서, 정공 수송 재료의 역할은 중요하며, 높은 정공 주입성, 높은 정공 이동도, 높은 전자 저지성 및 전자에 대한 높은 내구성을 갖는 정공 수송 재료가 요구되고 있다.

[0009] 또한, 소자의 수명에 관해서는, 재료의 내열성 및 무정형이 중요하다. 낮은 내열성을 갖는 재료는 소자의 구동 동안에 발생하는 열에 의해 낮은 온도에서도 열 분해되어, 재료가 열화한다. 낮은 무정형을 갖는 재료는, 짧은 시간내에도 박막의 결정화가 일어나, 재료가 열화한다. 따라서, 사용하는 재료는 높은 내열성 및 만족스러운 무정형이 요구된다.

[0010] 지금까지 유기 EL 소자에 사용된 정공 수송 재료로서는, N,N'-디페닐-N,N'-디(α-나프틸)벤지딘 (NPD) 및 각종 방향족 아민 유도체가 알려져 있다 (예를 들어, 특허문헌 1 및 특허문헌 2 참조). NPD 는 만족스러운 정공 수송 능력을 갖지만, 내열성의 지표가 되는 이의 유리 전이점 (Tg) 이 96 ℃ 로 낮다. 그러므로, 고온 조건하에서, 결정화로 인해 소자 특성이 저하된다.

[0011] 특허문헌 1 및 2 에 기재된 방향족 아민 유도체 중에는, 10^{-3} ㎠/Vs 이상의 우수한 정공 이동도를 갖는 화합물이 있다. 그러나, 이들의 전자 저지성이 불충분하기 때문에, 전자의 일부가 발광층을 통과하여, 발광 효율의 향상을 기대할 수 없다. 이들 및 다른 이유로 인해, 한층 더 높은 효율을 달성하기 위해서, 보다 높은 전자 저지성을 가지고, 박막의 형태에서 보다 안정하며, 보다 높은 내열성을 소유하는 재료가 요구되고 있다.

[0012] 또한, 내구성이 높은 방향족 아민 유도체도 보고되어 있다 (예를 들어, 특허문헌 3 참조). 그러나, 이들은

전자사진 감광체에 대한 전하 수송 재료로서 사용되며, 이들을 유기 EL 소자로서 사용한 예는 없다.

[0013] 내열성 및 정공 주입성과 같은 특성을 개량한 화합물로서, 치환 카르바졸 구조를 갖는 아릴아민 화합물이 제안되어 있다 (예를 들어, 특허문헌 4 및 특허문헌 5 참조). 이들 화합물을 정공 주입층 또는 정공 수송층으로서 사용한 소자에서는, 내열성 및 발광 효율이 개량되었다. 그러나, 개량된 특성은 충분하지 않았으며, 한층 더 낮은 구동 전압 및 한층 더 높은 발광 효율이 요구되고 있다.

[0014] 유기 EL 소자의 소자 특성을 개선시키고, 소자 제조의 수율을 향상시키기 위해서, 정공 및 전자 주입/수송 성능, 박막 안정성 및 내구성이 우수한 재료를 결합함으로써, 정공과 전자가 높은 효율로 재결합할 수 있는, 높은 발광 효율을 가지며, 구동 전압이 낮고, 수명이 긴 소자를 수득하는 것이 요구되고 있다.

[0015] 또한, 유기 EL 소자의 소자 특성을 개선시키기 위해서, 정공 및 전자 주입/수송 성능, 박막 안정성 및 내구성이 우수한 재료를 결합함으로써, 캐리어 밸런스가 만족스럽고, 높은 효율을 가지며, 낮은 구동 전압에서 작동하고, 긴 수명을 갖는 소자를 수득하는 것이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: JP-A-8-048656

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허 제 3194657 호

(특허문헌 0003) 특허문헌 3: 일본 특허 제 4943840 호

(특허문헌 0004) 특허문헌 4: JP-A-2006-151979

(특허문헌 0005) 특허문헌 5: WO2008/62636

발명의 내용

해결하려는 과제

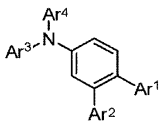
[0017] 본 발명의 목적은 높은 효율 및 높은 내구성의 유기 EL 소자용 재료로서 선택되는, 정공 및 전자 주입/수송 성능, 전자 저지 능력, 박막 안정성 및 내구성이 우수한 각종 재료를 사용하여, 각각의 재료가 소유하는 특성이 효과적으로 발현될 수 있도록 함으로써, 높은 효율, 낮은 구동 전압 및 긴 수명을 갖는 유기 EL 소자를 제공하는 것이다.

[0018] 본 발명의 또다른 목적은 상기 유기 EL 소자의 정공 수송층의 형성에 적합하게 사용되는 신규의 아릴아민 화합물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명자들은 특정한 구조를 갖는 아릴아민 화합물이 정공 주입 및 수송 능력, 박막 안정성 및 내구성이 우수하며, 또한 전자 저지성도 우수하다는 것을 발견하였다. 이들 발견에 기초하여, 본 발명자들은 본 발명을 완성하였다.

[0020] 본 발명에 의하면, 애노드, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 캐소드를 순서대로 갖는 유기 전계발광 소자에 있어서, 상기 정공 수송층이 하기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물을 함유하는 유기 전계발광 소자가 제공된다:

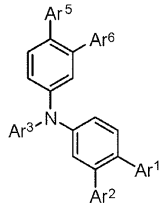
[0021] 

(1)

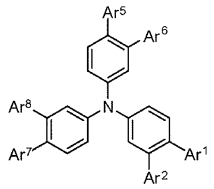
[0022] (식 중,

[0023] Ar^1 내지 Ar^4 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

[0024] 본 발명의 유기 전계발광 소자 (유기 EL 소자) 에 있어서는, 상기 아릴아민 화합물이 하기 일반식 (1a) 또는 (1b) 로 표시되는 것이 바람직하다.



(1a)



(1b)

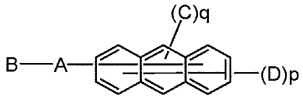
[0025]

[0026] 상기 식 (1a) 및 (1b) 에 있어서,

[0027] Ar^1 내지 Ar^3 은 각각 상기 정의한 바와 같은 기를 나타내고,

[0028] Ar^5, Ar^6, Ar^7 및 Ar^8 은, Ar^1 내지 Ar^3 과 마찬가지로, 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다.

[0029] 본 발명의 유기 EL 소자에 있어서는, 상기 전자 수송층이 하기 일반식 (2) 로 표시되는 안트라센 유도체를 함유하는 것이 바람직하다.



(2)

[0030]

[0031] (식 중,

[0032] A 는 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타내고,

[0033] B 는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

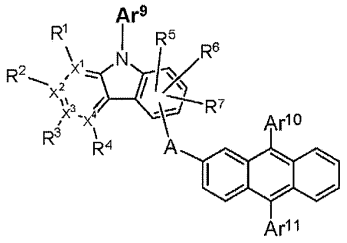
[0034] C 는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내고,

[0035] D 는 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 또는 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기를 나타내며,

[0036] p 및 q 는, p 와 q 의 합계가 9 인 것을 조건으로, p 가 7 또는 8 의 정수를 나타내고, q 가 1 또는 2 의 정수를 나타낸다).

[0037] 상기 언급한 안트라센 유도체는 특히 하기 일반식 (2a), (2b) 또는 (2c) 로 표시되는 것이 바람직하다.

[0038] 일반식 (2a) 로 표시되는 안트라센 유도체:



(2a)

[0039]

[0040] (식 중,

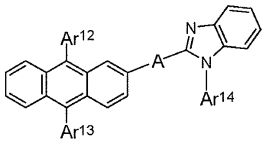
[0041] A 는 상기 언급한 일반식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

[0042] Ar^9, Ar^{10} 및 Ar^{11} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

[0043] R^1 내지 R^7 은 각각 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

[0044] X^1, X^2, X^3 및 X^4 는 각각 탄소 원자 또는 질소 원자를 나타내고, 단, X^1, X^2, X^3 및 X^4 의 오직 하나는 질소 원자를 나타내며, 수소 원자를 포함하여, R^1 내지 R^4 의 어느 것도 상기 질소 원자에 결합하지 않는다).

[0045] 일반식 (2b) 로 표시되는 안트라센 유도체:

[0046] 

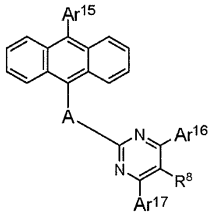
(2b)

[0047] (식 중,

[0048] A 는 상기 언급한 일반식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

[0049] Ar^{12}, Ar^{13} 및 Ar^{14} 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

[0050] 일반식 (2c) 로 표시되는 안트라센 유도체:

[0051] 

(2c)

[0052] (식 중,

[0053] A 는 상기 언급한 일반식 (2) 에서 정의한 바와 같고,

[0054] Ar^{15}, Ar^{16} 및 Ar^{17} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

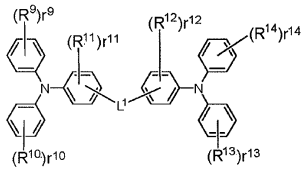
[0055] R^8 은 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타낸다).

[0056] 또한, 본 발명의 유기 EL 소자에 있어서는, 상기 정공 수송층이, 제 1 정공 수송층 및 제 2 정공 수송층을 갖는 2 층 구조를 가지며, 상기 제 2 정공 수송층이 상기 발광층 측에 위치하고, 상기 아릴아민 화합물을 함유하는 것이 바람직하다.

[0057] 상기 정공 수송층이 2 층 구조를 갖는 유기 EL 소자에 있어서는, 상기 제 1 정공 수송층이 상기 제 2 정공 수송층에 함유되는 아릴아민 화합물과는 상이한 트리아릴아민 유도체를 함유하는 것이 바람직하고, 상기 트리아릴아민 유도체는 단일 결합 또는 2 가의 탄화수소기에 의해 연결된 2 개의 트리아릴아민 골격을 갖는 분자 구조를 가지며, 전체 분자내에 2 내지 6 개의 트리아릴아민 골격을 갖는 화합물인 것이 바람직하다.

[0058] 또한, 상기 제 1 정공 수송층에 함유되는 트리아릴아민 유도체로서는, 하기 일반식 (3) 또는 (4) 로 표시되는 화합물이 바람직하게 사용된다.

[0059] 일반식 (3) 으로 표시되는 트리아릴아민 유도체:



[0060] (3)

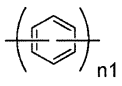
[0061] [식 중,

[0062] r^9, r^{10}, r^{13} 및 r^{14} 는 각각 0 내지 5 의 정수를 나타내고,

[0063] r^{11} 및 r^{12} 는 각각 0 내지 4 의 정수를 나타내며,

[0064] R^9 내지 R^{14} 는 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기가 동일한 벤젠 고리에 복수 존재하는 경우에는, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

[0065] L^1 은 단일 결합, 또는 하기 구조식 (B), (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기를 나타낸다:

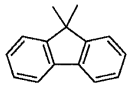


[0066] (B)

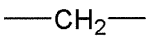
[0067] (식 중, n1 은 1 내지 4 의 정수를 나타낸다)



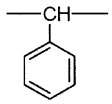
(C)



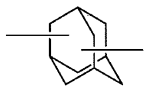
(D)



(E)



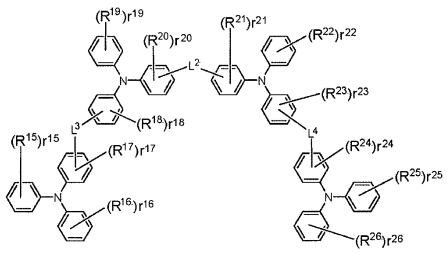
(F)



[0068] (G)

[0069]].

[0070] 일반식 (4) 로 표시되는 트리아릴아민 유도체:



[0071] (4)

[0072] [식 중,

[0073] r^{15}, r^{16}, r^{19}, r^{22}, r^{25} 및 r^{26} 은 각각 0 내지 5 의 정수를 나타내고,

[0074] r^{17}, r^{18}, r^{20}, r^{21}, r^{23} 및 r^{24} 는 각각 0 내지 4 의 정수를 나타내며,

[0075] R^{15} 내지 R^{26} 은 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타내고, 이들 기가 동일한 벤젠 고리에 복수 존재하는 경우에는, 이들 기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있으며,

[0076] L^2, L^3 및 L^4 는 각각 단일 결합, 또는 하기 구조식 (B'), 또는 상기 언급한 일반식 (3) 에서의 구조식 (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기를 나타낸다:

[0077]  (B′)

[0078] (식 중, n2 는 1 내지 3 의 정수를 나타낸다)].

[0079] 본 발명에 의하면, 또한 상기 언급한 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물이 제공된다.

발명의 효과

[0080] 본 발명의 유기 EL 소자에 있어서, 정공 수송층에 함유되는 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은, 질소 원자에 결합된 벤젠 고리에 2 개의 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기가 치환기로서 결합하며, 이들 치환기는 질소 원자에 대해 벤젠 고리의 p-위치 및 m-위치에 결합하는 구조상의 특징을 가진다.

이러한 아릴아민 화합물은 신규 화합물이며, (1) 만족스러운 정공 주입성, (2) 높은 정공 이동도, (3) 우수한 전자 저지 능력, (4) 안정한 박막 상태 및 (5) 우수한 내열성을 가진다.

[0081] 즉, 본 발명의 유기 EL 소자에 있어서는, 상기 특성을 갖는 아릴아민 화합물이 정공 수송층에 함유된다. 따라서, 발광층에 정공을 효율적으로 주입 및 수송할 수 있고, 높은 효율로 및 낮은 구동 전압에서 발광을 달성할 수 있으며, 또한 소자의 긴 수명을 실현할 수 있다.

[0082] 또한, 본 발명에 있어서는, 상기 아릴아민 화합물을 함유하는 정공 수송층과 함께, 상기 일반식 (2) 로 표시되는 안트라센 유도체로부터 형성되는 전자 수송층이 제공된다. 그러므로, 발광층에 정공 및 전자를 보다 효율적으로 주입 및 수송할 수 있고, 높은 캐리어 밸런스를 확보할 수 있어, 보다 높은 특성 향상을 달성할 수 있다.

[0083] 또한, 본 발명에 있어서는, 정공 수송층을 제 1 정공 수송층 및 제 2 정공 수송층을 갖는 2 층 구조로서 구성하고, 발광층에 인접하는 측에 위치하는 제 2 정공 수송층을 상기 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물로부터 형성시킨다. 이렇게 함으로써, 상기 아릴아민 화합물의 전자 저지 성능을 최대화할 수 있으며, 보다 높은 효율 및 보다 긴 수명을 갖는 유기 EL 소자를 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0084] 도 1 은 본 발명의 유기 EL 소자에서의 실시예에서 채용되는 바람직한 층 구조를 나타내는 도면이다.

도 2 는 실시예 1 의 화합물 (1-1) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 3 은 실시예 2 의 화합물 (1-2) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 4 는 실시예 3 의 화합물 (1-3) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 5 는 실시예 4 의 화합물 (1-94) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 6 은 실시예 5 의 화합물 (1-129) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 7 은 실시예 6 의 화합물 (1-4) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 8 은 실시예 7 의 화합물 (1-9) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 9 는 실시예 8 의 화합물 (1-56) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 10 은 실시예 9 의 화합물 (1-68) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 11 은 실시예 10 의 화합물 (1-90) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 12 는 실시예 11 의 화합물 (1-92) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 13 은 실시예 12 의 화합물 (1-134) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 14 는 실시예 13 의 화합물 (1-135) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 15 는 실시예 14 의 화합물 (1-136) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 16 은 실시예 15 의 화합물 (1-137) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 17 은 실시예 16 의 화합물 (1-138) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 18 은 실시예 17 의 화합물 (1-139) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 19 는 실시예 18 의 화합물 (1-140) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 20 은 실시예 19 의 화합물 (1-141) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 21 은 실시예 20 의 화합물 (1-142) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 22 는 실시예 21 의 화합물 (1-143) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 23 은 실시예 22 의 화합물 (1-144) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 24 는 실시예 23 의 화합물 (1-145) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 25 는 실시예 24 의 화합물 (1-146) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 26 은 실시예 25 의 화합물 (1-147) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 27 은 실시예 26 의 화합물 (1-148) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 28 은 실시예 27 의 화합물 (1-149) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 29 는 실시예 28 의 화합물 (1-150) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 30 은 실시예 29 의 화합물 (1-151) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 31 은 실시예 30 의 화합물 (1-152) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 32 는 실시예 31 의 화합물 (1-153) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 33 은 실시예 32 의 화합물 (1-154) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 34 는 실시예 33 의 화합물 (1-155) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 35 는 실시예 34 의 화합물 (1-156) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 36 은 실시예 35 의 화합물 (1-157) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 37 은 실시예 36 의 화합물 (1-158) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 38 은 실시예 37 의 화합물 (1-159) 의 ^{1}H-NMR 챠트도이다.

도 39 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-1) 내지 (1-5) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 40 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-6) 내지 (1-9) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 41 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-10) 내지 (1-13) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 42 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-14) 내지 (1-17) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 43 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-18) 내지 (1-21) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 44 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-22) 내지 (1-26) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 45 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-27) 내지 (1-31) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 46 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-32) 내지 (1-36) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 47 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-37) 내지 (1-41) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 48 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-42) 내지 (1-46) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 49 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-47) 내지 (1-51) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 50 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-52) 내지 (1-55) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 51 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-56) 내지 (1-59) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 52 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-60) 내지 (1-64) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 53 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-65) 내지 (1-69) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 54 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-70) 내지 (1-74) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 55 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-75) 내지 (1-78) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 56 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-79) 내지 (1-82) 의 구조식을 나타내는 도면이

다.

도 57 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-83) 내지 (1-86) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 58 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-87) 내지 (1-90) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 59 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-91) 내지 (1-94) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 60 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-95) 내지 (1-98) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 61 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-99) 내지 (1-103) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 62 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-104) 내지 (1-108) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 63 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-109) 내지 (1-112) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 64 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-113) 내지 (1-116) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 65 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-117) 내지 (1-120) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 66 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-121) 내지 (1-124) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 67 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-125) 내지 (1-126) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 68 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-127) 내지 (1-130) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 69 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-131) 내지 (1-133) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 70 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-134) 내지 (1-138) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 71 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-139) 내지 (1-142) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 72 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-143) 내지 (1-146) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 73 은 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-147) 내지 (1-150) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 74 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-151) 내지 (1-155) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 75 는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물 중에서 화합물 번호 (1-156) 내지 (1-159) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 76 은 일반식 (2a) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2a-1) 내지 (2a-5) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 77 은 일반식 (2a) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2a-6) 내지 (2a-10) 의 구조식을 나타내는 도면

이다.

도 78 은 일반식 (2a) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2a-11) 내지 (2a-15) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 79 는 일반식 (2a) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2a-16) 내지 (2a-20) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 80 은 일반식 (2b) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2b-1) 내지 (2b-5) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 81 은 일반식 (2b) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2b-6) 내지 (2b-10) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 82 는 일반식 (2b) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2b-11) 내지 (2b-15) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 83 은 일반식 (2b) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2b-16) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 84 는 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-1) 내지 (2c-4) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 85 는 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-5) 내지 (2c-8) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 86 은 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-9) 내지 (2c-12) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 87 은 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-13) 내지 (2c-16) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 88 은 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-17) 내지 (2c-20) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 89 는 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-21) 내지 (2c-24) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 90 은 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-25) 내지 (2c-28) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 91 은 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체 중에서 화합물 번호 (2c-29) 내지 (2c-30) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 92 는 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-1) 내지 (3-5) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 93 은 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-6) 내지 (3-10) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 94 는 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-11) 내지 (3-15) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 95 는 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-16) 내지 (3-20) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 96 은 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-21) 내지 (3-25) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 97 은 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-26) 내지 (3-31) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 98 은 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-32) 내지 (3-37) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 99 는 일반식 (3) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (3-38) 내지 (3-41) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 100 은 일반식 (4) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (4-1) 내지 (4-5) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 101 은 일반식 (4) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (4-6) 내지 (4-10) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 102 는 일반식 (4) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (4-11) 내지 (4-15) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

도 103 은 일반식 (4) 의 트리아릴아민 유도체 중에서 화합물 번호 (4-16) 내지 (4-17) 의 구조식을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0085] 본 발명의 유기 EL 소자는 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판 (예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 기판) 과 같은 투명 기판상에 애노드, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 캐소드가 순서대로 형성된 기본 구조를 가진다. 유기 EL 소자가 이러한 기본 구조를 가지고 있는 한, 이의 층 구조는 다양한 형태를 취할 수 있다.

예를 들어, 정공 수송층을 애노드 측에 위치하는 제 1 정공 수송층, 및 발광층에 인접하는 제 2 정공 수송층을 갖는 2 층 구조로서 구성할 수 있으며, 투명 전극과 정공 수송층 사이에 정공 주입층을 설치할 수 있다. 또한, 전자 수송층과 캐소드 사이에 전자 주입층을 설치할 수 있다. 예를 들어, 도 1 은 후술하는 실시예에서 채용된 층 구조를 나타낸다. 이 실시예에 있어서는, 투명 기판 (1) 상에 애노드 (2), 정공 주입층 (3), 제 1 정공 수송층 (4), 제 2 정공 수송층 (5), 발광층 (6), 전자 수송층 (7), 전자 주입층 (8) 및 캐소드 (9) 가 순서대로 형성된다.

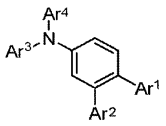
[0086] 이하, 본 발명의 유기 EL 소자를 구성하는 각 층에 대해 설명한다.

[0087] <애노드>

[0088] 애노드 (2) 는 ITO 또는 금과 같은 높은 일 함수를 갖는 전극 재료의 증착에 의해 투명 기판 (1) 상에 형성된다.

[0089] <정공 수송층>

[0090] 정공 수송층은 상기 애노드 (2) 와 발광층 (6) 사이에 설치된다. 본 발명에 있어서, 이 정공 수송층은 하기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물을 함유한다:

[0091] 

(1)

[0092] (식 중,

[0093] Ar^1 내지 Ar^4 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다).

[0094] 이러한 아릴아민 화합물은 3 개의 수소 원자가 모두 방향족 기로 치환된 트리아릴아민이며, 특히 아미노기의 질소 원자에 대해 p-위치 및 m-위치의 각각에 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기가 치환기 (예를 들어, 식 (1) 에서의 Ar^1 및 Ar^2) 로서 결합된 벤젠 고리 (이하, 이 벤젠 고리는 pm-치환 벤젠 고리로 약칭할 수 있다) 를 하나 이상 갖는 새로운 구조를 가진다.

[0095] 상기 구조의 아릴아민 화합물은 실시예 (후술함) 로부터 이해되는 바와 같이, 높은 유리 전이점 Tg (예를 들어, 100 ℃ 이상) 를 가지며, 따라서 안정한 박막 상태 및 우수한 내열성을 가진다. 또한, 상기 아릴아민 화합물은 일반적인 정공 수송 재료의 일 함수 (약 5.4 eV) 와 비교해서, 높은 일 함수를 가진다. 그러므로, 상기 아릴아민 화합물은 우수한 정공 수송성, 높은 정공 이동도, 만족스러운 정공 주입성 및 또한 우수한 전자 저지성을 가진다.

[0096] 상기 일반식 (1) 에 있어서, Ar^1 내지 Ar^4 는 동일 또는 상이할 수 있으며, Ar^1 내지 Ar^4 로 표시되는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 하기의 것을 예시할 수 있다:

[0097] 1 가의 방향족 탄화수소기:

[0098] 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 플루오레닐기, 인데닐기, 피레닐기, 페릴레닐기, 플루오란테닐기 및 트리페닐레닐기.

[0099] 1 가의 방향족 헤테로시클릭기:

[0100] 피리딜기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 푸릴기, 피롤릴기, 티에닐기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 벤조푸라닐기, 벤조티에닐기, 인돌릴기, 카르바졸릴기, 벤족사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 퀴녹살리닐기, 벤즈이미다졸릴기, 피라졸릴기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티에닐기, 나프티리디닐기, 페난트롤리닐기, 아크리디닐기 및 카르볼리닐기.

[0101] 상기 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 각각 치환기를 가질 수 있다.

[0102] 이러한 치환기는 중수소 원자, 시아노기 및 니트로기 이외에, 하기의 것을 예시할 수 있다:

[0103] 할로겐 원자, 예를 들어 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자 또는 요오드 원자;

[0104] 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 예를 들어 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, 네오펜틸기 또는 n-헥실기;

[0105] 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 예를 들어 메틸옥시기, 에틸옥시기 또는 프로필옥시기;

[0106] 알케닐기, 예를 들어 비닐기 또는 알릴기;

[0107] 아릴기, 예를 들어 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 플루오레닐기, 인데닐기, 피레닐기, 페릴레닐기, 플루오란테닐기 또는 트리페닐레닐기;

[0108] 아릴옥시기, 예를 들어 페닐옥시기 또는 톨릴옥시기;

[0109] 아릴알킬옥시기, 예를 들어 벤질옥시기 또는 페네틸옥시기;

[0110] 방향족 헤테로시클릭기, 예를 들어 피리딜기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 티에닐기, 푸릴기, 피롤릴기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 벤조푸라닐기, 벤조티에닐기, 인돌릴기, 카르바졸릴기, 벤족사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 퀴녹살리닐기, 벤즈이미다졸릴기, 피라졸릴기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티에닐기 또는 카르볼리닐기;

[0111] 아릴비닐기, 예를 들어 스티릴기 또는 나프틸비닐기; 및

[0112] 아실기, 예를 들어 아세틸기 또는 벤조일기.

[0113] 임의의 이들 치환기는 상기 예시적인 치환기를 추가로 가질 수 있다.

[0114] 상기 언급한 일반식 (1) 에 있어서, 기 Ar^1 로서는, 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오레닐기, 카르바졸릴기, 인돌릴기, 디벤조푸라닐기 또는 디벤조티에닐기가 바람직하다. 이들 중에서, 방향족 탄화수소기, 예를 들어 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 페난트레닐기 또는 플루오레닐기가 특히 바람직하다. 물론, 임의의 이들 기는 치환기를 가질 수 있다.

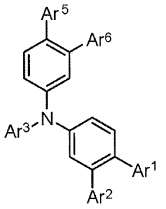
[0115] 기 Ar^2 로서는, 방향족 탄화수소기가 바람직하다. 방향족 탄화수소기 중에서, 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 페난트레닐기, 안트라세닐기 및 플루오레닐기가 보다 바람직하다. 페닐기 및 비페닐릴기가 더욱 바람직하다. 임의의 이들 기는 치환기를 가질 수 있지만, 가장 바람직한 기는 비치환 페닐기 및 비치환 비페닐릴기이다.

[0116] 기 Ar^3 및 Ar^4 로서는, 방향족 탄화수소기가 바람직하다. 이들 중에서, 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기 및 플루오레닐기가 보다 바람직하다. 임의의 이들 기는 치환기를 가질 수 있다. 특히 바람직한 Ar^3 및 Ar^4 는 비치환 비페닐릴기, 비치환 터페닐릴기, 치환기를 갖는 페닐기 및 치환기를 갖는 플루오레닐기이다. 페닐기에 대한 치환기로서는, 나프틸기 또는 플루오레닐기가 바람직하다. 플루오레닐기에 대한 치환기로서는, 메틸기 또는 페닐기가 바람직하다.

[0117] 본 발명에 있어서, 상기 언급한 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 상기 기술한 바와 같이, 하나 이상

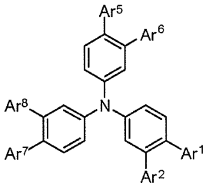
의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 것을 구조적인 특징으로 한다.

[0118] 예를 들어, 하기 일반식 (1a) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 2 개 이상의 상기 pm-치환 벤젠 고리를 가지며, 하기 일반식 (1b) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 3 개의 pm-치환 벤젠 고리를 가진다:



(1a)

[0119]



(1b)

[0120] 상기 식 (1a) 및 (1b) 에 있어서,

[0121] Ar^1 내지 Ar^3 은 각각 상기 정의한 바와 같은 기를 나타내고, Ar^5, Ar^6, Ar^7 및 Ar^8 은, Ar^1 내지 Ar^3 과 마찬가지로, 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타낸다.

[0122] 즉, Ar^5 내지 Ar^8 은 또한 Ar^1 내지 Ar^3 과 관련하여 예시한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다.

[0123] 상기 일반식 (1a) 의 화합물은, 일반식 (1) 에서의 기 Ar^4 가 상기 언급한 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 기인 것이고, 식 (1a) 에서의 Ar^5 및 Ar^6 이 pm-치환 벤젠 고리가 가지는 2 개의 치환기에 해당한다.

[0124] 이 일반식 (1a) 에 있어서, Ar^1 과 Ar^5 (질소 원자에 대해 각 벤젠 고리의 p-위치에 결합된 기) 가 동일한 기이고, Ar^2 와 Ar^6 (질소 원자에 대해 벤젠 고리의 p-위치에 결합된 기) 이 동일한 기인 것이, 합성의 관점에서 바람직하다.

[0125] 상기 일반식 (1b) 의 화합물은, 일반식 (1) 에서의 기 Ar^3 및 Ar^4 가 각각 상기 언급한 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 기인 것이고, 식 (1b) 에서의 Ar^5, Ar^6, 및 Ar^7, Ar^8 각각이 각 pm-치환 벤젠 고리가 가지는 2 개의 치환기에 해당한다.

[0126] 이 일반식 (1b) 에 있어서는, 상기 일반식 (1a) 의 경우에서와 같이, 기 Ar^1, Ar^5 및 Ar^7 이 동일한 기이고, 기 Ar^2, Ar^6 및 Ar^8 이 동일한 기인 것이, 합성의 관점에서 바람직하다.

[0127] 상기 일반식 (1) (또는 일반식 (1a) 또는 일반식 (1b)) 로 표시되는 아릴아민 화합물의 구체예는 도 39 내지 75 에 나타내는 구조식을 갖는 화합물 (1-1) 내지 (1-159) 를 포함한다.

[0128] 또한, 이들 도면은 각 화합물이 가지는 pm-치환 방향족 고리의 수를 보여준다.

[0129] 일반식 (1) 로 표시되는 화합물은 신규 화합물이며, 후술하는 실시예에 나타내는 바와 같이, 스즈키 (Suzuki) 커플링과 같은 공지의 방법을 이용하여 합성할 수 있다. 합성된 화합물의 정제는, 예를 들어 컬럼 크로마토그래피를 이용한 정제, 실리카 겔, 활성탄, 활성 백토 등을 이용한 흡착 정제, 용매를 이용한 재결정화 또는 결정화, 또는 승화 정제에 의해 수행할 수 있다.

[0130] 본 발명의 유기 EL 소자에서 사용하기 위한 화합물은 사용전에 최종적으로 승화 정제에 의해 정제한다.

[0131] 1 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 아릴아민 화합물은, 예를 들어 하기의 방식으로 제조할 수 있다:

[0132] 2 개의 수소 원자에 대해 치환된 방향족 기를 갖는 N,N-비스아릴아민 (이-치환 방향족 아민) 을 m-위치에 브롬 원자와 같은 할로겐 원자를 갖는 m-치환 할로겐화 방향족 화합물과 반응시킴으로써, 상기 이-치환 방향족 아민의 질소 원자에 m-치환 벤젠 고리기를 도입한다. 이어서, N-브로모숙신이미드와 같은 브롬화제를 상기 수득

된 생성물과 반응시켜 m-치환 벤젠 고리기의 p-위치에 할로겐기를 도입하고, 상응하는 보론산 및 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐과 같은 커플링제를 상기 브롬화 방향족 아민과 반응시켜 m-치환 벤젠 고리기의 p-위치에 방향족 기를 도입한다. 이 방식으로, 1 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 원하는 아릴아민 화합물을 제조할 수 있다.

[0133] 2 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 아릴아민 화합물은 하기의 방식으로 제조할 수 있다:

[0134] m-치환 방향족 기를 갖는, 즉, m-위치에서 방향족 기로 치환된 N,N-비스(m-치환 방향족)아민을 합성한다. 이어서, N-브로모숙신이미드와 같은 브롬화제를 상기 합성된 이-치환 아민과 반응시켜 m-치환 벤젠 고리기의 p-위치에 할로겐기를 도입한 후, 상응하는 보론산 및 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐과 같은 페닐 커플링제를 상기 브롬화 방향족 아민과 반응시켜 m-치환 벤젠 고리기의 p-위치에 방향족 기를 도입한다. 이 방식으로, 2 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 원하는 아릴아민 화합물을 제조할 수 있다.

[0135] 또한, 3 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 아릴아민 화합물은 하기의 방식으로 제조할 수 있다:

[0136] m-치환 방향족 기를 갖는, 즉, m-위치에서 방향족 기로 치환된 트리스(m-치환 방향족)아민을 제조한다. 이어서, 상기와 동일한 방식으로, 이 트리아릴아민이 가지는 3 개의 m-치환 방향족 기의 p-위치에 방향족 기를 도입한다. 이렇게 함으로써, 3 개의 pm-치환 벤젠 고리를 갖는 원하는 아릴아민 화합물을 제조할 수 있다.

[0137] 본 발명에 있어서, 상기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 각각 단독으로 사용할 수 있거나, 또는 2 종 이상의 혼합물로서 사용할 수 있다. 대안적으로, 이들은 아릴아민 화합물의 우수한 특성이 손상되지 않는 한, 공지의 정공 수송 재료와 병용하여 정공 수송층을 형성할 수 있다.

[0138] 이러한 공지의 정공 수송 재료의 예는 N,N'-디페닐-N,N'-디(m-톨릴)벤지딘 (TPD), N,N'-디페닐-N,N'-디(α-나프틸)벤지딘 (NPD) 및 N,N,N',N'-테트라비페닐릴벤지딘과 같은 벤지딘 유도체; 1,1-비스[4-(디-4-톨릴아미노)페닐]시클로헥산 (TAPC); 후술하는 일반식 (3) 또는 일반식 (4) 로 표시되는 아릴아민 화합물; 및 기타 각종 트리페닐아민 삼량체를 포함한다.

[0139] 또한, 정공 수송층에 있어서는, 트리스(브로모페닐)아미늄 헥사클로로안티모네이트 또는 라디알렌 유도체 (예를 들어, WO2014/009310 참조) 와 같은 p-도판트, 또는 TPD 와 같은 벤지딘 유도체의 분자 구조를 함유하는 중합체 화합물을 병용할 수 있다.

[0140] 상기 언급한 정공 수송층은 바람직하게는 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물을 함유하는 기체의 증착 또는 공-증착에 의해 형성되지만, 또한 스핀 코팅 방법 또는 잉크 젯 방법과 같은 공지의 방법에 의해서도 형성될 수 있다.

[0141] 상기 정공 수송층의 두께는 통상적으로 25 내지 60 nm 정도이다. 그러나, 발광은 낮은 구동 전압에서 발생할 수 있기 때문에, 예를 들어 100 nm 이상의 커다란 두께에서도, 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 즉, 정공 수송층의 두께의 자유도가 높아서, 예를 들어 20 내지 300 nm, 특히 20 내지 200 nm 의 두께가 실제 구동 전압을 유지시키는 것이 가능하다.

[0142] 또한, 본 발명에 있어서, 상기 기술한 아릴아민 화합물을 함유하는 정공 수송층은, 예를 들어 도 1 에 도시한 바와 같이, 바람직하게는 애노드 측에 위치하는 제 1 정공 수송층 (4) 및 발광층 (6) 옆에 위치하는 제 2 정공 수송층 (5) 를 갖는 2 층 구조를 가진다.

[0143] 상기 2 층 구조의 정공 수송층에 대해서는 후술한다.

[0144] <발광층>

[0145] 발광층은 종래 공지의 유기 EL 소자에서 사용되는 것과 동일하며, 사용하는 재료의 종류에 따라서, 증착, 스핀 코팅 방법 또는 잉크 젯 방법과 같은 공지의 방법에 의해 형성된다.

[0146] 예를 들어, 발광층은 Alq_3 과 같은 퀴놀리놀 유도체의 금속 착물; 아연, 베릴륨 및 알루미늄과 같은 각종 금속의 착물; 안트라센 유도체; 비스스티릴벤젠 유도체; 피렌 유도체; 옥사졸 유도체; 및 폴리파라페닐렌비닐렌 유도체와 같은 발광 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0147] 또한, CDCB 유도체, 예를 들어 PIC-TRZ, CC2TA, PXZ-TRZ 또는 4CzIPN 과 같은 지연 형광을 방사하는 재료를 발광 재료로서 사용할 수 있다 (예를 들어, Appl. Phys. Let., 98, 0833302 참조).

[0148] 또한, 발광층은 호스트 재료 및 도판트 재료 (게스트 재료) 를 사용하여 형성할 수 있다.

[0149] 이 경우, 호스트 재료로서는, 안트라센 유도체가 바람직하게 사용된다. 또한, 상기 발광 재료, 축합 고리의 부분 구조로서 인돌 고리를 갖는 헤테로시클릭 화합물, 축합 고리의 부분 구조로서 카르바졸 고리를 갖는 헤테로시클릭 화합물, 카르바졸 유도체, 티아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체 및 폴리디알킬플루오렌 유도체를 호스트 재료로서 사용할 수 있다.

[0150] 도판트 재료로서는, 청색-발광 재료, 예를 들어 분자내에 피렌 골격을 갖는 피렌 유도체가 바람직하게 사용된다. 또한, 하기의 예를 도판트 재료로서 사용할 수 있다: 축합 고리의 부분 구조로서 플루오렌 고리를 갖는 아민 유도체; 퀴나크리돈, 쿠마린, 루브렌, 페릴렌 및 이의 유도체; 피렌; 벤조피란 유도체; 인데노페난트렌 유도체; 로다민 유도체; 및 아미노스티릴 유도체.

[0151] 또한, 게스트 재료로서는, 인광 발광체를 사용할 수 있다. 인광 발광체로서는, 이리듐, 백금 등을 함유하는 금속 착물 형태의 인광 발광체를 사용할 수 있다. 예를 들어, $Ir(ppy)_3$ 과 같은 녹색 인광 발광체; FIrpic 또는 FIr6 과 같은 청색 인광 발광체; 또는 $Btp_2Ir(acac)$ 와 같은 적색 인광 발광체가 사용된다.

[0152] 이 경우에서의 호스트 재료로서는, 카르바졸 유도체, 예를 들어 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐 (CBP), TCTA 또는 mCP 와 같은 정공 주입성/수송성 호스트 재료를 사용할 수 있다. 또한, p-비스(트리페닐실릴)벤젠 (UGH2) 또는 2,2',2"-(1,3,5-페닐렌)-트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸) (TPBI) 과 같은 전자 수송성 호스트 재료를 사용할 수 있다. 이러한 호스트 재료를 사용함으로써, 고성능 유기 EL 소자를 제조할 수 있다.

[0153] 인광 발광체의 호스트 재료에의 도핑은 바람직하게는 농도 소광을 피하기 위해서, 전체 발광층에 대해 1 내지 30 중량% 의 범위로 공증착함으로써 수행된다.

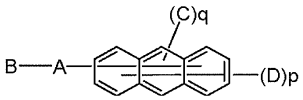
[0154] 상기 기술한 발광층은 단층 구조로 한정되지 않으며, 상기 언급한 각종 화합물을 사용하여 형성된 층이 적층된 적층 구조일 수 있다. 또한, 각종 화합물을 혼합함으로써, 발광층을 형성하는 것도 가능하다.

[0155] <전자 수송층>

[0156] 본 발명에 있어서, 상기 기술한 발광층 상에 설치되는 전자 수송층 (예를 들어, 도 1 에서 (7) 로 나타낸 층) 은 공지의 전자 수송성 재료를 사용하여, 증착, 스핀 코팅 방법 또는 잉크 젯 방법과 같은 공지의 방법에 의해 형성할 수 있다.

[0157] 전자 수송층은 자체 공지의 전자 수송 재료로부터 형성될 수 있다. 이의 예는, Alq_3 과 같은 퀴놀리놀 유도체의 금속 착물 외에도, 아연, 베릴륨, 알루미늄 등의 각종 금속 착물; 트리아졸 유도체; 트리아진 유도체; 옥사디아졸 유도체; 티아디아졸 유도체; 카르보디이미드 유도체; 퀴녹살린 유도체; 페난트롤린 유도체; 및 실롤 유도체를 포함한다.

[0158] 또한, 본 발명에 있어서는, 하기에 나타내는 일반식 (2) 로 표시되는 안트라센 유도체를 전자 수송 재료로서 사용하여 전자 수송층을 형성하는 것이 바람직하다. 이러한 안트라센 유도체는 전자 주입 및 수송 능력, 박막 안정성 및 내구성이 우수하다. 상기 안트라센 유도체로부터 형성되는 전자 수송층을 상기 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물을 함유하는 정공 수송층과 결합시킴으로써, 정공 및 전자를 발광층에 효율적으로 주입할 수 있다. 이렇게 함으로써, 최적의 캐리어 밸런스를 확보할 수 있으며, 수득되는 유기 EL 소자의 특성을 크게 향상시킬 수 있다.

[0159] 

(2)

[0160] (식 중,

[0161] A 는 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타내고,

[0162] B 는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며,

[0163] C 는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내고,

[0164] D 는 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 또는 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기를 나타내며,

[0165] p 및 q 는, p 와 q 의 합계가 9 인 것을 조건으로, p 가 7 또는 8 의 정수를 나타내고, q 가 1 또는 2 의 정수

를 나타낸다).

[0166] 상기 일반식 (2) 로부터 이해되는 바와 같이, 이 안트라센 유도체는 2 가의 기 또는 단일 결합에 의해 안트라센 고리와 기 B 가 연결된 분자 구조를 가지며, 기 B 가 연결되는 안트라센 고리에는 1 또는 2 개의 1 가의 방향족 탄화수소기(들) 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기(들) (기 C) 가 치환기(들)로서 결합된다.

[0167] 상기 일반식 (2) 에 있어서, A 는 단일 결합 또는 2 가의 기를 나타낸다. 이러한 2 가의 기는 2 가의 방향족 탄화수소기 또는 2 가의 방향족 헤테로시클릭기이며, 이의 구체예는 하기와 같다.

[0168] 2 가의 방향족 탄화수소기는 2 개의 결합을 갖는 방향족 탄화수소 고리로부터 형성된다. 이 방향족 탄화수소 고리의 예는 벤젠, 비페닐, 터페닐, 테트라키스페닐, 스티렌, 나프탈렌, 안트라센, 아세나프탈렌, 플루오렌, 페난트렌, 인단, 피렌 및 트리페닐렌을 포함한다.

[0169] 2 가의 방향족 헤테로시클릭기는 2 개의 결합을 갖는 방향족 헤테로시클릭 고리로부터 형성된다. 이 방향족 헤테로시클릭 고리의 예는 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 피롤, 푸란, 티오펜, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 벤조푸란, 벤조티오펜, 인돌린, 카르바졸, 카르볼린, 벤족사졸, 벤조티아졸, 퀴녹살린, 벤조이미다졸, 피라졸, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 나프티리딘, 페난트롤린 및 아크리단을 포함한다.

[0170] 상기 방향족 탄화수소 고리 및 방향족 헤테로시클릭 고리는 치환기를 가질 수 있으며, 이 안트라센 유도체의 우수한 특성이 손상되지 않는 한, 도입 가능한 치환기를 가질 수 있다.

[0171] 이러한 치환기는 상기 언급한 일반식 (1) 에서의 Ar^1 내지 Ar^4 로 표시되는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기가 임의로 소유하는 치환기와 동일하다.

[0172] 본 발명에 있어서, 특히 바람직한 A 는 치환 또는 비치환 벤젠 고리, 비페닐 고리, 나프탈렌 고리 또는 페난트렌 고리에서 유도된다.

[0173] 일반식 (2) 에서의 기 B 는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기이며, 이것은 트리아지닐기, 피리딜기, 피리미디닐기, 푸릴기, 피롤릴기, 티에닐기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 벤조푸라닐기, 벤조티에닐기, 인돌릴기, 카르바졸릴기, 벤족사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 퀴녹살리닐기, 벤즈이미다졸릴기, 피라졸릴기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티에닐기, 나프티리디닐기, 페난트롤리닐기, 아크리디닐기 및 카르볼리닐기를 예시할 수 있다.

[0174] 상기 기 B 로서의 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 안트라센 유도체의 우수한 특성을 손상시키지 않는 치환기를 가질 수 있다. 이 치환기는 중수소 원자, 시아노기 및 니트로기 외에도, 하기의 것을 예시할 수 있다:

[0175] 할로겐 원자, 예를 들어 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자 또는 요오드 원자;

[0176] 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 예를 들어 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, 네오펜틸기 또는 n-헥실기;

[0177] 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 예를 들어 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 1-아다만틸기 또는 2-아다만틸기;

[0178] 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 예를 들어 메틸옥시기, 에틸옥시기 또는 프로필옥시기;

[0179] 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 예를 들어 시클로펜틸옥시기, 시클로헥실옥시기, 1-아다만틸옥시기 또는 2-아다만틸옥시기;

[0180] 알케닐기, 예를 들어 비닐기 또는 알릴기;

[0181] 아릴옥시기, 예를 들어 페닐옥시기, 톨릴옥시기, 비페닐릴옥시기, 나프틸옥시기, 안트라세닐옥시기 또는 페난트레닐옥시기;

[0182] 아릴알킬옥시기, 예를 들어 벤질옥시기 또는 페네틸옥시기;

[0183] 방향족 탄화수소기, 예를 들어 페닐기, 비페닐릴기, 터페닐릴기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 플루오레닐기, 인데닐기, 피레닐기, 페릴레닐기, 플루오란테닐기 또는 트리페닐레닐기;

[0184] 방향족 헤테로시클릭기, 예를 들어 피리딜기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 티에닐기, 푸릴기, 피롤릴기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 벤조푸라닐기, 벤조티에닐기, 인돌릴기, 카르바졸릴기, 벤족사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 퀴녹살리닐기, 벤즈이미다졸릴기, 피라졸릴기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티에닐기 또는 카르볼리닐기;

[0185] 아릴비닐기, 예를 들어 스티릴기 또는 나프틸비닐기; 및

[0186] 아실기, 예를 들어 아세틸기 또는 벤조일기.

[0187] 상기 예시한 치환기는 서로 독립적으로 존재할 수 있지만, 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0188] 본 발명에 있어서, 상기 기 B 로서 바람직한 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 질소-함유 방향족 헤테로시클릭기, 예를 들어 피리딜기, 피리미디닐기, 피롤릴기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 인돌릴기, 카르바졸릴기, 벤족사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 퀴녹살리닐기, 벤즈이미다졸릴기, 피라졸릴기 또는 카르볼리닐기이다. 이들 기 중에서, 피리딜기, 피리미디닐기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 인돌릴기, 피라졸릴기, 벤즈이미다졸릴기 또는 카르볼리닐기가 보다 바람직하다.

[0189] 일반식 (2) 에서의 문자 C 는 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며, 이것은 일반식 (1) 에서의 Ar^1 내지 Ar^4 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다. 이러한 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는, 상기 언급한 Ar^1 내지 Ar^4 와 마찬가지로, 치환기를 가질 수 있다.

[0190] 이러한 2 개의 기 C 가 분자내에 존재하는 경우 (식 (2) 에서 q = 2), 2 개의 기 C 는 동일 또는 상이할 수 있다.

[0191] 또한, 일반식 (2) 에서의 D 는 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 또는 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기이다. 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기의 예는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, 네오펜틸기 또는 n-헥실기를 포함한다.

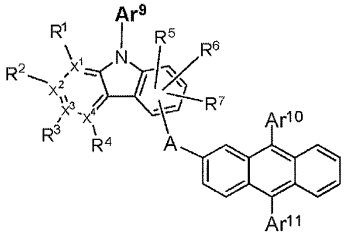
[0192] 임의의 이들 알킬기는 치환기, 예를 들어 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자 또는 시아노기를 가질 수 있다.

[0193] 복수의 D 는, 존재하는 경우, 동일 또는 상이할 수 있다.

[0194] 본 발명에 있어서, 가장 바람직한 D 는 수소 원자이다.

[0195] 상기 일반식 (2) 의 안트라센 유도체에 있어서, B 는 질소-함유 헤테로사이클이고, D 는 수소 원자인 것이 바람직하다. 이 바람직한 안트라센 유도체는 특히 하기 일반식 (2a), (2b) 또는 (2c) 로 표시된다:

[0196] 일반식 (2a) 로 표시되는 안트라센 유도체:



[0197] (2a)

[0198] 일반식 (2a) 에 있어서, A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같으며, 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타낸다.

[0199] 상기 A 가 결합하는 트리시클릭 구조의 질소-함유 헤테로사이클은 일반식 (2) 에서의 기 B 에 해당한다.

[0200] 상기 식 (2a) 에 있어서, X^1, X^2, X^3 및 X^4 는 상기 질소-함유 헤테로사이클의 일부를 구성하는 엔도시클릭 원소이고, 각각 탄소 원자 또는 질소 원자를 나타내며, 단, 이들중 하나는 질소 원자이다. R^1 내지 R^7 및 Ar^9 는 이 질소-함유 헤테로사이클이 결합하는 기를 나타낸다.

[0201] 즉, X^1, X^2, X^3 및 X^4 에 의해 형성되는 고리에 대해서, R^1 내지 R^4 는 치환기로서 표시된다. 임의의 엔도시클릭 원자가 질소 원자인 경우, 임의의 R^1 내지 R^4 (수소 원자를 포함) 는 이 질소 원자에 결합하지 않는다. 이것은, X^1 이 질소 원자인 경우, R^1 은 존재하지 않고; X^2 가 질소 원자인 경우, R^2 는 존재하지 않으며; X^3 이

질소 원자인 경우, R^3 은 존재하지 않고; X^4 가 질소 원자인 경우, R^4 는 존재하지 않는 것을 의미한다.

[0202] 상기 질소-함유 헤테로사이클에 결합하는 R^1 내지 R^7 은 각각 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타낸다.

[0203] 상기 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기는 일반식 (2) 의 D 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다.

[0204] 상기 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기는 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 1-아다만틸기 및 2-아다만틸기를 예시할 수 있다.

[0205] 상기 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기는 비닐기, 알릴기, 이소프로페닐기 및 2-부테닐기를 예시할 수 있다.

[0206] 상기 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기는 메틸옥시기, 에틸옥시기, n-프로필옥시기, 이소프로필옥시기, n-부틸옥시기, tert-부틸옥시기, n-펜틸옥시기 및 n-헥실옥시기를 예시할 수 있다.

[0207] 상기 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기는 시클로펜틸옥시기, 시클로헥실옥시기, 시클로헵틸옥시기, 시클로옥틸옥시기, 1-아다만틸옥시기 및 2-아다만틸옥시기를 예시할 수 있다.

[0208] 상기 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 일반식 (1) 에서의 Ar^1 내지 Ar^4 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다.

[0209] 상기 아릴옥시기는 페닐옥시기, 비페닐릴옥시기, 터페닐릴옥시기, 나프틸옥시기, 안트라세닐옥시기, 페난트레닐옥시기, 플루오레닐옥시기, 인데닐옥시기, 피레닐옥시기 및 페릴레닐옥시기를 예시할 수 있다.

[0210] 상기 언급한 R^1 내지 R^7 로 표시되는 각각의 기는 치환기를 가질 수 있으며, 이것은 탄소 원자의 수에 관한 조건을 만족시키는 한, 일반식 (1) 에서의 기 Ar^1 내지 Ar^4 가 가지는 치환기로서 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다.

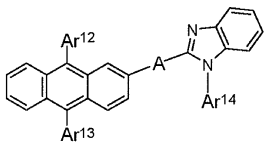
[0211] 이들 치환기는 서로 독립적으로 존재할 수 있지만, 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0212] 또한, 상기 일반식 (2a) 에서의 Ar^9 는 상기 질소-함유 방향족 고리에 결합하는 치환기이며, Ar^{10} 및 Ar^{11} 은 일반식 (2) 에서의 C 에 해당한다 (즉, q = 2).

[0213] 상기 Ar^9 내지 Ar^{11} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며, 이것은 일반식 (1) 에서의 Ar^1 내지 Ar^4 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다. 또한, 상기 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 상기 언급한 Ar^1 내지 Ar^4 와 마찬가지로, 치환기를 가질 수 있다.

[0214] 상기 일반식 (2a) 로 표시되는 안트라센 유도체의 구체예는 도 76 내지 79 에 나타낸 구조식을 갖는 화합물 (2a-1) 내지 (2a-20) 을 포함한다.

[0215] 일반식 (2b) 로 표시되는 안트라센 유도체:

[0216] 

(2b)

[0217] 일반식 (2b) 에 있어서, A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같으며, 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타낸다.

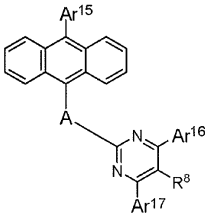
[0218] 상기 A 가 결합하는 질소-함유 헤테로사이클은 일반식 (2) 에서의 기 B 에 해당한다.

[0219] 또한, 상기 일반식 (2b) 에 있어서, Ar^{12} 및 Ar^{13} 은 일반식 (2) 에서의 C 에 해당하며 (즉, q = 2), Ar^{14} 는 상기 질소-함유 방향족 고리에 결합하는 치환기이다.

[0220] 상기 Ar^{12} 내지 Ar^{14} 는 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며, 이것은 일반식 (1) 에서의 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다. 또한, 상기 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 상기 언급한 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 마찬가지로, 치환기를 가질 수 있다.

[0221] 상기 일반식 (2b) 로 표시되는 안트라센 유도체의 구체예는 도 80 내지 83 에 나타낸 구조식을 갖는 화합물 (2b-1) 내지 (2b-16) 을 포함한다.

[0222] 일반식 (2c) 로 표시되는 안트라센 유도체:

[0223] 

(2c)

[0224] 일반식 (2c) 에 있어서, A 는 상기 식 (2) 에서 정의한 바와 같으며, 2 가의 방향족 탄화수소기, 2 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 단일 결합을 나타낸다.

[0225] 상기 A 가 결합하는 질소-함유 헤테로사이클은 일반식 (2) 에서의 기 B 에 해당한다.

[0226] 또한, 상기 일반식 (2c) 에 있어서, Ar^{15} 는 일반식 (2) 에서의 C 에 해당하며 (즉, q = 1), Ar^{16}, Ar^{17} 및 R^{8} 은 상기 질소-함유 방향족 고리에 결합하는 치환기이다.

[0227] 상기 Ar^{15} 내지 Ar^{18} 은 각각 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기를 나타내며, 이것은 일반식 (1) 에서의 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 예시할 수 있다. 또한, 상기 1 가의 방향족 탄화수소기 및 1 가의 방향족 헤테로시클릭기는 상기 언급한 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 마찬가지로, 치환기를 가질 수 있다.

[0228] 상기 질소-함유 헤테로사이클에 결합하는 R^{8} 은 상기 일반식 (2a) 에서의 R^{1} 내지 R^{7} 과 동일하며, 수소 원자, 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타낸다.

[0229] R^{8} 로 표시되는 각각의 기는, R^{1} 내지 R^{7} 이 가지는 치환기와 동일한 치환기를 가질 수 있다. 이 치환기가 복수 존재하는 경우, 복수의 치환기는 서로 독립적으로 존재하는 것이 바람직하다. 그러나, 복수의 치환기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0230] 상기 일반식 (2c) 의 안트라센 유도체의 구체예는 도 84 내지 91 에 나타낸 구조식을 갖는 화합물 (2c-1) 내지 (2c-30) 을 포함한다.

[0231] 본 발명에 있어서, 전자 수송층은 상기 기술한 안트라센 유도체로부터 형성되는 것이 바람직하다. 상기 설명한 각종 안트라센 유도체는 자체 공지의 방법에 의해서 합성할 수 있다 (예를 들어, WO2011/0593000, WO2003/060956 및 한국 특허 공개 2013-060956 참조).

[0232] 이들 안트라센 유도체는 각각 단독으로 또는 2 종 이상의 혼합물로서 전자 수송층을 형성할 수 있다.

[0233] <캐소드>

[0234] 본 발명의 유기 EL 소자의 캐소드에 대해서는, 알루미늄과 같은 낮은 일 함수를 갖는 금속, 또는 마그네슘-은 합금, 마그네슘-인듐 합금 또는 알루미늄-마그네슘 합금과 같은 낮은 일 함수를 갖는 합금이 전극 재료로서 사용된다.

[0235] <기타 층>

[0236] 본 발명의 유기 EL 소자는 필요에 따라 기타의 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 1 에 나타낸 실시예에 있어서, 정공 주입층 (3) 은 애노드와 정공 수송층 사이에 설치되고, 전자 주입층 (7) 은 캐소드와 전자 수송층 사이에 설치된다. 또한, 정공 수송층과 발광층 사이에는 전자 저지층을 설치할 수 있으며, 발광층과 전자 수송층 사이에는 정공 저지층을 설치할 수 있다.

[0237] 적절하게 설치되는 각각의 층은 자체 공지의 재료로부터 형성될 수 있으며, 사용되는 재료의 종류에 따라서 증착, 스핀 코팅 방법 또는 잉크 젯 방법과 같은 공지의 방법에 의해 형성된다.

[0238] 정공 주입층:

[0239] 애노드와 정공 수송층 사이에 적절하게 형성되는 정공 주입층 (3) 은 자체 공지의 재료, 예를 들어 스타버스트형의 트리페닐아민 유도체 및 각종 트리페닐아민 사량체와 같은 재료; 구리 프탈로시아닌으로 대표되는 포르피린 화합물; 및 헥사시아노아자트리페닐렌과 같은 수용체형의 헤테로시클릭 화합물, 및 코팅형의 중합체 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0240] 또한, 상기 언급한 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 높은 정공 이동도를 나타낸다. 따라서, 정공 주입층은 이러한 아릴아민 화합물을 사용하여 형성할 수 있다.

[0241] 전자 주입층:

[0242] 캐소드와 전자 수송층 사이에 적절하게 형성되는 전자 주입층 (8) 은 불화리튬 또는 불화세슘과 같은 알칼리 금속염, 불화마그네슘과 같은 알칼리 토금속염, 또는 산화알루미늄과 같은 금속 산화물을 사용하여 형성할 수 있다.

[0243] 전자 저지층:

[0244] 전자 저지층은 도 1 에 나타내지 않았지만, 정공 수송층과 발광층 사이에 설치되며, 발광층으로부터의 전자의 투과를 저지함으로써, 발광 효율을 향상시키기 위해 형성된다. 전자 저지층을 형성하기 위한 재료로서는, 전자 저지성을 갖는 각종 화합물을 사용할 수 있으며, 하기의 카르바졸 유도체가 대표적인 예이다:

[0245] 4,4',4"-트리(N-카르바졸릴)트리페닐아민 (TCTA);

[0246] 9,9-비스[4-(카르바졸-9-일)페닐]플루오렌;

[0247] 1,3-비스(카르바졸-9-일)벤젠 (mCP); 및

[0248] 2,2-비스(4-카르바졸-9-일페닐)아다만탄 (Ad-Cz).

[0249] 또한, 상기 카르바졸 유도체 이외에도, 9-[4-(카르바졸-9-일)페닐]-9-[4-(트리페닐실릴)페닐]-9H-플루오렌으로 대표되는, 트리페닐실릴기를 가지며, 또한 트리아릴아민 골격을 분자내에 가지는 화합물이 전자 저지층을 형성하기 위한 재료로서 유용하다.

[0250] 정공 저지층:

[0251] 정공 저지층은 도 1 에 나타내지 않았지만, 전자 수송층과 발광층 사이에 적절하게 설치되며, 발광층으로부터의 정공의 투과를 저지함으로써, 발광 효율을 향상시키기 위해 형성된다. 정공 저지층을 형성하기 위한 재료로서는, 페난트롤린 유도체, 예를 들어 바소쿠프로인 (BCP), 퀴놀리놀 유도체의 금속 착물, 예를 들어 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄 (III) (BAlq), 각종 희토류 착물, 트리아졸 유도체, 트리아진 유도체 및 옥사디아졸 유도체와 같은, 정공 저지 기능을 갖는 화합물이 사용된다.

[0252] <2 층 구조의 정공 수송층>

[0253] 본 발명의 유기 EL 소자는 상기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물을 정공 수송층으로서 사용한다. 전술한 바와 같이, 이러한 아릴아민 화합물을 함유하는 정공 수송층은 2 층 구조로서 구성할 수 있다.

[0254] 즉, 도 1 에 나타낸 바와 같이, 정공 수송층은 애노드 (2) 옆에 위치하는 제 1 정공 수송층 (4), 및 발광층 (6) 옆에 위치하는 제 2 정공 수송층 (5) 로 분할한 2 층 구조로서 구성하고, 상기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민을 제 2 정공 수송층 (5) 에 함유시키는 것이 바람직하다. 이 경우, 제 1 정공 수송층 (4) 에는, 제 2 정공 수송층 (5) 에 사용되는 것과 상이한 아릴아민이 사용된다.

[0255] 상기에서와 같이, 정공 수송층을 2 층으로 분할하는 경우, 발광층 (6) 측의 제 2 정공 수송층 (5) 는 정공 수송성과 함께 매우 높은 전자 저지성을 나타낸다. 이것은, 상기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물이 정공 수송성과 더불어 높은 전자 저지성을 나타내기 때문이다. 따라서, 특히 도 1 에 나타낸 바와 같이, 제 2 정공 수송층 (5) 를 발광층 (6) 에 인접하게 설치함으로써, 발광층 (6) 에서의 캐리어 밸런스를 보다 높은 수준으로 유지할 수 있다. 이것은 유기 EL 소자의 특성을 향상시키는데 매우 유리하다.

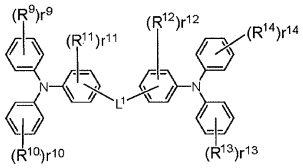
[0256] 이러한 2 층 구조에 있어서, 제 2 정공 수송층 (5) 는 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물로부터 형성된다. 반면, 제 1 정공 수송층 (4) 는 제 2 정공 수송층 (5) 의 형성에 사용되는 아릴아민 화합물과 상이한 트리아릴아민 유도체로부터 형성되는데, 그 이유는 트리아릴아민 유도체가 우수한 정공 수송성을 나타내기 때문이다.

[0257] 제 1 정공 수송층 (4) 를 형성하기 위해 사용되는 트리아릴아민 유도체는, 제 2 정공 수송층 (5) 의 형성에 사용되는 것과 상이한 경우, 상기 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물일 수 있다. 그러나, 제 1 정공 수송층 (4) 는 전자 저지성이 엄격하게 요구되는 것이 아니기 때문에, 정공 수송 재료로서 사용되는 공지의 트리아릴아민 유도체를 사용하여 제 1 정공 수송층 (4) 를 형성하는 것이 바람직하다.

[0258] 이러한 공지의 트리아릴아민 유도체는, 2 개의 트리아릴아민 골격이 단일 결합 또는 2 가의 탄화수소기에 의해 함께 결합하는 분자 구조를 가지며, 분자내에 2 내지 6 개의 트리아릴아민 골격을 가진다.

[0259] 본 발명에 있어서, 제 1 정공 수송층 (4) 는, 정공 수송성과 더불어 우수한 박막 안정성, 내열성 및 합성의 용이성의 관점에서, 하기 일반식 (3) 또는 (4) 로 표시되는 트리아릴아민 유도체를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 트리아릴아민 유도체는 단독으로, 또는 2 종 이상의 혼합물로서 사용할 수 있다.

[0260] 일반식 (3) 으로 표시되는 트리아릴아민 유도체:

[0261] 

(3)

[0262] 상기 일반식 (3) 으로 표시되는 트리아릴아민 유도체는 2 개의 트리아릴아민 골격을 가진다.

[0263] 일반식 (3) 에 있어서, r^9 내지 r^{14} 는 각각 방향족 고리에 결합하는 치환기 R^9 내지 R^{14} 각각의 수를 나타내는 정수이고, r^9, r^{10}, r^{13} 및 r^{14} 는 각각 0 내지 5 의 정수이며, r^{11} 및 r^{12} 는 각각 0 내지 4 의 정수이다.

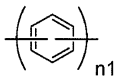
[0264] 방향족 고리에 결합하는 치환기 R^9 내지 R^{14} 는 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 나타낸다.

[0265] 이들 치환기가 각각 동일한 벤젠 고리에 복수 존재하는 경우, 복수의 치환기는 서로 독립적으로 존재하는 것이 바람직하다. 그러나, 복수의 치환기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다. 예를 들어, 복수의 치환기는 함께 결합하여 나프탈렌 고리를 형성할 수 있다.

[0266] 상기 치환기 R^9 내지 R^{14} 로 표시되는 알킬기, 시클로알킬기, 알케닐기, 알킬옥시기, 시클로알킬옥시기 또는 아릴옥시기의 구체예는 일반식 (2a) 에서의 R^1 내지 R^7 과 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 포함한다. 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기의 예는 일반식 (1) 의 Ar^1 내지 Ar^4 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 포함한다.

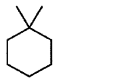
[0267] 치환기 R^{9} 내지 R^{14} 는, 기 R^{1} 내지 R^{7} 또는 기 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 마찬가지로, 치환기를 추가로 가질 수 있다. 이러한 치환기는 서로 독립적으로 존재하는 것이 바람직하지만, 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

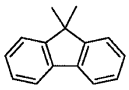
[0268] 일반식 (3) 에 있어서, L^{1} 은 2 개의 아릴아민 골격을 연결하는 가교기이며, 단일 결합, 또는 하기 구조식 (B), (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기를 나타낸다:

[0269] 

(B)

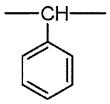
[0270] (식 중, n1 은 1 내지 4 의 정수를 나타낸다)

[0271] 
(C)

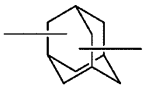

(D)



(E)

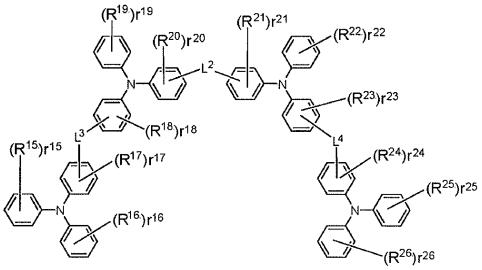


(F)


(G)

[0272] 상기 일반식 (3) 으로 표시되는 트리아릴아민 유도체의 구체예는 도 92 내지 99 에 나타낸 구조식을 갖는 화합물 (3-1) 내지 (3-41) 을 포함한다.

[0273] 일반식 (4) 로 표시되는 트리페닐아민 유도체:

[0274] 

(4)

[0275] 상기 일반식 (4) 로 표시되는 트리아릴아민 유도체는 4 개의 트리아릴아민 골격을 가진다.

[0276] 일반식 (4) 에 있어서, r^{15} 내지 r^{26} 은 각각 방향족 고리에 결합하는 치환기 R^{15} 내지 R^{26} 각각의 수를 나타내는 정수이고, r^{15}, r^{16}, r^{19}, r^{22}, r^{25} 및 r^{26} 은 각각 0 내지 5 의 정수이며, r^{17}, r^{18}, r^{20}, r^{21}, r^{23} 및 r^{24} 는 각각 0 내지 4 의 정수이다.

[0277] 방향족 고리에 결합하는 치환기 R^{15} 내지 R^{26} 은 각각 중수소 원자, 불소 원자, 염소 원자, 시아노기, 니트로기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬기, 2 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알케닐기, 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 알킬옥시기, 5 내지 10 개의 탄소 원자를 갖는 시클로알킬옥시기, 1 가의 방향족 탄화수소기, 1 가의 방향족 헤테로시클릭기 또는 아릴옥시기를 포함한다.

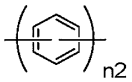
[0278] 이들 치환기가 각각 동일한 벤젠 고리에 복수 존재하는 경우, 복수의 치환기는 서로 독립적으로 존재하는 것이 바람직하다. 그러나, 복수의 치환기는 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다. 예를 들어, 복수의 치환기는 함께 결합하여 나프탈렌 고

리를 형성할 수 있다.

[0279] 상기 치환기 R^{15} 내지 R^{26} 으로 표시되는 알킬기, 시클로알킬기, 알케닐기, 알킬옥시기, 시클로알킬옥시기 또는 아릴옥시기의 구체예는 일반식 (2a) 에서의 R^{1} 내지 R^{7} 과 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 포함한다. 1 가의 방향족 탄화수소기 또는 1 가의 방향족 헤테로시클릭기의 예는 일반식 (1) 의 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 관련하여 설명한 것과 동일한 기를 포함한다.

[0280] 치환기 R^{15} 내지 R^{26} 은, 기 R^{1} 내지 R^{7} 또는 기 Ar^{1} 내지 Ar^{4} 와 마찬가지로, 치환기를 추가로 가질 수 있다. 이러한 치환기는 서로 독립적으로 존재하는 것이 바람직하지만, 단일 결합, 치환기를 임의로 가지는 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 통해 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0281] 일반식 (4) 에 있어서, L^{2} 내지 L^{4} 는 각각 2 개의 아릴아민 골격을 연결하는 가교기이며, 각각 단일 결합, 하기 구조식 (B') 로 표시되는 2 가의 기, 또는 일반식 (3) 에서의 (C), (D), (E), (F) 또는 (G) 로 표시되는 2 가의 기와 동일한 기를 나타낸다.

[0282] 

(B′)

[0283] (식 중, n2 는 1 내지 3 의 정수를 나타낸다).

[0284] 상기 일반식 (4) 로 표시되는 트리아릴아민 유도체의 구체예는 도 100 내지 103 에 나타낸 구조식을 갖는 화합물 (4-1) 내지 (4-17) 을 포함한다.

[0285] 본 발명에 있어서, 상기 설명한 각종 트리아릴아민 유도체는 자체 공지의 방법에 의해 합성할 수 있다 (예를 들어, JP-A-7-126615, JP-A-08-048656 및 JP-A-2005-108804 참조).

[0286] 상기 트리아릴아민 유도체를 사용하여 형성되는 제 1 정공 수송층 (4) 의 두께 t1 과 일반식 (1) 의 아릴아민 화합물을 사용하여 형성되는 제 2 정공 수송층 (5) 의 두께 t2 의 합계인 전체 두께 (t1 + t2) 는 바람직하게는 20 내지 300 ㎚ 의 범위, 심지어는 50 내지 200 ㎚ 의 범위, 특히 50 내지 150 ㎚ 의 범위이다.

[0287] 상기 언급한 구조를 갖는 본 발명의 유기 EL 소자는, 정공 및 전자 주입/수송 성능, 박막 안정성 및 내구성이 우수한 유기 EL 소자용 재료를 캐리어 밸런스를 고려하여 결합한다. 그러므로, 종래의 유기 EL 소자와 비교해서, 본 발명의 유기 EL 소자는 정공 수송층으로부터 발광층으로의 정공 수송 효율이 향상되며, 또한 전자 수송층으로부터 발광층으로의 전자 수송 효율이 향상된다. 또한, 정공 수송층을 제 1 정공 수송층-제 2 정공 수송층의 2 층 구조로서 구성하는 경우, 캐리어 밸런스가 더욱 향상되고, 발광 효율이 더욱 증가하며, 구동 전압이 더욱 감소하고, 이 유기 EL 소자의 내구성이 더욱 향상된다.

[0288] 상기 기술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 높은 효율, 낮은 구동 전압 및 긴 수명을 갖는 유기 EL 소자를 달성할 수 있다.

[0289] 실시예

[0290] 본 발명을 하기의 실험예에 의해 설명한다.

[0291] <실시예 1>

[0292] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민 (화합물 1-1) 의 합성>

[0293] (제 1 공정)

[0294] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0295] N,N-비스(비페닐-4-일)아민 40.5 g,

[0296] 3-브로모비페닐 28.0 g,

[0297] t-부톡시나트륨 13.7 g, 및

[0298] 톨루엔 400 mL

[0299] 를 충전하였다.

[0300] 혼합물에 30 분간 초음파를 조사하면서, 질소 기체를 통과시켰다.

[0301] 이어서,

[0302] 팔라듐 아세테이트 0.54 g, 및

[0303] t-부틸포스핀의 50 % (w/v) 톨루엔 용액 1.46 g

[0304] 을 첨가하였다. 혼합물을 가열하고, 95 ℃ 에서 4 시간 동안 교반하였다.

[0305] 불용물을 여과에 의해 제거한 후, 여과액을 가열하고, 100 ℃ 에서 실리카 겔을 사용하여 흡착 정제한 후, 고온 여과하였다. 여과액을 교반하면서 실온으로 냉각시키고, 석출되는 고체를 여과에 의해 수집하여,

[0306] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(비페닐-3-일)아민을 녹백색 고체 50.2 g (수율 88 %) 으로서 수득하였다.

[0307] (제 2 공정)

[0308] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0309] 상기 수득한 트리아릴아민 50.0 g, 및

[0310] 디메틸포름아미드 500 mL

[0311] 를 충전하고, 혼합물을 얼음 중탕기에서 냉각시켰다.

[0312] 이어서,

[0313] N-브로모숙신이미드 22.1 g

[0314] 을 서서히 첨가한 후, 혼합물을 4 시간 동안 교반하였다. 이어서, 메탄올을 첨가하고, 석출되는 미정제 생성물을 여과에 의해 수집하였다.

[0315] 이어서, 에틸 아세테이트를 사용한 환류 세정을 수행하여,

[0316] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민을 분홍색 분말 40.2 g (수율 69 %) 으로서 수득하였다.

[0317] (제 3 공정)

[0318] 이어서, 질소-퍼지한 반응 용기에

[0319] 상기 수득한 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 11.8 g,

[0320] 톨루엔 94 mL,

[0321] 페닐보론산 2.7 g, 및

[0322] 5.9 g 탄산칼륨을 36 mL 물에 용해시킨 수용액을

[0323] 충전하였다.

[0324] 혼합물에 30 분간 초음파를 조사하면서, 질소 기체를 통과시켰다.

[0325] 이어서,

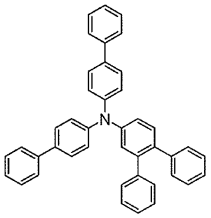
[0326] 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐 0.74 g

[0327] 을 첨가하였다. 혼합물을 가열하고, 72 ℃ 에서 18 시간 동안 교반하였다. 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 유기 층을 액체 분리에 의해 수집하였다. 수집된 물질을 물로 세정하고, 포화 식염수 용액으로 연속해서 세정한 후, 무수 황산마그네슘을 사용하여 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0328] 계속해서, 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

[0329] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민을 백색 분말 8.4 g (수율 72 %) 으로서 수득하였다.

[0330] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-1) 이다:

[0331] 

(1-1)

[0332] pm-치환 벤젠 고리: 1

[0333] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 2 에 나타낸다.

[0334] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 31 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0335] δ (ppm) = 7.56-7.68 (7H)

[0336] 7.45-7.52 (4H)

[0337] 7.14-7.41 (20H)

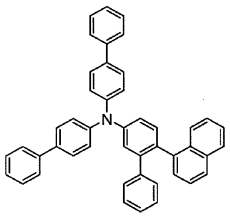
[0338] <실시예 2>

[0339] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(나프틸-1-일)비페닐-3-일}아민 (화합물 1-2) 의 합성>

[0340] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 페닐보론산을 1-나프틸보론산으로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 과 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0341] 백색 분말 9.2 g (수율 61 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(나프틸-1-일)비페닐-3-일}아민.

[0342] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-2) 이다:

[0343] 

(1-2)

[0344] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0345] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 3 에 나타낸다.

[0346] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 33 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0347] δ (ppm) = 7.84-7.87 (3H)

[0348] 7.67-7.83 (6H)

[0349] 7.26-7.64 (18H)

[0350] 7.02-7.04 (6H)

[0351] <실시예 3>

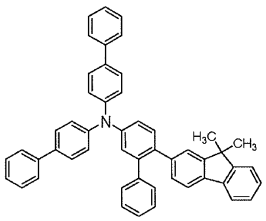
[0352] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)비페닐-3-일}아민 (화합물 1-3) 의 합성>

[0353] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 페닐보론산을 (9,9-디메틸플루오렌-2-일)보론산으로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 과 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0354] 백색 분말 9.0 g (수율 57 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)비페닐-3-일}아

민.

[0355] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-3) 이다:

[0356] 

(1-3)

[0357] pm-치환 벤젠 고리: 1

[0358] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 4 에 나타낸다.

[0359] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0360] δ (ppm) = 7.56-7.64 (10H)

[0361] 7.26-50 (18H)

[0362] 7.02-7.16 (5H)

[0363] 1.26 (6H)

[0364] <실시예 4>

[0365] <N,N-비스(6-페닐비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민 (화합물 1-94) 의 합성>

[0366] (제 1 공정)

[0367] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0368] 벤즈아미드 13.0 g,

[0369] 3-브로모비페닐 52.5 g,

[0370] 탄산칼륨 44.5 g,

[0371] 아황산수소나트륨 3.4 g,

[0372] 페난트롤린 1수화물 2.2 g,

[0373] 구리 분말 0.68 g,

[0374] 도데실벤젠 13 mL, 및

[0375] 톨루엔 30 mL

[0376] 를 충전하였다.

[0377] 혼합물을 교반하면서 가열하고, 톨루엔을 제거하면서 19 시간 동안 환류시켰다. 상기 계를 냉각시키고, 톨루엔을 첨가한 후, 불용물을 여과에 의해 제거하였다. 물로의 세정 및 포화 식염수 용액으로의 세정을 순차적으로 수행하였다. 이어서, 잔류물을 무수 황산마그네슘을 사용하여 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0378] 이어서, 미정제 생성물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

[0379] N,N-비스(비페닐-3-일)벤즈아미드를 황색 점성 물질 41.7 g (수율 91 %) 으로서 수득하였다.

[0380] (제 2 공정)

[0381] 반응 용기에

[0382] 상기 수득한 N,N-비스(비페닐-3-일)벤즈아미드 41.7 g,

[0383] 이소아밀 알코올 36 mL,

[0384] 물 12 mL, 및

[0385] 수산화칼륨 7.6 g

[0386] 을 충전하였다.

[0387] 혼합물을 교반하면서 가열하고, 48 시간 동안 환류시켰다. 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 및 톨루엔을 첨가한 후, 유기 층을 액체 분리에 의해 수집하였다. 수집된 물질을 물로 세정하고, 포화 식염수 용액으로 연속해서 세정한 후, 무수 황산마그네슘을 사용하여 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0388] 이어서, 미정제 생성물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

[0389] N,N-비스(비페닐-3-일)아민을 갈색 점성 물질 25.3 g (수율 80 %) 으로서 수득하였다.

[0390] (제 3 공정)

[0391] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0392] 상기 수득한 N,N-비스(비페닐-3-일)아민 25.2 g,

[0393] 톨루엔 250 mL,

[0394] 4-브로모비페닐 20.5 g, 및

[0395] t-부톡시나트륨 9.0 g

[0396] 을 충전하였다.

[0397] 혼합물에 30 분간 초음파를 조사하면서, 질소 기체를 통과시켰다.

[0398] 이어서,

[0399] 팔라듐 아세테이트 0.35 g, 및

[0400] t-부틸포스핀의 50 % (w/v) 톨루엔 용액 0.95 g

[0401] 을 첨가하였다. 혼합물을 가열하고, 95 ℃ 에서 14 시간 동안 교반하였다. 불용물을 여과에 의해 제거한 후, 물로의 세정 및 포화 식염수 용액으로의 세정을 순차적으로 수행하였다. 이어서, 잔류물을 무수 황산마그네슘을 사용하여 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0402] 이어서, 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제를 수행함으로써,

[0403] N,N-비스(비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민을 황백색 분말 31.6 g (수율 85 %) 으로서 수득하였다.

[0404] (제 4 공정)

[0405] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0406] 상기 수득한 N,N-비스(비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민 31.5 g, 및

[0407] 디메틸포름아미드 320 mL

[0408] 를 충전하고, 혼합물을 얼음 중탕기에서 냉각시켰다.

[0409] 이어서,

[0410] N-브로모숙신이미드 26.0 g

[0411] 을 서서히 첨가하고, 혼합물을 5 시간 동안 교반하였다. 물을 첨가하고, 석출되는 미정제 생성물을 여과에 의해 수집하였다. 석출물을 메탄올로 세정하고, 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

[0412] N,N-비스(6-브로모비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민을 백색 분말 36.9 g (수율 88 %) 로서 수득하였다.

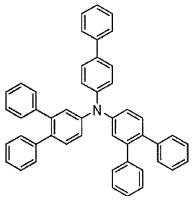
[0413] (제 5 공정)

[0414] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 비스(비페닐-4-일)-(6-브로모비페닐-3-일)아민을 상기 수득한 N,N-비스(6-브로모비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민으로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 방식

으로 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0415] 백색 분말 10.2 g (수율 73 %) 으로서의 N,N-비스(6-페닐비페닐-3-일)-N-(비페닐-4-일)아민.

[0416] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-94) 이다:

[0417] 

(1-94)

[0418] pm-치환 벤젠 고리: 2

[0419] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 5 에 나타낸다.

[0420] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 35 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0421] δ (ppm) = 7.57-7.66 (4H)

[0422] 7.10-7.49 (31H)

[0423] <실시예 5>

[0424] <트리스(6-페닐비페닐-3-일)아민 (화합물 1-129) 의 합성>

[0425] (제 1 공정)

[0426] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0427] 3-아미노비페닐 10.4 g,

[0428] 톨루엔 250 mL,

[0429] 3-브로모비페닐 30.0 g, 및

[0430] t-부톡시나트륨 13.1 g

[0431] 을 충전하였다.

[0432] 혼합물에 30 분간 초음파를 조사하면서, 질소 기체를 통과시켰다.

[0433] 이어서,

[0434] 트리스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 2.25 g, 및

[0435] t-부틸포스핀의 50 % (w/v) 톨루엔 용액 1.50 g

[0436] 을 첨가하였다. 혼합물을 가열하고, 95 ℃ 에서 3 시간 동안 교반하였다. 불용물을 여과에 의해 제거한 후, 물로의 세정 및 포화 식염수 용액으로의 세정을 순차적으로 수행하였다. 이어서, 수집된 물질을 무수 황산마그네슘을 사용하여 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0437] 또한, 미정제 생성물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

[0438] 트리스(비페닐-3-일)아민을 백색 분말 24.6 g (수율 85 %) 으로서 수득하였다.

[0439] (제 2 공정)

[0440] 질소-퍼지한 반응 용기에

[0441] 상기 수득한 트리스(비페닐-3-일)아민 24.5 g, 및

[0442] 디메틸포름아미드 245 mL

[0443] 를 충전하고, 혼합물을 얼음 중탕기에서 냉각시켰다.

[0444] 이어서,

[0445] N-브로모숙신이미드 30.4 g

[0446] 을 서서히 첨가한 후, 혼합물을 7 시간 동안 교반하였다. 톨루엔을 첨가하고, 물로의 세정 및 포화 식염수 용액으로의 세정을 순차적으로 수행하였다. 이어서, 잔류물을 무수 황산마그네슘으로 건조시키고, 농축시켜 미정제 생성물을 수득하였다.

[0447] 미정제 생성물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 정제함으로써,

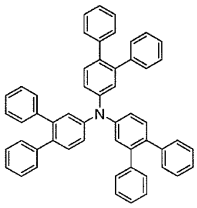
[0448] 트리스(6-브로모비페닐-3-일)아민을 백색 분말 33.6 g (수율 92 %) 로서 수득하였다.

[0449] (제 3 공정)

[0450] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 비스(비페닐-4-일)-(6-브로모비페닐-3-일)아민을 상기 수득한 트리스(6-브로모비페닐-3-일)아민으로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 방식으로 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0451] 백색 분말 11.1 g (수율 75 %) 으로서의 트리스(6-페닐비페닐-3-일)아민.

[0452] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-129) 이다:



(1-129)

[0453] pm-치환 벤젠 고리: 3

[0454] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 6 에 나타낸다.

[0455] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0456] δ (ppm) = 7.35-7.42 (6H)

[0457] 7.15-7.35 (33H)

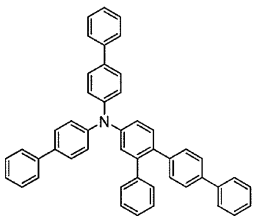
[0458] <실시예 6>

[0459] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-4) 의 합성>

[0460] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 페닐보론산을 4-비페닐보론산으로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 과 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0461] 백색 분말 8.4 g (수율 76 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0462] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-4) 이다:



(1-4)

[0463] pm-치환 벤젠 고리: 1

[0464] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 7 에 나타낸다.

[0465] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 35 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0466] δ (ppm) = 7.60-7.68 (10H)

[0467] 7.45-50 (9H)

[0468] 7.30-7.39 (8H)

[0469] 7.22-7.28 (8H)

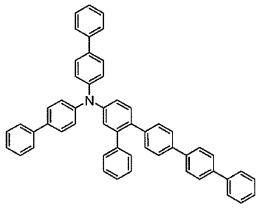
[0470] <실시예 7>

[0471] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민 (화합물 1-9) 의 합성>

[0472] 실시예 1 의 제 3 공정에서 사용되는 페닐보론산을 p-터페닐보론산 피나콜 에스테르로 대체하는 것 이외에는, 실시예 1 과 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0473] 백색 분말 7.6 g (수율 75 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민.

[0474] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-9) 이다:



(1-9)

[0475] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0476] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 8 에 나타낸다.

[0477] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0478] δ (ppm) = 7.40-7.55 (20H)

[0479] 7.30-39 (7H)

[0480] 7.19-7.29 (12H)

[0481] <실시예 8>

[0482] <N-4-비페닐-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-56) 의 합성>

[0483] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

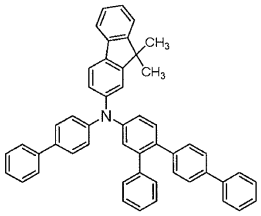
[0484] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)아민, 및

[0485] 4-비페닐보론산

[0486] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0487] 백색 분말 17.8 g (수율 89 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0488] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-56) 이다:



(1-56)

[0489] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0490] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 9 에 나타낸다.

[0491] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0492] δ (ppm) = 7.57-7.70 (7H)

[0493] 7.18-52 (26H)

[0494] 1.52 (6H)

[0495] <실시예 9>

[0496] <N-4-비페닐-N-(1,1':4',1"-터페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-68) 의 합성>

[0497] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

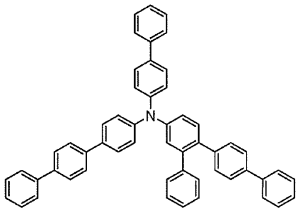
[0498] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(4-브로모페닐)아민, 및

[0499] 4-비페닐보론산

[0500] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0501] 백색 분말 6.4 g (수율 55 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(1,1':4',1"-터페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0502] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-68) 이다:



(1-68)

[0503] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0504] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 10 에 나타낸다.

[0505] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0506] δ (ppm) = 7.58-7.79 (15H)

[0507] 7.42-7.53 (9H)

[0508] 7.20-7.40 (15H)

[0509] <실시예 10>

[0510] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민 (화합물 1-90) 의 합성>

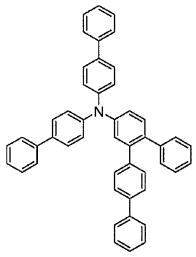
[0511] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0512] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민

[0513] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0514] 백색 분말 6.8 g (수율 84 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민.

[0515] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-90) 이다:



(1-90)

[0516] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0517] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 11 에 나타낸다.

[0518] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 35 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0519] δ (ppm) = 7.58-7.66 (10H)

[0520] 7.34-7.48 (17H)

[0521] 7.20-7.28 (8H)

[0522] <실시예 11>

[0523] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':2',1"-터페닐-3-일)아민 (화합물 1-92) 의 합성>

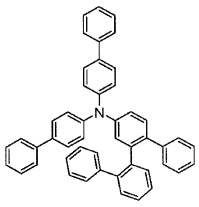
[0524] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0525] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모-1,1':2',1"-터페닐-3-일)아민

[0526] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0527] 백색 분말 4.8 g (수율 40 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-페닐-1,1':2',1"-터페닐-3-일)아민.

[0528] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-92) 이다:



(1-92)

[0529] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0530] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 12 에 나타낸다.

[0531] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 35 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0532] δ (ppm) = 7.62-7.68 (4H)

[0533] 7.46-7.58 (8H)

[0534] 7.09-7.39 (19H)

[0535] 6.84-6.91 (4H)

[0536] <실시예 12>

[0537] <N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-134) 의 합성>

[0538] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

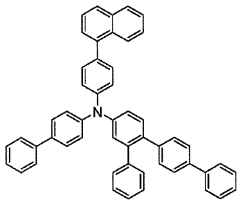
[0539] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}아민, 및

[0540] 4-비페닐보론산

[0541] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0542] 백색 분말 7.5 g (수율 60 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0543] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-134) 이다:



(1-134)

[0544] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0545] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 13 에 나타낸다.

[0546] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0547] δ (ppm) = 8.08-8.12 (1H)

[0548] 7.86-7.98 (2H)

[0549] 7.21-7.64 (34H)

[0550] <실시예 13>

[0551] <N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민 (화합물 1-135) 의 합성>

[0552] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

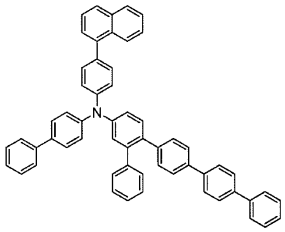
[0553] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}아민, 및

[0554] p-터페닐보론산 피나콜 에스테르

[0555] 를 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0556] 백색 분말 9.0 g (수율 56 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민.

[0557] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-135) 이다:



(1-135)

[0558] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0559] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 14 에 나타낸다.

[0560] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 41 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0561] δ (ppm) = 8.08-8.12 (1H)

[0562] 7.86-7.98 (2H)

[0563] 7.22-7.71 (38H)

[0564] <실시예 14>

[0565] <N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-136) 의 합성>

[0566] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

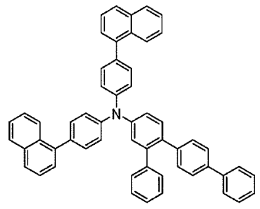
[0567] N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민, 및

[0568] 4-비페닐보론산

[0569] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0570] 백색 분말 10.6 g (수율 79 %) 으로서의 N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0571] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-136) 이다:



(1-136)

[0572] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0573] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 15 에 나타낸다.

[0574] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0575] δ (ppm) = 8.08-8.14 (2H)

[0576] 7.88-7.96 (4H)

[0577] 7.24-7.64 (33H)

[0578] <실시예 15>

[0579] <N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-{6-페닐-4"-(나프탈렌-1-일)비페닐-4-일}아민 (화합물 1-137) 의 합성>

[0580] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

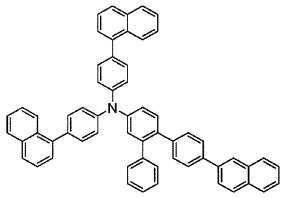
[0581] N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민, 및

[0582] 4-(나프탈렌-2-일)페닐보론산

[0583] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0584] 백색 분말 9.7 g (수율 74 %) 으로서의 N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-{6-페닐-4"-(나프탈렌-1-일)비페닐-4-일}아민.

[0585] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-137) 이다:



(1-137)

[0586] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0587] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 16 에 나타낸다.

[0588] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 41 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0589] δ (ppm) = 8.08-8.14 (3H)

[0590] 7.66-7.97 (8H)

[0591] 7.28-7.66 (30H)

[0592] <실시예 16>

[0593] <N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민 (화합물 1-138) 의 합성>

[0594] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

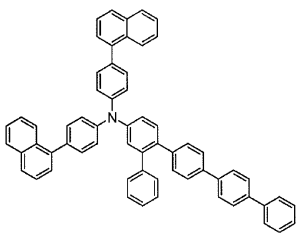
[0595] N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민, 및

[0596] p-터페닐보론산 피나콜 에스테르

[0597] 를 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0598] 백색 분말 6.2 g (수율 63 %) 으로서의 N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1":4",1"'-쿼터페닐-4-일)아민.

[0599] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-138) 이다:



(1-138)

[0600] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0601] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 17 에 나타낸다.

[0602] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0603] δ (ppm) = 8.08-8.14 (3H)

[0604] 7.89-7.95 (4H)

[0605] 7.25-7.71 (36H)

[0606] <실시예 17>

[0607] <N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-139) 의 합성>

[0608] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

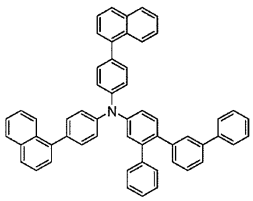
[0609] N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민, 및

[0610] 3-비페닐보론산

[0611] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0612] 백색 분말 4.9 g (수율 48 %) 으로서의 N,N-비스{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일)아민.

[0613] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-139) 이다:



(1-139)

[0614] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0615] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 18 에 나타낸다.

[0616] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0617] δ (ppm) = 8.08-8.12 (2H)

[0618] 7.86-7.94 (4H)

[0619] 7.00-7.57 (29H)

[0620] 6.63-6.75 (4H)

[0621] <실시예 18>

[0622] <N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-140) 의 합성>

[0623] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

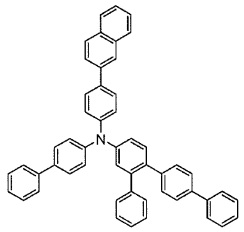
[0624] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}아민, 및

[0625] 4-비페닐보론산

[0626] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0627] 백색 분말 4.9 g (수율 44 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0628] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-140) 이다:



(1-140)

[0629] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0630] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 19 에 나타낸다.

[0631] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0632] δ (ppm) = 7.73 (1H)

[0633] 7.61-7.70 (3H)

[0634] 7.54-7.58 (1H)

[0635] 7.19-7.52 (32H)

[0636] <실시예 19>

[0637] <N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민 (화합물 1-141) 의 합성>

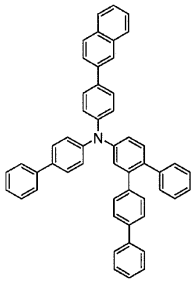
[0638] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0639] N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민

[0640] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0641] 백색 분말 5.8 g (수율 56 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민.

[0642] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-141) 이다:



(1-141)

[0643] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0644] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 20 에 나타낸다.

[0645] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0646] δ (ppm) = 8.08 (1H)

[0647] 7.81-7.96 (3H)

[0648] 7.79-7.81 (1H)

[0649] 7.21-7.73 (32H)

[0650] <실시예 20>

[0651] <N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-{6-페닐-4'-(나프탈렌-2-일)비페닐-3-일)아민 (화합물 1-142) 의 합성>

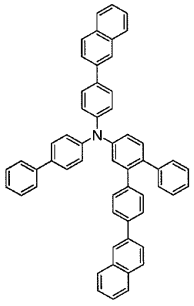
[0652] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0653] N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-{6-브로모-4'-(나프탈렌-2-일)비페닐-3-일}아민

[0654] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0655] 백색 분말 10.0 g (수율 81 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-{6-페닐-4'-(나프탈렌-2-일)비페닐-3-일)아민.

[0656] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-142) 이다:



(1-142)

[0657] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0658] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 21 에 나타낸다.

[0659] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0660] δ (ppm) = 8.04-8.10 (2H)

[0661] 7.78-7.96 (8H)

[0662] 7.24-7.65 (29H)

[0663] <실시예 21>

[0664] <N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민 (화합물 1-143) 의 합성>

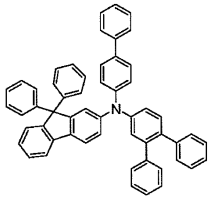
[0665] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0666] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)아민

[0667] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0668] 백색 분말 11.0 g (수율 61 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민.

[0669] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-143) 이다:



(1-143)

[0670] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0671] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 22 에 나타낸다.

[0672] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0673] δ (ppm) = 7.60-7.74 (4H)

[0674] 7.14-7.52 (33H)

[0675] 7.00-7.03 (2H)

[0676] <실시예 22>

[0677] <N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-144) 의 합성>

[0678] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

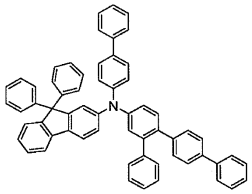
[0679] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)아민, 및

[0680] 4-비페닐보론산

[0681] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0682] 백색 분말 6.5 g (수율 71 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0683] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-144) 이다:



(1-144)

[0684] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0685] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 23 에 나타낸다.

[0686] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0687] δ (ppm) = 7.61-7.77 (6H)

[0688] 7.20-7.51 (34H)

[0689] 7.06-7.11 (3H)

[0690] <실시예 23>

[0691] <N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-145) 의 합성>

[0692] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

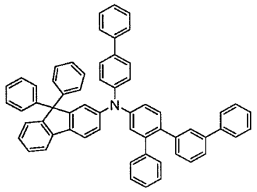
[0693] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)아민, 및

[0694] 3-비페닐보론산

[0695] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0696] 백색 분말 8.0 g (수율 87 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일)아민.

[0697] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-145) 이다:



(1-145)

[0698] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0699] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 24 에 나타낸다.

[0700] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0701] δ (ppm) = 7.70-7.76 (2H)

[0702] 7.63-7.65 (2H)

[0703] 7.18-7.54 (36H)

[0704] 7.08-7.12 (3H)

[0705] <실시예 24>

[0706] <N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':2',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-146) 의 합성>

[0707] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

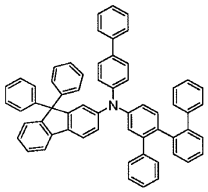
[0708] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)아민, 및

[0709] 2-비페닐보론산

[0710] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0711] 백색 분말 5.2 g (수율 57 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디페닐플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':2',1"-터페닐-4-일)아민.

[0712] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-146) 이다:



(1-146)

[0713] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0714] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 25 에 나타낸다.

[0715] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0716] δ (ppm) = 7.60-7.74 (4H)

[0717] 6.95-7.49 (35H)

[0718] 6.68-6.71 (2H)

[0719] 6.54-6.57 (2H)

[0720] <실시예 25>

[0721] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-페닐-4'-(나프탈렌-1-일)비페닐-3-일}아민 (화합물 1-147) 의 합성>

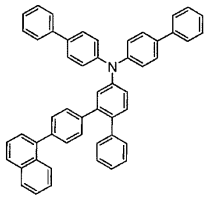
[0722] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0723] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-브로모-4'-(나프탈렌-1-일)비페닐-3-일}아민

[0724] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0725] 백색 분말 5.4 g (수율 33 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-페닐-4'-(나프탈렌-1-일)비페닐-3-일}아민.

[0726] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-147) 이다:



(1-147)

[0727] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0728] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 26 에 나타낸다.

[0729] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0730] δ (ppm) = 7.84-7.95 (3H)

[0731] 7.24-7.67 (34H)

[0732] <실시예 26>

[0733] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-4-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일}아민 (화합물 1-148) 의 합성>

[0734] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

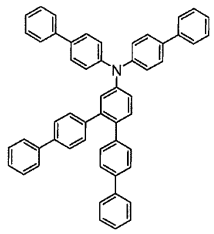
[0735] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민, 및

[0736] 4-비페닐보론산

[0737] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0738] 백색 분말 9.4 g (수율 84 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-4-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일}아민.

[0739] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-148) 이다:



(1-148)

[0740] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0741] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 27 에 나타낸다.

[0742] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0743] δ (ppm) = 7.58-7.66 (12H)

[0744] 7.23-7.54 (27H)

[0745] <실시예 27>

[0746] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-3-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일}아민 (화합물 1-149) 의 합성>

[0747] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

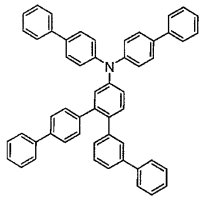
[0748] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민, 및

[0749] 3-비페닐보론산

[0750] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0751] 백색 분말 9.6 g (수율 86 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-3-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일}아민.

[0752] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-149) 이다:



(1-149)

[0753] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0754] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 28 에 나타낸다.

[0755] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0756] δ (ppm) = 7.58-7.66 (10H)

[0757] 7.26-7.52 (29H)

[0758] <실시예 28>

[0759] <N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-2-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민 (화합물 1-150) 의 합성>

[0760] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

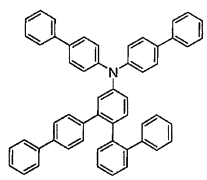
[0761] N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민, 및

[0762] 2-비페닐보론산

[0763] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0764] 백색 분말 9.6 g (수율 86 %) 으로서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-{6-(비페닐-2-일)-1,1':4',1"-터페닐-3-일}아민.

[0765] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-150) 이다:



(1-150)

[0766] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0767] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 29 에 나타낸다.

[0768] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0769] δ (ppm) = 7.54-7.66 (10H)

[0770] 7.08-7.49 (25H)

[0771] 6.63-6.74 (4H)

[0772] <실시예 29>

[0773] <N,N-비스(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-151) 의 합성>

[0774] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

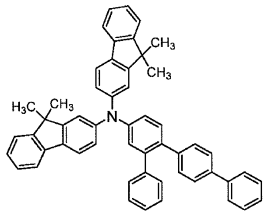
[0775] N,N-비스(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민, 및

[0776] 4-비페닐보론산

[0777] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0778] 백색 분말 16.7 g (수율 92 %) 으로서의 N,N-비스(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0779] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-151) 이다:



(1-151)

[0780] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0781] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 30 에 나타낸다.

[0782] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0783] δ (ppm) = 7.62-7.70 (6H)

[0784] 7.19-7.52 (25H)

[0785] 1.50 (12H)

[0786] <실시예 30>

[0787] <N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)-N-(1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-152) 의 합성>

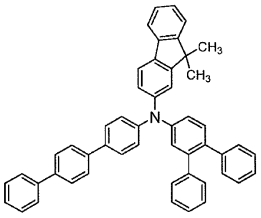
[0788] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0789] N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민

[0790] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0791] 백색 분말 18.3 g (수율 74 %) 으로서의 N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐비페닐-3-일)-N-(1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0792] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-152) 이다:



(1-152)

[0793] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0794] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 31 에 나타낸다.

[0795] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0796] δ (ppm) = 7.61-7.69 (10H)

[0797] 7.12-7.52 (23H)

[0798] 1.51 (6H)

[0799] <실시예 31>

[0800] <N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민 (화합물 1-153) 의 합성>

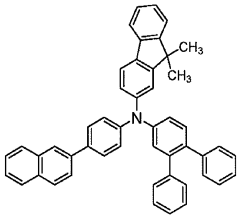
[0801] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0802] N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}아민

[0803] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0804] 백색 분말 8.8 g (수율 63 %) 으로서의 N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민.

[0805] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-153) 이다:



(1-153)

[0806] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0807] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 32 에 나타낸다.

[0808] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0809] δ (ppm) = 8.08 (1H)

[0810] 7.76-7.94 (4H)

[0811] 7.60-7.71 (4H)

[0812] 7.13-7.54 (22H)

[0813] 1.52 (6H)

[0814] <실시예 32>

[0815] <N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-154) 의 합성>

[0816] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

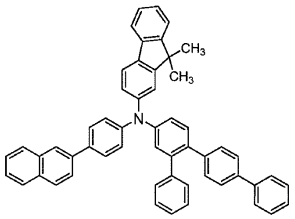
[0817] N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}아민, 및

[0818] 4-비페닐보론산

[0819] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0820] 백색 분말 10.4 g (수율 67 %) 으로서의 N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0821] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-154) 이다:



(1-154)

[0822] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0823] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 33 에 나타낸다.

[0824] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 41 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0825] δ (ppm) = 8.12 (1H)

[0826] 7.78-7.92 (4H)

[0827] 7.60-7.71 (6H)

[0828] 7.21-7.54 (24H)

[0829] 1.53 (6H)

[0830] <실시예 33>

[0831] <N-4-비페닐-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-4'-(나프탈렌-1-일)비페닐-4-일)아민 (화합물 1-155) 의 합성>

[0832] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

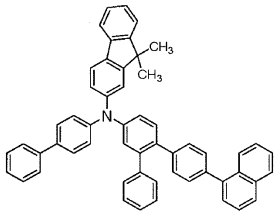
[0833] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)아민, 및

[0834] 4-(나프탈렌-1-일)페닐보론산

[0835] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0836] 백색 분말 17.8 g (수율 89 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-(6-페닐-4'-(나프탈렌-1-일)비페닐-4-일)아민.

[0837] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-155) 이다:



(1-155)

[0838] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0839] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 34 에 나타낸다.

[0840] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 41 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0841] δ (ppm) = 7.85-7.96 (3H)

[0842] 7.18-74 (32H)

[0843] 1.53 (6H)

[0844] <실시예 34>

[0845] <N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민 (화합물 1-156) 의 합성>

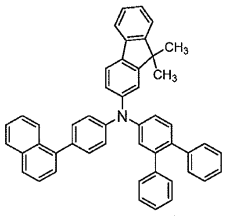
[0846] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0847] N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}아민

[0848] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0849] 백색 분말 17.8 g (수율 89 %) 으로서의 N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐비페닐-3-일)아민.

[0850] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-156) 이다:



(1-156)

[0851] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0852] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 35 에 나타낸다.

[0853] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 37 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0854] δ (ppm) = 8.10-8.13 (1H)

[0855] 7.86-7.94 (2H)

[0856] 7.72-7.75 (2H)

[0857] 7.14-7.58 (26H)

[0858] 1.54 (6H)

[0859] <실시예 35>

[0860] <N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-157) 의 합성>

[0861] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

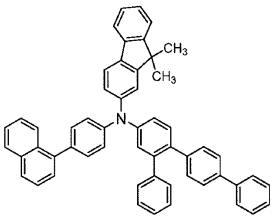
[0862] N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}아민, 및

[0863] 4-비페닐보론산

[0864] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0865] 백색 분말 19.9 g (수율 89 %) 으로서의 N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-{4-(나프탈렌-1-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-4-일)아민.

[0866] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-157) 이다:



(1-157)

[0867] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0868] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 36 에 나타낸다.

[0869] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 41 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0870] δ (ppm) = 8.07-8.13 (1H)

[0871] 7.88-7.96 (2H)

[0872] 7.16-7.72 (32H)

[0873] 1.54 (6H)

[0874] <실시예 36>

[0875] <N-4-비페닐-N-{4-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)페닐}-N-{6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일)아민 (화합물 1-158) 의 합성>

[0876] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 및 페닐보론산 대신에,

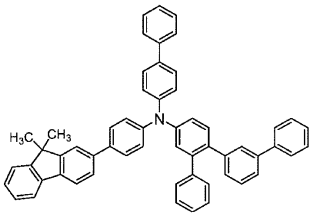
[0877] N-4-비페닐-N-(6-브로모비페닐-3-일)-N-{4-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)페닐}아민, 및

[0878] 3-비페닐보론산

[0879] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0880] 백색 분말 8.7 g (수율 49 %) 으로서의 N-4-비페닐-N-{4-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)페닐}-N-{6-페닐-1,1':3',1"-터페닐-4-일}아민.

[0881] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-158) 이다:



(1-158)

[0882] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0883] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 37 에 나타낸다.

[0884] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 43 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0885] δ (ppm) = 7.74-7.82 (2H)

[0886] 7.58-7.76 (6H)

[0887] 7.16-7.48 (29H)

[0888] 1.57 (6H)

[0889] <실시예 37>

[0890] <N,N-비스{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민 (화합물 1-159) 의 합성>

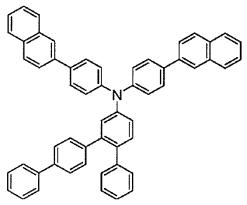
[0891] 실시예 1 의 제 3 공정에서의 N,N-비스(비페닐-4-일)-N-(6-브로모비페닐-3-일)아민 대신에,

[0892] N,N-비스{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-브로모-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민

[0893] 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 1 의 제 3 공정에서와 동일한 조건하에서 반응을 수행하였다. 그 결과, 하기의 생성물을 수득하였다:

[0894] 백색 분말 5.1 g (수율 65 %) 으로서의 N,N-비스{4-(나프탈렌-2-일)페닐}-N-(6-페닐-1,1':4',1"-터페닐-3-일)아민.

[0895] 상기 수득된 아민 화합물은 하기 식으로 표시되는 화합물 (1-159) 이다:



(1-159)

[0896] pm-치환 벤젠 고리 : 1

[0897] 상기 수득된 백색 분말에 대해서, NMR 을 사용하여 이의 구조를 확인하였다. 이의 NMR 챠트를 도 38 에 나타낸다.

[0898] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) 에 있어서, 하기의 39 개의 수소 신호를 검출하였다:

[0899] δ (ppm) = 8.10 (1H)

[0900] 7.87-7.96 (6H)

[0901] 7.71-7.84 (6H)

[0902] 7.22-7.60 (26H)

[0903] <실시예 38>

[0904] 실시예에서 합성된 일반식 (1) 로 표시되는 각종 아릴아민 화합물에 대해서, 고감도 시차 주사 열량계

(DSC3100S, Bruker AXS K.K. 제) 에 의해 유리 전이점을 측정하였다. 그 결과를 하기에 나타낸다.

[0905] 이 유리 전이점은 박막 상태에서의 안정성 및 내열성의 지표가 되는 파라미터이다.

[0906] 유리 전이점

[0907] 화합물 (1-2): 실시예 2 103 ℃

[0908] 화합물 (1-3): 실시예 3 115 ℃

[0909] 화합물 (1-94): 실시예 4 101 ℃

[0910] 화합물 (1-129): 실시예 5 112 ℃

[0911] 화합물 (1-4): 실시예 6 104 ℃

[0912] 화합물 (1-9): 실시예 7 117 ℃

[0913] 화합물 (1-56): 실시예 8 116 ℃

[0914] 화합물 (1-68): 실시예 9 116 ℃

[0915] 화합물 (1-90): 실시예 10 106 ℃

[0916] 화합물 (1-134): 실시예 12 109 ℃

[0917] 화합물 (1-135): 실시예 13 121 ℃

[0918] 화합물 (1-136): 실시예 14 117 ℃

[0919] 화합물 (1-137): 실시예 15 120 ℃

[0920] 화합물 (1-138): 실시예 16 125 ℃

[0921] 화합물 (1-139): 실시예 17 107 ℃

[0922] 화합물 (1-140): 실시예 18 110 ℃

[0923] 화합물 (1-141): 실시예 19 112 ℃

[0924] 화합물 (1-142): 실시예 20 119 ℃

[0925] 화합물 (1-147): 실시예 25 111 ℃

[0926] 화합물 (1-148): 실시예 26 119 ℃

[0927] 화합물 (1-149): 실시예 27 107 ℃

[0928] 화합물 (1-150): 실시예 28 110 ℃

[0929] 화합물 (1-151): 실시예 29 114 ℃

[0930] 화합물 (1-153): 실시예 31 108 ℃

[0931] 화합물 (1-154): 실시예 32 122 ℃

[0932] 화합물 (1-155): 실시예 33 119 ℃

[0933] 화합물 (1-156): 실시예 34 109 ℃

[0934] 화합물 (1-157): 실시예 35 122 ℃

[0935] 화합물 (1-158): 실시예 36 112 ℃

[0936] 화합물 (1-159): 실시예 37 116 ℃

[0937] 상기 결과로부터, 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은 100 ℃ 이상의 유리 전이점을 가지며, 박막 상태에서 안정하다는 것을 알 수 있다.

[0938] <실시예 39>

[0939] 실시예에서 합성된 일반식 (1) 로 표시되는 각종 아릴아민 화합물 각각에 대해서, ITO 기판상에 막 두께 100 ㎚ 의 증착막을 형성시키고, 이온화 전위 측정 장치 (PYS-202, Sumitomo Heavy Industries, Ltd. 제) 를 사용하여, 이의 일 함수를 측정하였다. 그 결과를 하기에 나타낸다.

[0940] 이 일 함수는 정공 수송성의 지표가 되는 파라미터이다.

[0941] 일 함수

[0942] 화합물 (1-1): 실시예 1 5.68 eV

[0943] 화합물 (1-2): 실시예 2 5.72 eV

[0944] 화합물 (1-3): 실시예 3 5.66 eV

[0945] 화합물 (1-94): 실시예 4 5.72 eV

[0946] 화합물 (1-129): 실시예 5 5.75 eV

[0947] 화합물 (1-4): 실시예 6 5.67 eV

[0948] 화합물 (1-9): 실시예 7 5.70 eV

[0949] 화합물 (1-56): 실시예 8 5.62 eV

[0950] 화합물 (1-68): 실시예 9 5.66 eV

[0951] 화합물 (1-90): 실시예 10 5.71 eV

[0952] 화합물 (1-92): 실시예 11 5.70 eV

[0953] 화합물 (1-134): 실시예 12 5.71 eV

[0954] 화합물 (1-135): 실시예 13 5.71 eV

[0955] 화합물 (1-136): 실시예 14 5.72 eV

[0956] 화합물 (1-137): 실시예 15 5.72 eV

[0957] 화합물 (1-138): 실시예 16 5.73 eV

[0958] 화합물 (1-139): 실시예 17 5.73 eV

[0959] 화합물 (1-140): 실시예 18 5.69 eV

[0960] 화합물 (1-141): 실시예 19 5.70 eV

[0961] 화합물 (1-142): 실시예 20 5.71 eV

[0962] 화합물 (1-143): 실시예 21 5.66 eV

[0963] 화합물 (1-144): 실시예 22 5.67 eV

[0964] 화합물 (1-145): 실시예 23 5.68 eV

[0965] 화합물 (1-146): 실시예 24 5.67 eV

[0966] 화합물 (1-147): 실시예 25 5.72 eV

[0967] 화합물 (1-148): 실시예 26 5.70 eV

[0968] 화합물 (1-149): 실시예 27 5.71 eV

[0969] 화합물 (1-150): 실시예 28 5.72 eV

[0970] 화합물 (1-151): 실시예 29 5.55 eV

[0971] 화합물 (1-152): 실시예 30 5.61 eV

[0972] 화합물 (1-153): 실시예 31 5.62 eV

[0973] 화합물 (1-154): 실시예 32 5.62 eV

[0974] 화합물 (1-155): 실시예 33 5.63 eV

[0975] 화합물 (1-156): 실시예 34 5.62 eV

[0976] 화합물 (1-157): 실시예 35 5.63 eV

[0977] 화합물 (1-158): 실시예 36 5.64 eV

[0978] 화합물 (1-159): 실시예 37 5.69 eV

[0979] 상기 결과로부터, 일반식 (1) 로 표시되는 아릴아민 화합물은, NPD 또는 TPD 와 같은 통상적인 정공 수송 재료가 갖는 5.4 eV 의 일 함수와 비교하여, 적합한 에너지 준위를 나타내는 것을 알 수 있다. 따라서, 이들 화합물은 만족스러운 정공 수송 능력을 가지고 있음을 알 수 있다.

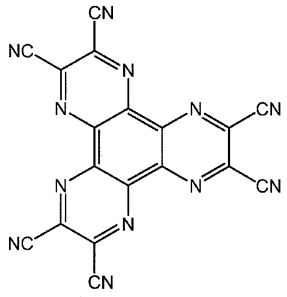
[0980] <실시예 40>

[0981] 도 1 에 나타낸 구조의 유기 EL 소자, 즉, 투명 기판 (유리 기판) (1) 상에 형성된 투명 애노드 (ITO 전극) (2), 정공 주입층 (3), 제 1 정공 수송층 (4), 제 2 정공 수송층 (5), 발광층 (6), 전자 수송층 (7), 전자 주입층 (8) 및 캐소드 (알루미늄 전극) (9) 를 갖는 유기 EL 소자를, 하기에서 설명하는 절차에 따라서 증착하여 제조하였다.

[0982] 먼저, 유리 기판 (투명 기판 (1)) 상에 형성된 막 두께 150 nm 의 ITO 전극 (투명 애노드 (2)) 를 포함하는 ITO-장착 유리 기판을 준비하였다.

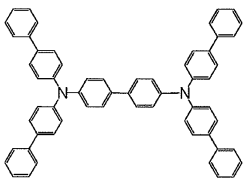
[0983] 이 유리 기판 (1) 을 이소프로필 알코올 중에서 20 분간 초음파 세정한 후, 200 ℃ 로 가열한 핫 플레이트 상에서 10 분간 건조시켰다. 이어서, ITO 가 장착된 유리 기판을 15 분간 UV/오존 처리하였다. 이어서, 이 ITO-장착 유리 기판을 진공 증착 기계내에 설치하고, 압력을 0.001 Pa 이하로 감소시켰다.

[0984] 이어서, 투명 애노드 (2) 를 덮도록 정공 주입층 (3) 으로서, 하기 구조식으로 표시되는 화합물 (HIM-1) 의 막을 막 두께 5 nm 로 형성시켰다.

[0985] 

(HIM-1)

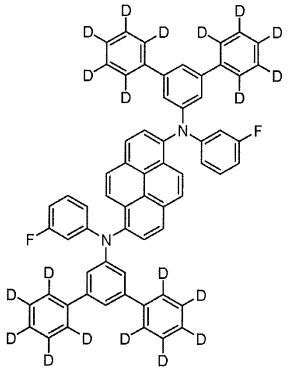
[0986] 이 정공 주입층 (3) 상에, 제 1 정공 수송층 (4) 로서, 하기 구조식의 분자내에 2 개의 트리아릴아민 골격을 갖는 아릴아민 화합물 (3-1) 을 막 두께 60 nm 로 형성시켰다.

[0987] 

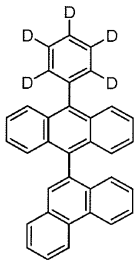
(3-1)

[0988] 이렇게 형성된 제 1 정공 수송층 (4) 상에, 제 2 정공 수송층 (5) 로서, 실시예 1 에서 합성된 아릴아민 화합물 (1-1) 을 막 두께 5 nm 로 형성시켰다.

[0989] 이 제 2 정공 수송층 (5) 상에, 하기 구조식의 피렌 유도체 (EMD-1) 와 하기 구조식의 안트라센 유도체 (EMH-1) 를, 증착 속도비가 EMD-1:EMH-1 = 5:95 가 되는 증착 속도로 이원 증착시킴으로써, 발광층 (6) 을 막 두께 20 nm 로 형성시켰다.

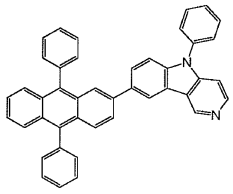
[0990] 

(EMD-1)

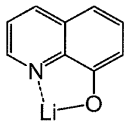
[0991] 

(EMH-1)

[0992] 이 발광층 (6) 상에, 하기 구조식의 안트라센 유도체 (2a-1) 와 하기 구조식의 화합물 (ETM-1) 을, 증착 속도비가 2a-1:ETM-1 = 50:50 이 되는 증착 속도로 이원 증착시킴으로써, 전자 수송층 (7) 을 막 두께 30 ㎚ 로 형성시켰다.

[0993] 

(2a-1)

[0994] 

(ETM-1)

[0995] 이 전자 수송층 (7) 상에, 전자 주입층 (8) 로서, 염화리튬의 막을 막 두께 1 ㎚ 로 형성시켰다.

[0996] 마지막으로, 알루미늄을 막 두께 100 ㎚ 로 증착시켜 캐소드 (9) 를 형성시켰다.

[0997] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[0998] 상기 특성 측정에서, 소자 수명은 발광 개시시의 발광 휘도 (초기 휘도) 를 2000 cd/㎡ 로 설정하여 정전류 구동을 수행했을 때, 발광 휘도가 1900 cd/㎡ (초기 휘도를 100 % 로 했을 때의 95 % 에 해당: 95 % 감쇠) 로 감쇠할 때 까지의 시간으로서 측정하였다.

[0999] <실시예 41>

[1000] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 6 에서 합성된 화합물 (1-4) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1001] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1002] <실시예 42>

[1003] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 7 에서 합성된 화합물 (1-9) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5)

를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1004] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1005] <실시예 43>

[1006] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 8 에서 합성된 화합물 (1-56) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1007] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1008] <실시예 44>

[1009] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 9 에서 합성된 화합물 (1-68) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1010] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1011] <실시예 45>

[1012] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 10 에서 합성된 화합물 (1-90) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1013] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1014] <실시예 46>

[1015] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 11 에서 합성된 화합물 (1-92) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1016] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1017] <실시예 47>

[1018] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 12 에서 합성된 화합물 (1-134) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1019] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1020] <실시예 48>

[1021] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 13 에서 합성된 화합물 (1-135) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1022] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1023] <실시예 49>

[1024] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 14 에서 합성된 화합물 (1-136) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1025] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1026] <실시예 50>

[1027] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 15 에서 합성된 화합물 (1-137) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층

(5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1028] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1029] <실시예 51>

[1030] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 16 에서 합성된 화합물 (1-138) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1031] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1032] <실시예 52>

[1033] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 17 에서 합성된 화합물 (1-139) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1034] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1035] <실시예 53>

[1036] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 18 에서 합성된 화합물 (1-140) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1037] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1038] <실시예 54>

[1039] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 19 에서 합성된 화합물 (1-141) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1040] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1041] <실시예 55>

[1042] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 20 에서 합성된 화합물 (1-142) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1043] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1044] <실시예 56>

[1045] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 21 에서 합성된 화합물 (1-143) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1046] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1047] <실시예 57>

[1048] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 22 에서 합성된 화합물 (1-144) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1049] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 1 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 4 에 요약하였다.

[1050] <실시예 58>

[1051] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 23 에서 합성된 화합물 (1-145) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층

(5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1052] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1053] <실시예 59>

[1054] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 24 에서 합성된 화합물 (1-146) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1055] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1056] <실시예 60>

[1057] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 25 에서 합성된 화합물 (1-147) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1058] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1059] <실시예 61>

[1060] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 26 에서 합성된 화합물 (1-148) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1061] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1062] <실시예 62>

[1063] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 27 에서 합성된 화합물 (1-149) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1064] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1065] <실시예 63>

[1066] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 28 에서 합성된 화합물 (1-150) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1067] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1068] <실시예 64>

[1069] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 29 에서 합성된 화합물 (1-151) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1070] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1071] <실시예 65>

[1072] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 30 에서 합성된 화합물 (1-152) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1073] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1074] <실시예 66>

[1075] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 31 에서 합성된 화합물 (1-153) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층

(5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1076] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1077] <실시예 67>

[1078] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 32 에서 합성된 화합물 (1-154) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1079] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1080] <실시예 68>

[1081] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 33 에서 합성된 화합물 (1-155) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1082] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1083] <실시예 69>

[1084] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 34 에서 합성된 화합물 (1-156) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1085] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1086] <실시예 70>

[1087] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 35 에서 합성된 화합물 (1-157) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1088] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1089] <실시예 71>

[1090] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 36 에서 합성된 화합물 (1-158) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1091] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

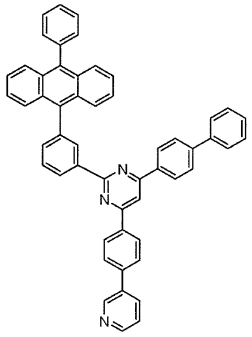
[1092] <실시예 72>

[1093] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 37 에서 합성된 화합물 (1-159) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1094] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1095] <실시예 73>

[1096] 안트라센 유도체 (2a-1) 대신에 하기 구조식의 안트라센 유도체 (2c-23) 을 사용하고, 이 안트라센 유도체 (2c-23) 과 화합물 (ETM-1) 을, 증착 속도비가 (2c-23):(ETM-1) = 50:50 이 되는 증착 속도로 이원 증착시켜, 막 두께 30 ㎚ 의 전자 수송층 (7) 을 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.



[1097] (2c-23)

[1098] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1099] <실시예 74>

[1100] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 6 에서 합성된 화합물 (1-4) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 73 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1101] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1102] <실시예 75>

[1103] 화합물 (1-1) 대신에 실시예 7 에서 합성된 화합물 (1-9) 를 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 73 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1104] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 2 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 5 에 요약하였다.

[1105] <비교예 1>

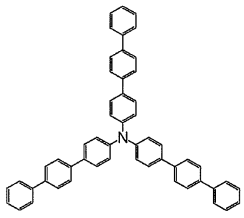
[1106] 화합물 (1-1) 대신에, 분자내에 2 개의 트리페닐아민 구조를 갖는 아릴아민 화합물 (3-1) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1107] 이 경우, 제 1 정공 수송층 (4) 와 제 2 정공 수송층 (5) 는 일체의 정공 수송층 (두께 65 ㎚) 으로서 기능한다.

[1108] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 3 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 6 에 요약하였다.

[1109] <비교예 2>

[1110] 화합물 (1-1) 대신에 하기 구조식의 화합물 (HTM-1) 을 사용하여, 막 두께 5 ㎚ 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.



[1111] (HTM-1)

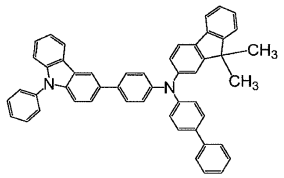
[1112] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 3 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 6 에 요약하였다.

[1113] <비교예 3>

[1114] 상기 아릴아민 화합물 (3-1) 대신에 하기 구조식의 아릴아민 화합물 (HTM-2) 를 사용하여, 막 두께 60 ㎚ 의 제 1 정공 수송층 (4) 를 형성하고, 화합물 (1-1) 대신에 상기 아릴아민 화합물 (HTM-2) 를 사용하여, 막 두께 5

nm 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 40 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1115] 이 경우, 제 1 정공 수송층 (4) 와 제 2 정공 수송층 (5) 는 일체의 정공 수송층 (두께 65 nm) 으로서 기능한다.

[1116] 

(HTM-2)

[1117] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 3 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 6 에 요약하였다.

[1118] <비교예 4>

[1119] 화합물 (1-1) 대신에 상기 아릴아민 화합물 (HTM-2) 를 사용하여, 막 두께 5 nm 의 제 2 정공 수송층 (5) 를 형성한 것 이외에는, 실시예 73 에서와 동일한 방식으로 유기 EL 소자를 제조하였다.

[1120] 이 경우, 제 1 정공 수송층 (4) 와 제 2 정공 수송층 (5) 는 일체의 정공 수송층 (두께 65 nm) 으로서 기능한다.

[1121] 이렇게 제조한 유기 EL 소자에 대해, 대기중, 상온에서 특성을 측정하였다. 수득된 유기 EL 소자의 층 구성을 표 3 에 나타내고, 직류 전압을 인가했을 때의 발광 특성의 측정 결과를 표 6 에 요약하였다.

[1122] [표 1]

	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	발광층	전자 수송층
실시예 40	화합물 3-1	화합물 1-1	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 41	화합물 3-1	화합물 1-4	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 42	화합물 3-1	화합물 1-9	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 43	화합물 3-1	화합물 1-56	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 44	화합물 3-1	화합물 1-68	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 45	화합물 3-1	화합물 1-90	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 46	화합물 3-1	화합물 1-92	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 47	화합물 3-1	화합물 1-134	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 48	화합물 3-1	화합물 1-135	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 49	화합물 3-1	화합물 1-136	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 50	화합물 3-1	화합물 1-137	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 51	화합물 3-1	화합물 1-138	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 52	화합물 3-1	화합물 1-139	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 53	화합물 3-1	화합물 1-140	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 54	화합물 3-1	화합물 1-141	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 55	화합물 3-1	화합물 1-142	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 56	화합물 3-1	화합물 1-143	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1
실시예 57	화합물 3-1	화합물 1-144	EMD-1 / EMH-1	화합물 2a-1 / ETM-1

[1123]

[1124] [표 2]

	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	발광층	전자 수송층
실시예58	화합물3-1	화합물1-145	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예59	화합물3-1	화합물1-146	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예60	화합물3-1	화합물1-147	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예61	화합물3-1	화합물1-148	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예62	화합물3-1	화합물1-149	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예63	화합물3-1	화합물1-150	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예64	화합물3-1	화합물1-151	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예65	화합물3-1	화합물1-152	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예66	화합물3-1	화합물1-153	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예67	화합물3-1	화합물1-154	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예68	화합물3-1	화합물1-155	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예69	화합물3-1	화합물1-156	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예70	화합물3-1	화합물1-157	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예71	화합물3-1	화합물1-158	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예72	화합물3-1	화합물1-159	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
실시예73	화합물3-1	화합물1-1	EMD-1/EMH-1	화합물2c-23/ETM-1
실시예74	화합물3-1	화합물1-4	EMD-1/EMH-1	화합물2c-23/ETM-1
실시예75	화합물3-1	화합물1-9	EMD-1/EMH-1	화합물2c-23/ETM-1

[1125]

[1126] [표 3]

	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	발광층	전자 수송층
비교예1	화합물3-1	화합물 3-1	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
비교예2	화합물3-1	HTM-1	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
비교예3	HTM-2	HTM-2	EMD-1/EMH-1	화합물2a-1/ETM-1
비교예4	화합물3-1	화합물3-1	EMD-1/EMH-1	화합물2c-23/ETM-1

[1127]

[1128] [표 4]

	*1	*2	*3	*4	*5
실시예 40	3.90	748	7.47	6.01	162
실시예 41	3.93	794	7.93	6.34	205
실시예 42	4.01	801	8.01	6.28	184
실시예 43	3.90	800	8.00	6.45	125
실시예 44	3.99	826	8.26	6.50	134
실시예 45	3.92	822	8.21	6.59	133
실시예 46	3.93	801	8.00	6.40	178
실시예 47	3.96	861	8.61	6.83	158
실시예 48	3.99	840	8.41	6.63	162
실시예 49	3.96	865	8.66	6.87	150
실시예 50	3.98	871	8.71	6.87	135
실시예 51	3.97	838	8.40	6.64	135
실시예 52	4.00	834	8.33	6.54	130
실시예 53	3.96	817	8.18	6.48	229
실시예 54	3.93	831	8.30	6.64	216
실시예 55	3.92	841	8.41	6.75	173
실시예 56	3.99	813	8.13	6.40	174
실시예 57	3.94	819	8.18	6.53	222

*1: **전압** [V] (@10mA/cm^2)
*2: **휘도** [cd/m^2] (@10mA/cm^2)
*3: **발광 효율** [cd/A] (@10mA/cm^2)
*4: **전력 효율** [lm/W] (@10mA/cm^2)
[1129] *5: **소자 수명 95 % 감쇠 (시간)** (hrs)

[1130] [표 5]

	*1	*2	*3	*4	*5
실시예 58	3.93	830	8.29	6.64	205
실시예 59	3.93	844	8.43	6.75	153
실시예 60	3.92	833	8.33	6.68	145
실시예 61	3.92	855	8.55	6.86	115
실시예 62	3.98	883	8.83	6.97	116
실시예 63	3.94	880	8.82	7.04	142
실시예 64	3.90	820	8.21	6.65	123
실시예 65	3.98	826	8.26	6.52	136
실시예 66	3.97	834	8.34	6.60	153
실시예 67	3.95	841	8.41	6.70	154
실시예 68	3.93	866	8.66	6.93	153
실시예 69	3.91	848	8.48	6.81	130
실시예 70	3.92	865	8.64	6.92	124
실시예 71	3.96	861	8.61	6.83	125
실시예 72	3.92	850	8.50	6.82	158
실시예 73	3.91	822	8.22	6.61	196
실시예 74	3.92	865	8.64	6.91	227
실시예 75	3.99	857	8.57	6.72	214

*1: **전압** [V] (@10mA/cm^2)
*2: **휘도** [cd/m^2] (@10mA/cm^2)
*3: **발광 효율** [cd/A] (@10mA/cm^2)
*4: **전력 효율** [lm/W] (@10mA/cm^2)
*5: **소자 수명 95 % 감쇠 (시간)** (hrs)

[1131]

[1132] [표 6]

	*1	*2	*3	*4	*5
비교예 1	3.88	688	6.89	5.60	59
비교예 2	3.92	722	7.21	5.79	54
비교예 3	3.97	654	6.51	5.37	67
비교예 4	3.85	695	6.96	5.68	78

*1: **전압** [V] (@10mA/cm^2)
*2: **휘도** [cd/m^2] (@10mA/cm^2)
*3: **발광 효율** [cd/A] (@10mA/cm^2)
*4: **전력 효율** [lm/W] (@10mA/cm^2)
*5: **소자 수명 95 % 감쇠 (시간)** (hrs)

[1133]

[1134] 상기 표 1 내지 6 에 나타낸 실험 결과로부터 이해되는 바와 같이, 전류 밀도 10 mA/㎠ 에서 전류를 흘렸을 때의 발광 효율은, 비교예 1 내지 4 의 유기 EL 소자에서는 6.51 내지 7.21 cd/A 의 값을 나타냈지만, 실시예 40 내지 75 의 유기 EL 소자 모두에서는 7.47 내지 8.83 cd/A 의 높은 값을 나타냈다.

[1135] 전력 효율은 비교예 1 내지 4 에서는 5.37 내지 5.79 lm/W 인 반면, 이 파라미터는 실시예 40 내지 75 모두에서는 6.01 내지 7.04 lm/W 로 높았다.

[1136] 소자의 수명 (95 % 감쇠) 은, 비교예 1 내지 4 에서는 54 내지 78 시간이었지만, 실시예 40 내지 75 에서는 115

내지 229 시간으로, 훨씬 더 긴 수명을 나타냈다.

[1137] 산업상 이용 가능성

[1138] 일반식 (1) 로 표시되는 특정한 구조를 갖는 아릴아민 화합물을 사용하는 본 발명의 유기 EL 소자는 발광 효율이 향상되고, 내구성을 향상시킬 수 있으며, 가전 제품 및 조명과 같은 용도에 사용될 수 있다.

부호의 설명

[1139] 1: 투명 기판

2: 투명 전극 (애노드)

3: 정공 주입층

4: 제 1 정공 수송층

5: 제 2 정공 수송층

6: 발광층

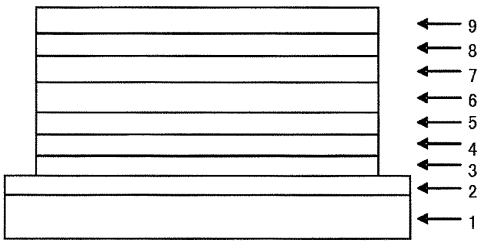
7: 전자 수송층

8: 전자 주입층

9: 캐소드

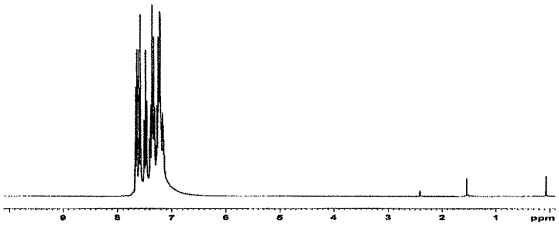
도면

도면1

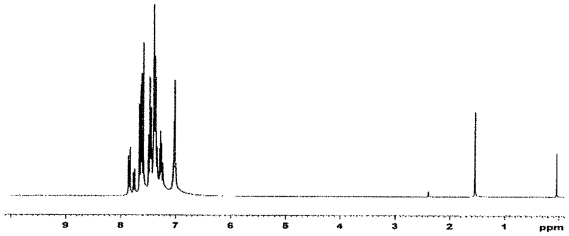


9 캐소드
8 전자 주입층
7 전자 수송층
6 발광층
5 제 2 정공 수송층
4 제 1 정공 수송층
3 정공 주입층
2 투명 전극
1 투명 기판

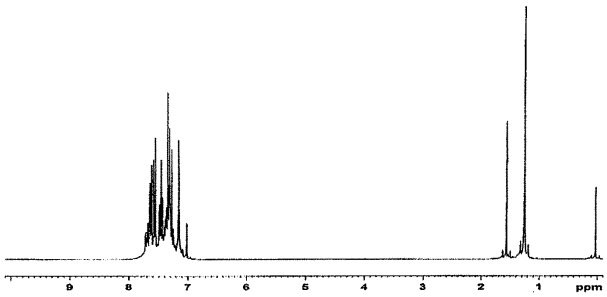
도면2



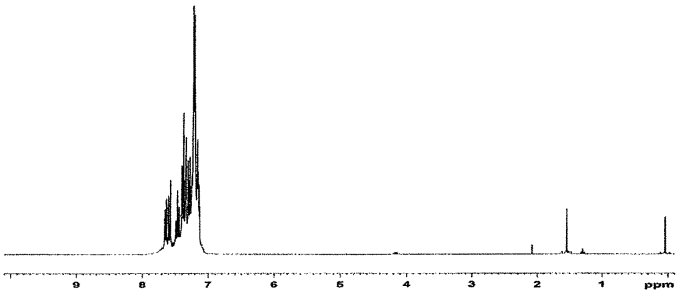
도면3



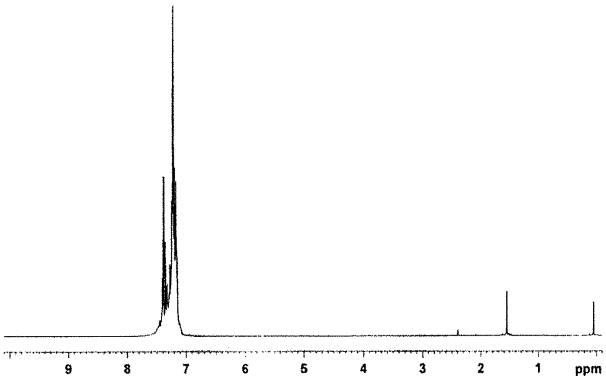
도면4



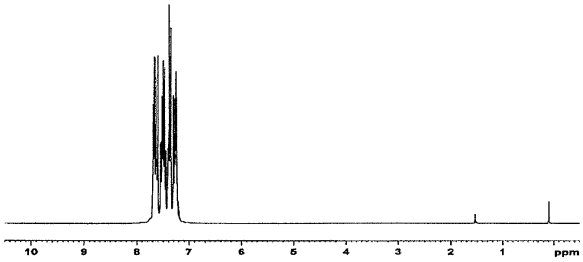
도면5



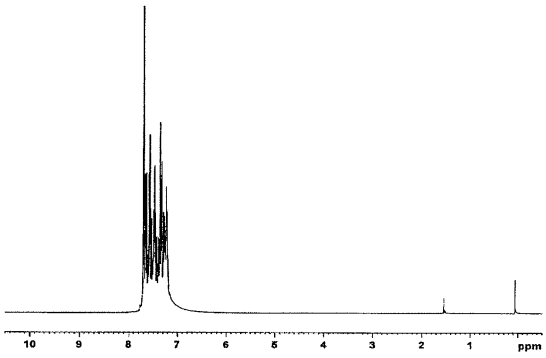
도면6



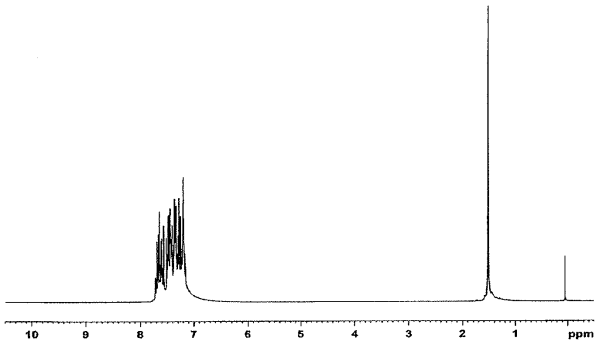
도면7



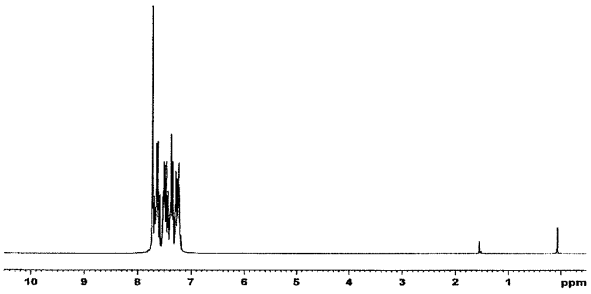
도면8



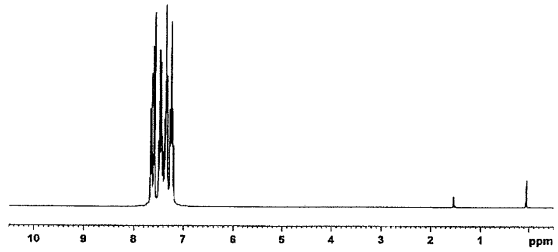
도면9



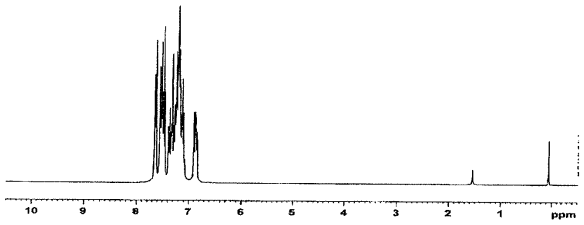
도면10



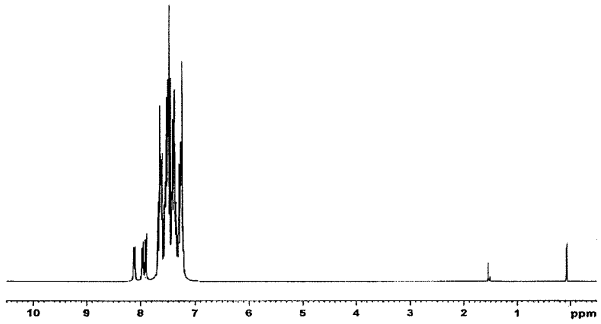
도면11



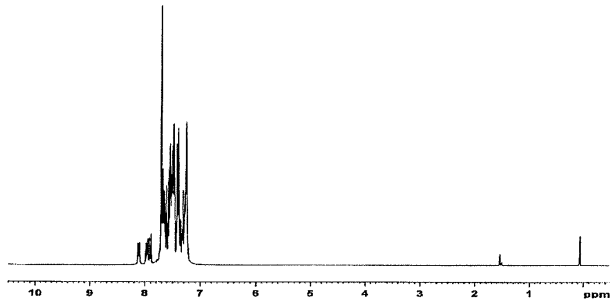
도면12



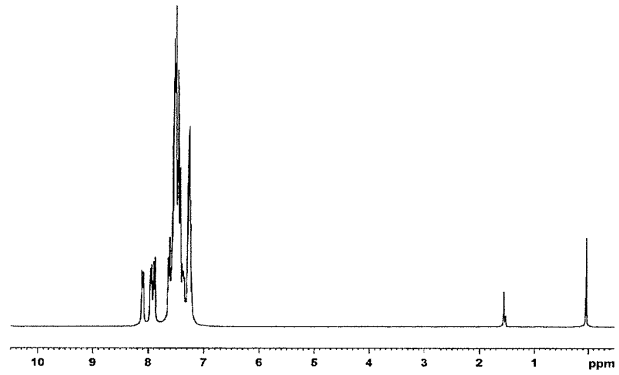
도면13



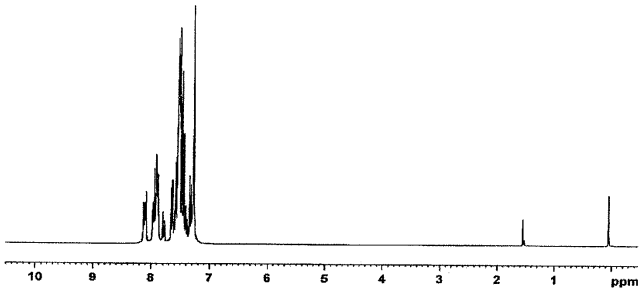
도면14



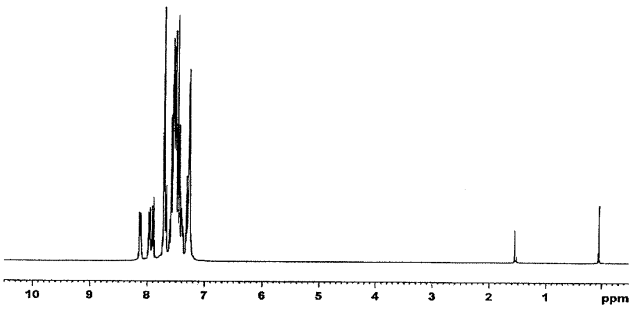
도면15



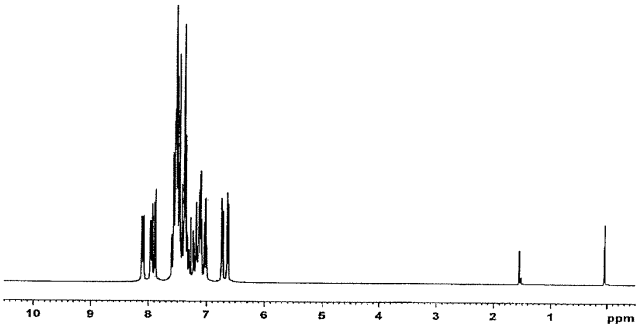
도면16



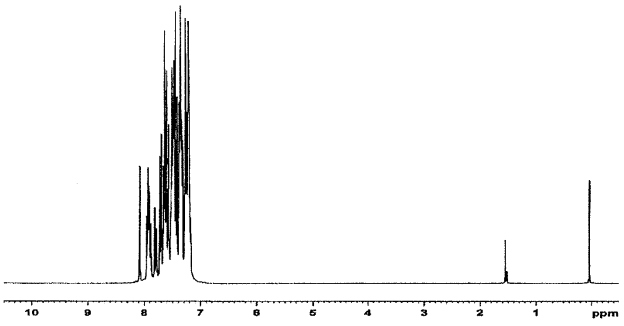
도면17



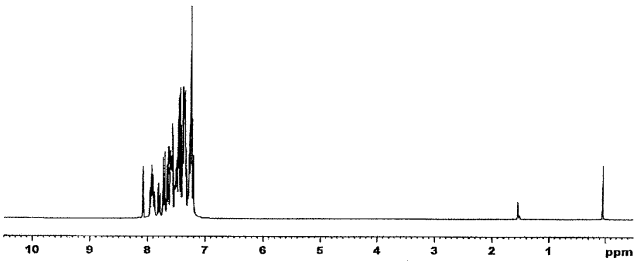
도면18



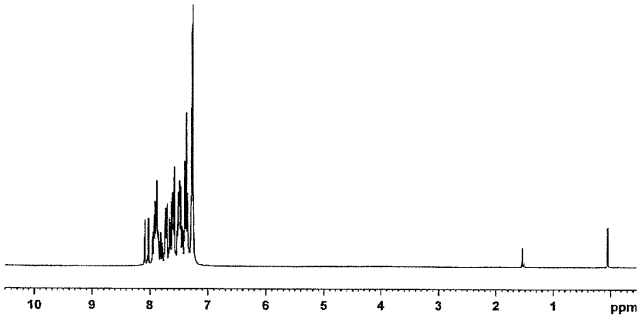
도면19



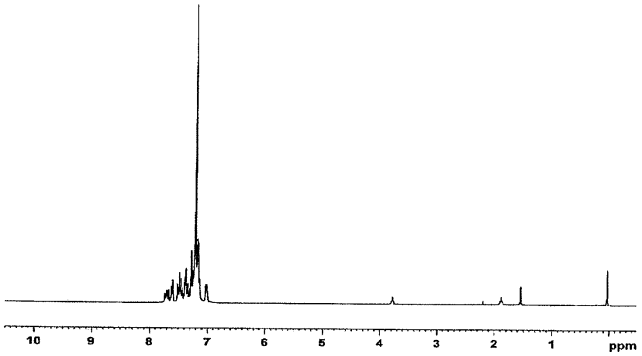
도면20



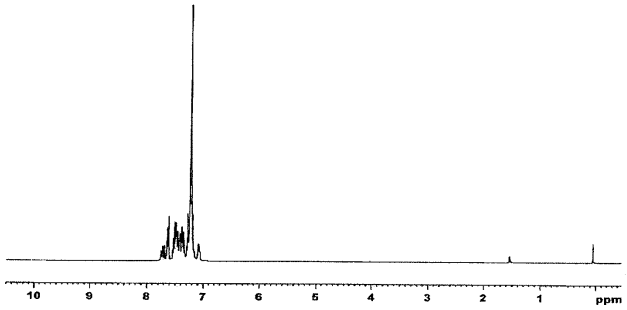
도면21



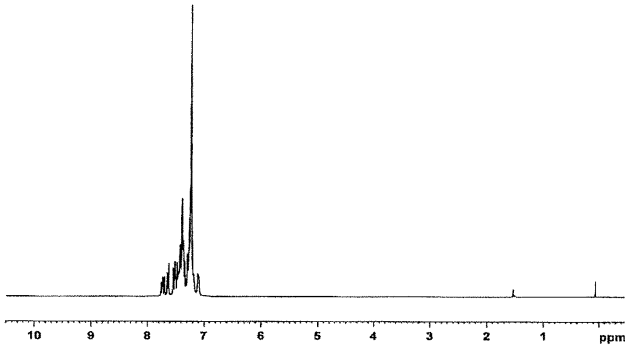
도면22



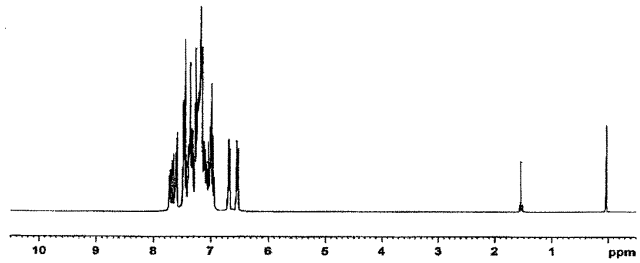
도면23



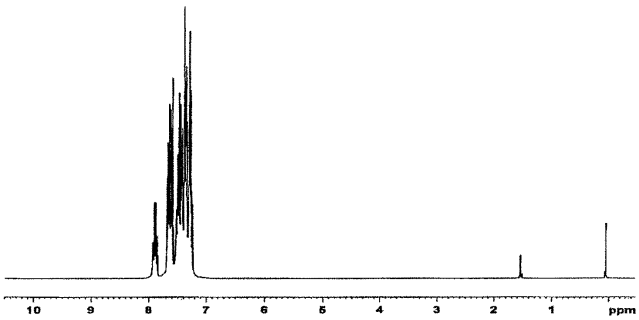
도면24



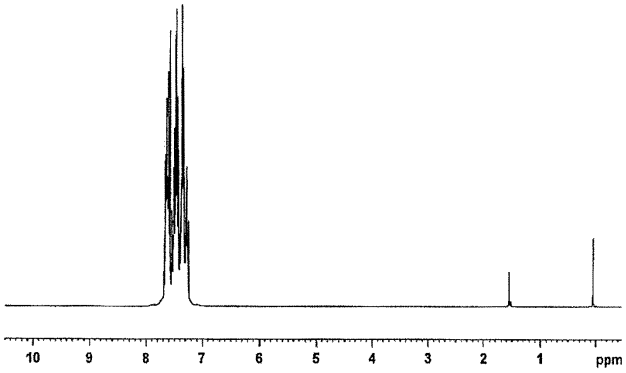
도면25



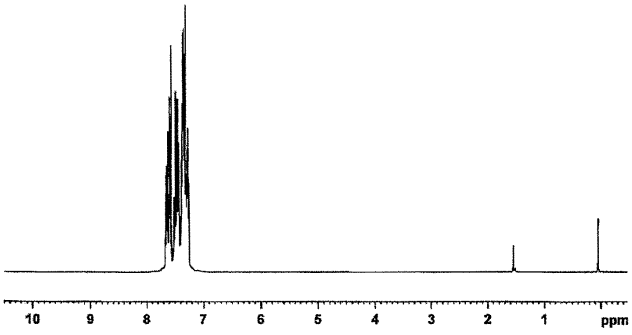
도면26



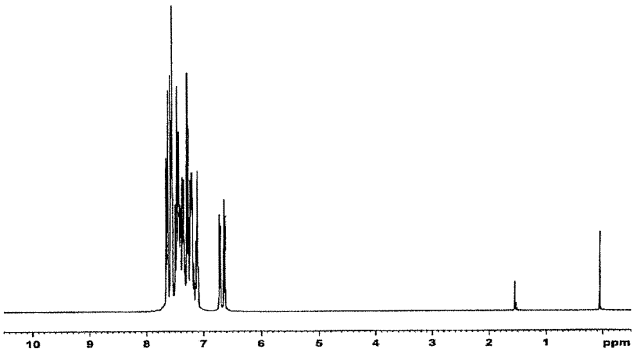
도면27



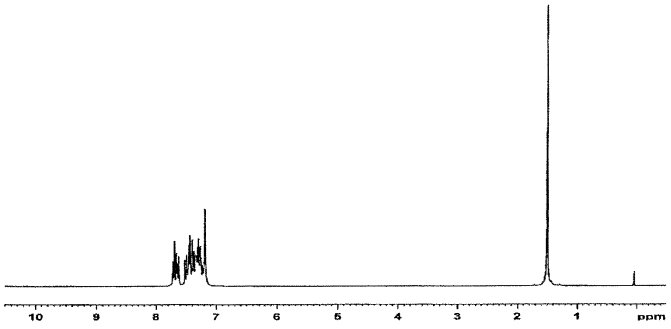
도면28



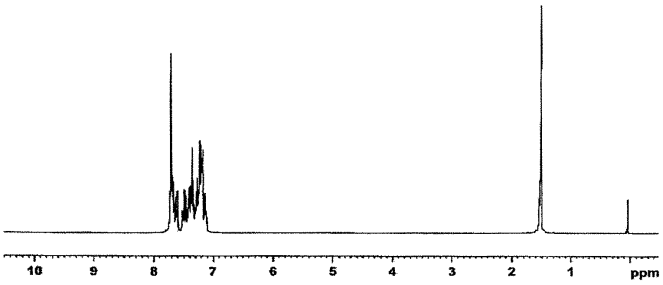
도면29



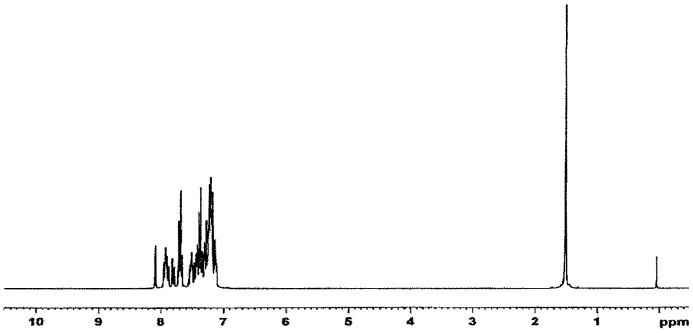
도면30



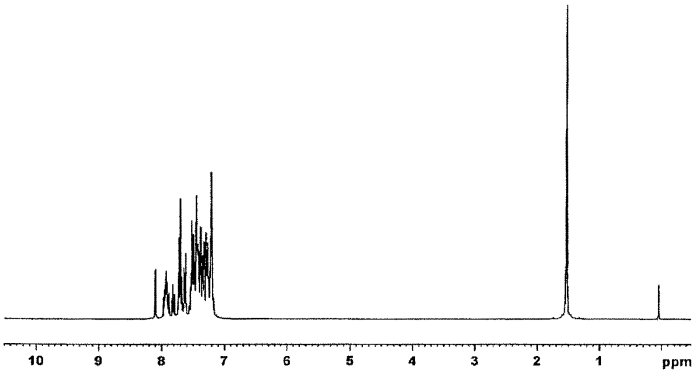
도면31



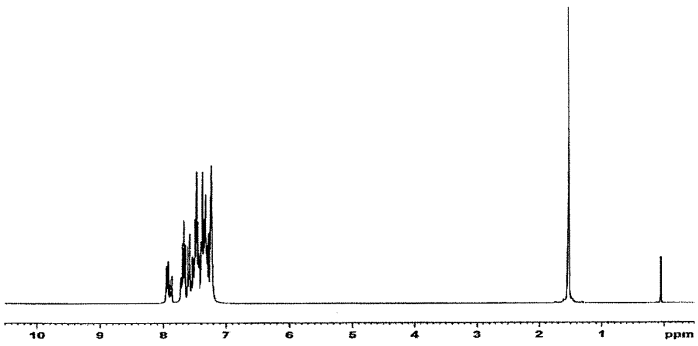
도면32



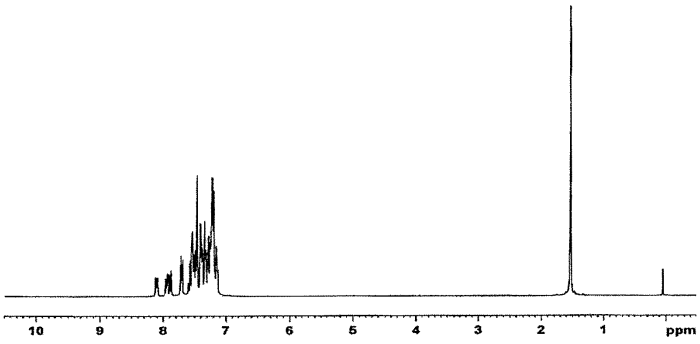
도면33



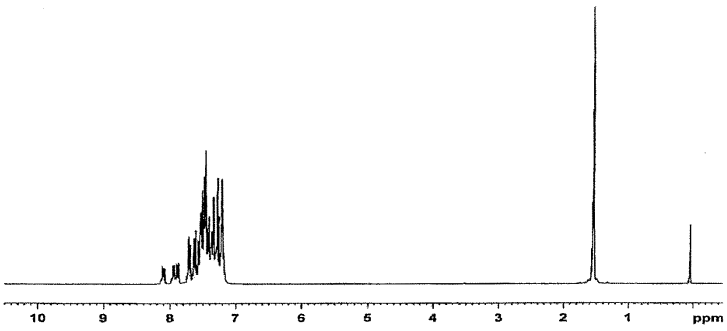
도면34



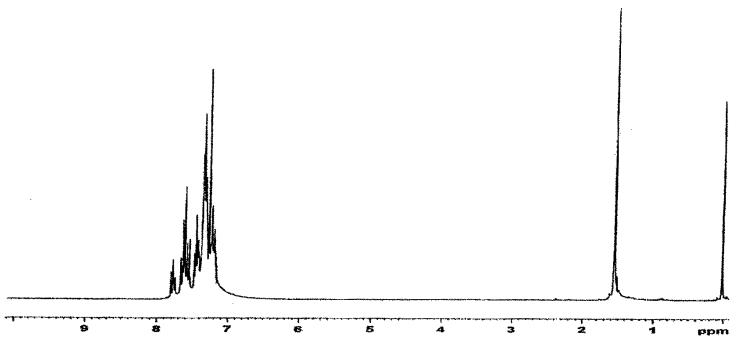
도면35



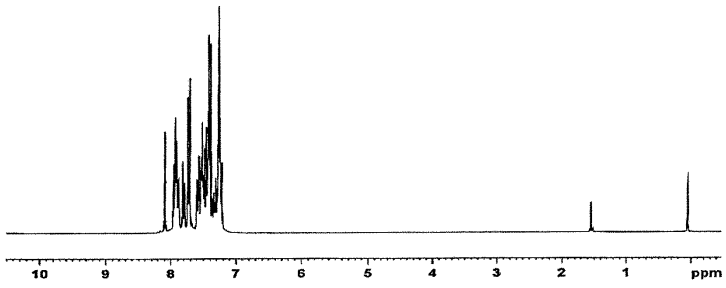
도면36



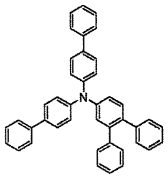
도면37



도면38

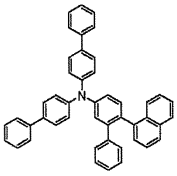


도면39



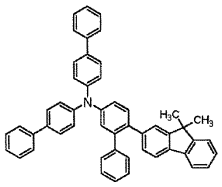
(1-1)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



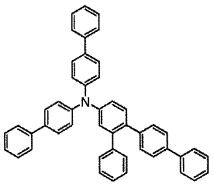
(1-2)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



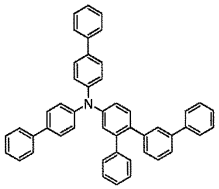
(1-3)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(1-4)

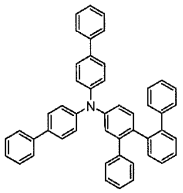
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(1-5)

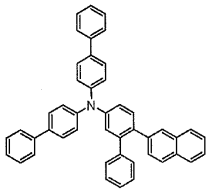
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면40



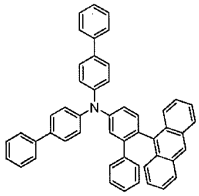
(1 - 6)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



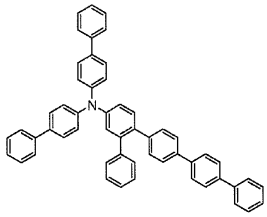
(1 - 7)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(1 - 8)

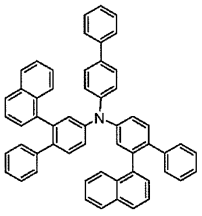
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(1 - 9)

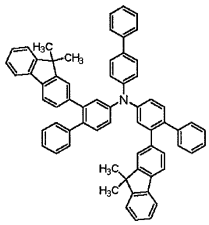
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면41



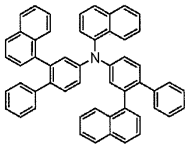
（１－１１７）

pm-치환 벤젠 고리： 2



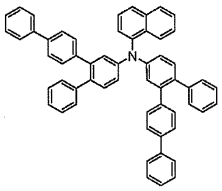
（１－１１８）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１９）

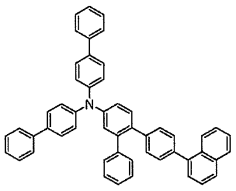
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２０）

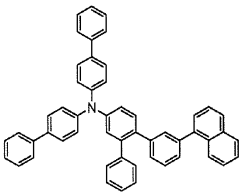
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면42



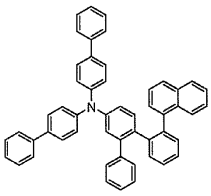
（１－１４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



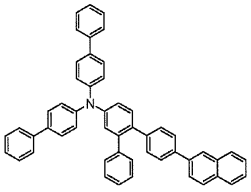
（１－１５）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１６）

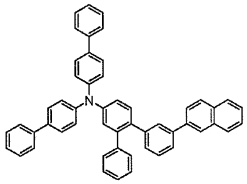
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１７）

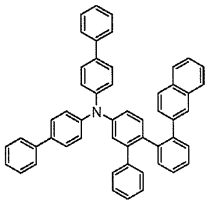
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면43



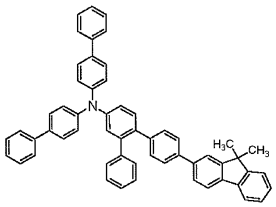
(１－１８)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



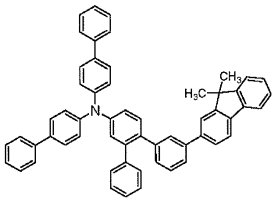
(１－１９)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－２０)

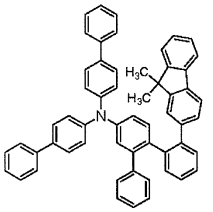
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－２１)

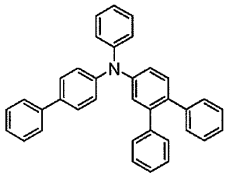
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면44



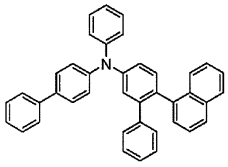
（１－２２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



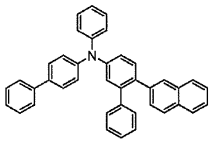
（１－２３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



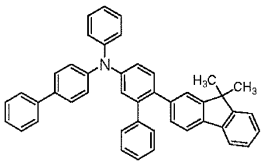
（１－２４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－２５）

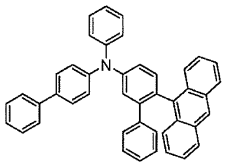
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－２６）

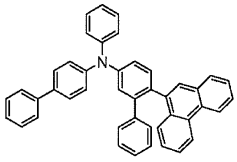
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면45



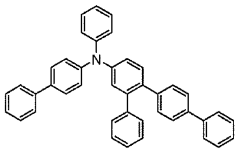
（１－２７）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



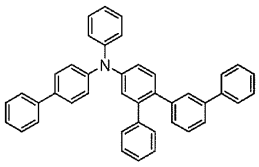
（１－２８）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



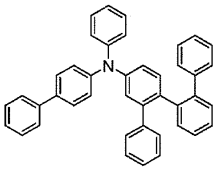
（１－２９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－３０）

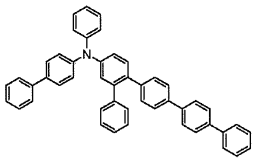
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－３１）

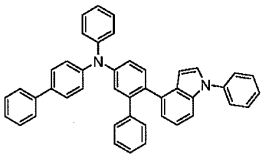
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면46



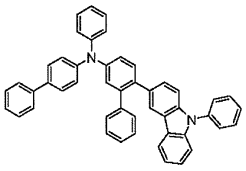
（１－３２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



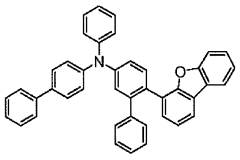
（１－３３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



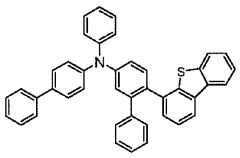
（１－３４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－３５）

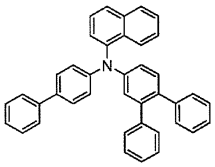
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－３６）

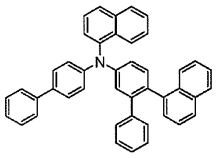
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면47



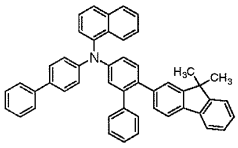
（１－３７）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



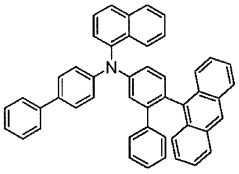
（１－３８）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



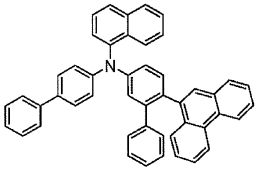
（１－３９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－４０）

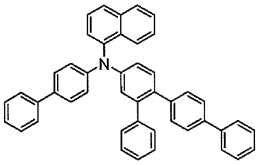
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－４１）

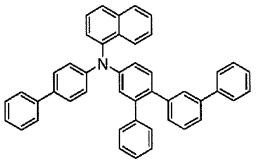
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면48



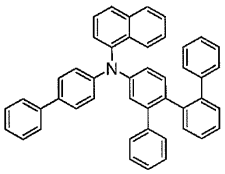
（１－４２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



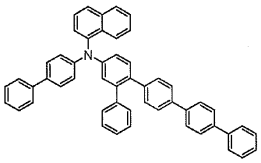
（１－４３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



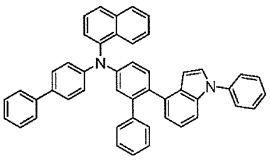
（１－４４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－４５）

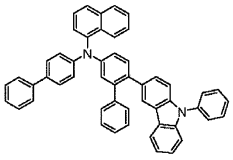
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－４６）

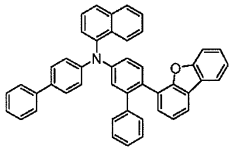
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면49



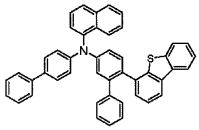
（１－４７）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



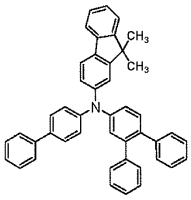
（１－４８）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



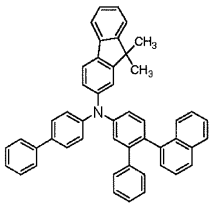
（１－４９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－５０）

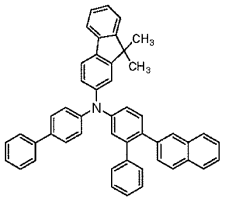
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－５１）

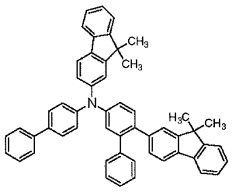
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면50



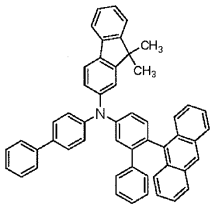
（１－５２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



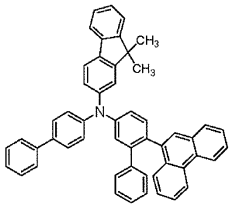
（１－５３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－５４）

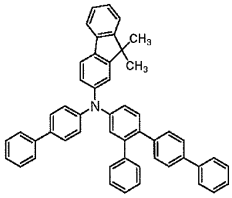
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－５５）

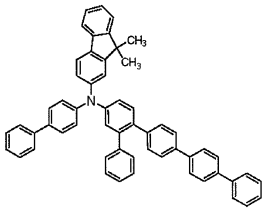
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면51



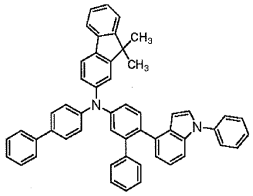
(１－５６)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



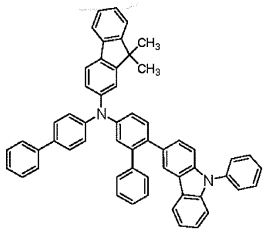
(１－５７)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－５８)

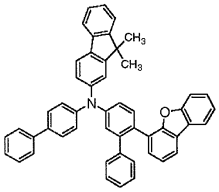
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－５９)

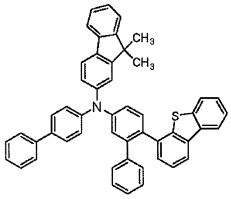
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면52



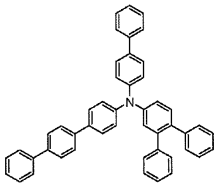
（１－６０）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



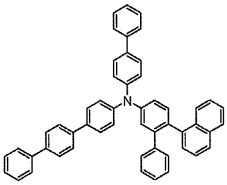
（１－６１）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



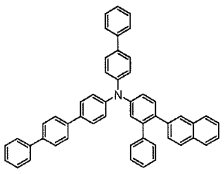
（１－６２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－６３）

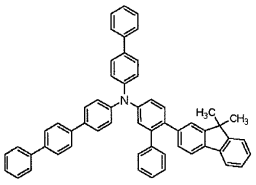
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－６４）

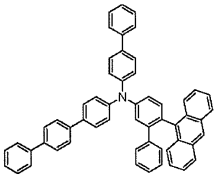
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면53



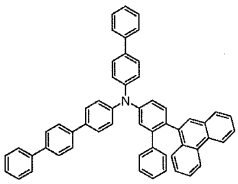
（１－６５）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



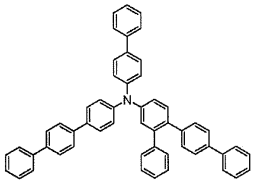
（１－６６）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



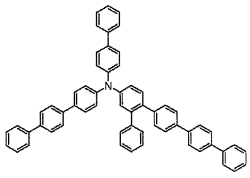
（１－６７）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－６８）

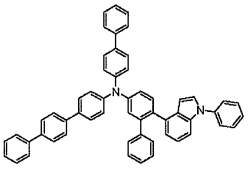
pm-치환 벤젠 고리 : 1



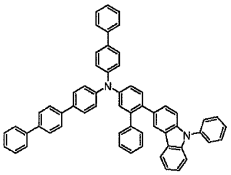
（１－６９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1

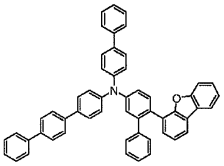
도면54



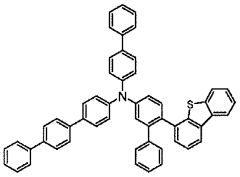
（１－７０）
pm-치환 벤젠 고리： 1



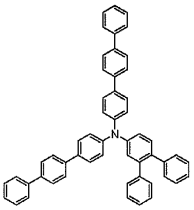
（１－７１）
pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－７２）
pm-치환 벤젠 고리： 1

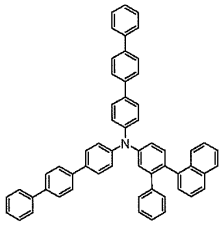


（１－７３）
pm-치환 벤젠 고리： 1



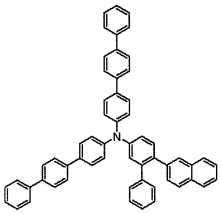
（１－７４）
pm-치환 벤젠 고리： 1

도면55



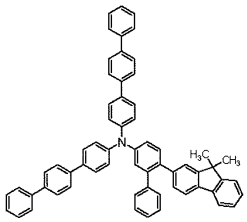
(１－７５)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



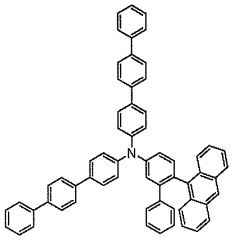
(１－７６)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－７７)

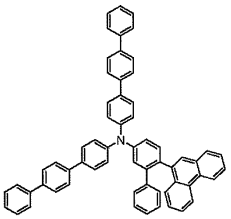
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－７８)

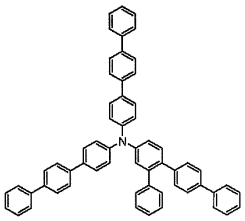
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면56



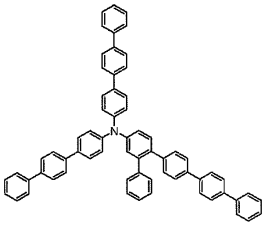
（１－７９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



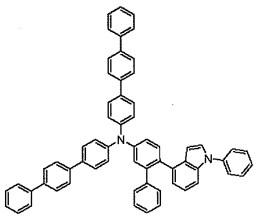
（１－８０）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－８１）

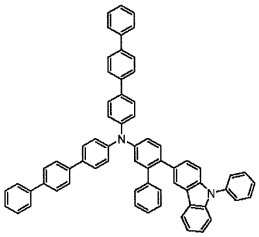
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－８２）

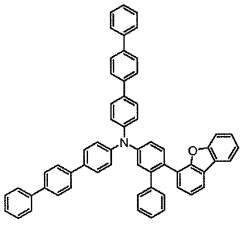
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면57



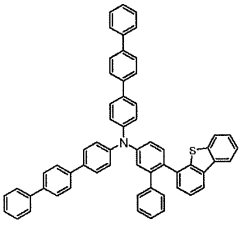
（１－８３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



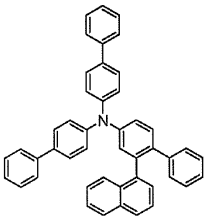
（１－８４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－８５）

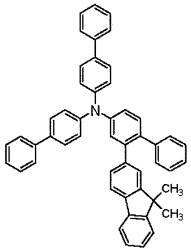
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－８６）

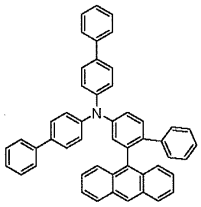
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면58



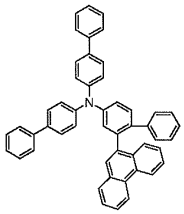
（１－８７）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



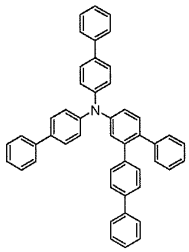
（１－８８）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－８９）

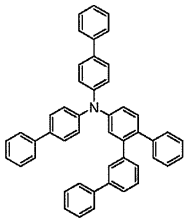
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－９０）

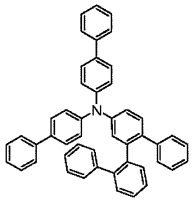
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면59



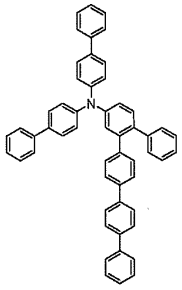
（１－９１）

pm-치환 벤젠 고리： 1



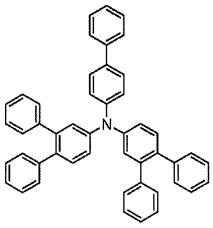
（１－９２）

pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－９３）

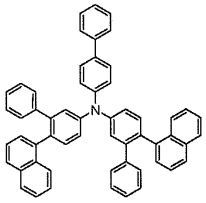
pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－９４）

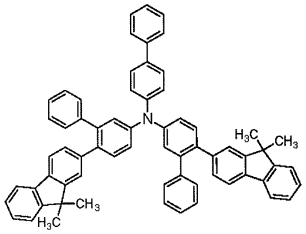
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면60



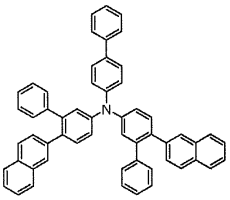
（１－９５）

pm-치환 벤젠 고리： 2



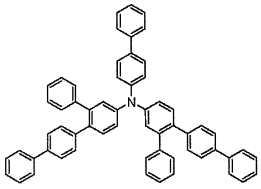
（１－９６）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－９７）

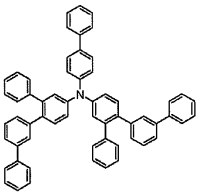
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－９８）

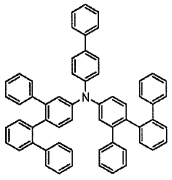
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면61



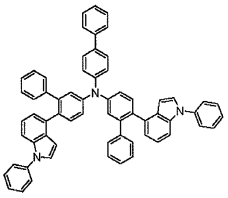
（１－９９）

pm-치환 벤젠 고리 : 2



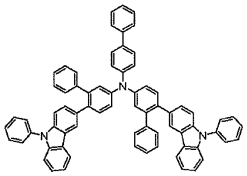
（１－１００）

pm-치환 벤젠 고리 : 2



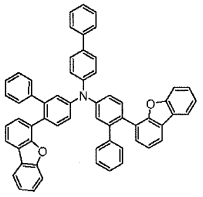
（１－１０１）

pm-치환 벤젠 고리 : 2



（１－１０２）

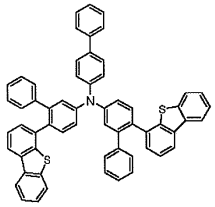
pm-치환 벤젠 고리 : 2



（１－１０３）

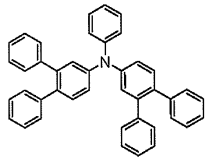
pm-치환 벤젠 고리 : 2

도면62



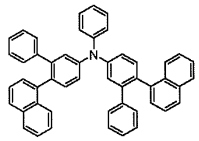
（１－１０４）

pm-치환 벤젠 고리： 2



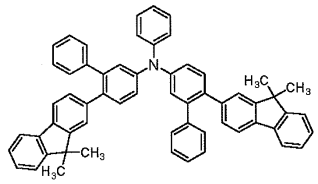
（１－１０５）

pm-치환 벤젠 고리： 2



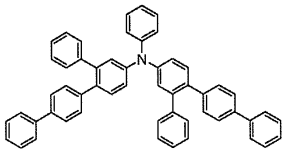
（１－１０６）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１０７）

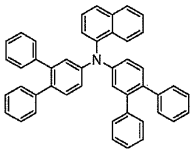
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１０８）

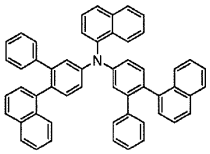
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면63



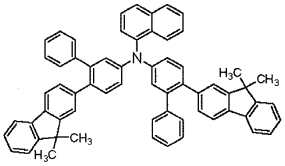
（１－１０９）

pm-치환 벤젠 고리： 2



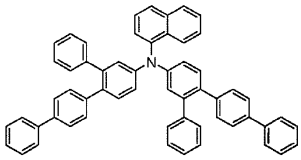
（１－１１０）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１１）

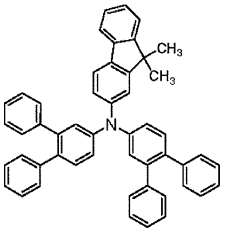
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１２）

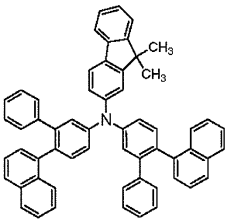
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면64



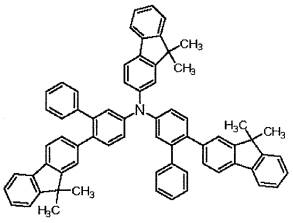
（１－１１３）

pm-치환 벤젠 고리： 2



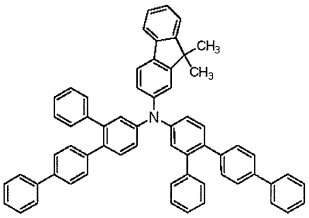
（１－１１４）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１５）

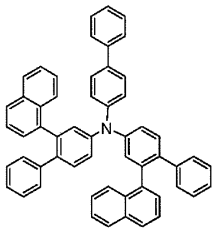
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１６）

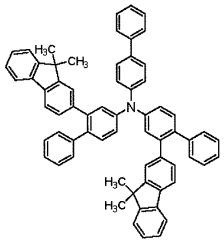
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면65



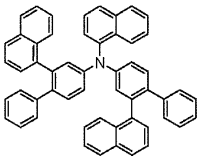
（１－１１７）

pm-치환 벤젠 고리： 2



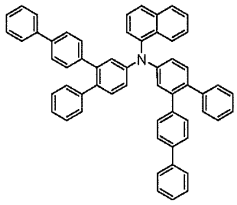
（１－１１８）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１１９）

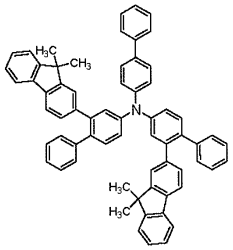
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２０）

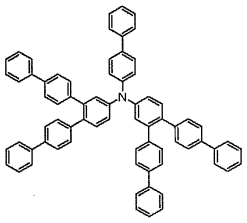
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면66



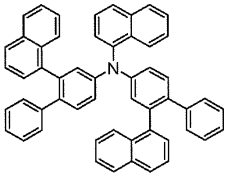
（１－１２１）

pm-치환 벤젠 고리： 2



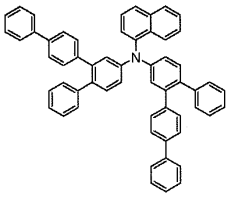
（１－１２２）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２３）

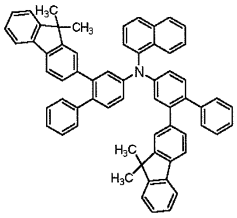
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２４）

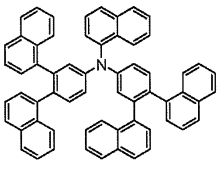
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면67



（１－１２５）

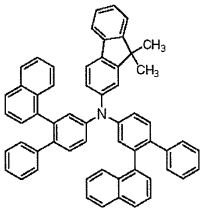
pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２６）

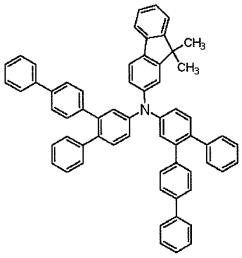
pm-치환 벤젠 고리： 2

도면68



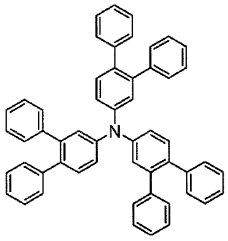
（１－１２７）

pm-치환 벤젠 고리： 2



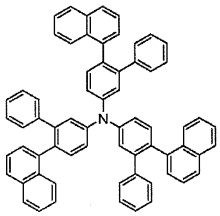
（１－１２８）

pm-치환 벤젠 고리： 2



（１－１２９）

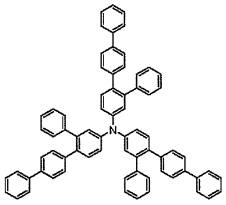
pm-치환 벤젠 고리： 3



（１－１３０）

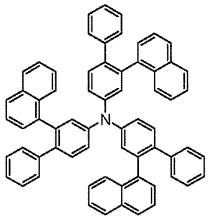
pm-치환 벤젠 고리： 3

도면69



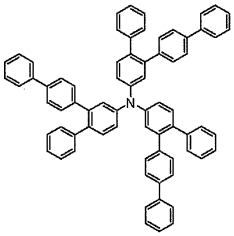
(１－１３１)

pm-치환 벤젠 고리 : 3



(１－１３２)

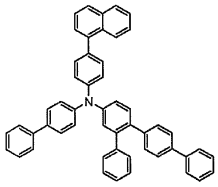
pm-치환 벤젠 고리 : 3



(１－１３３)

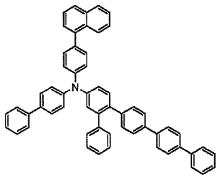
pm-치환 벤젠 고리 : 3

도면70



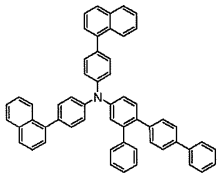
（１－１３４）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



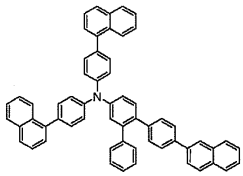
（１－１３５）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



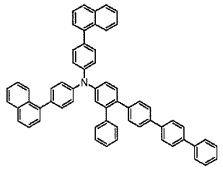
（１－１３６）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１３７）

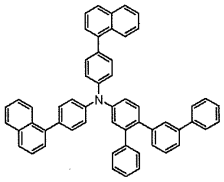
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１３８）

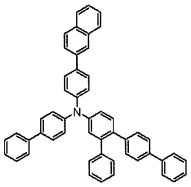
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면71



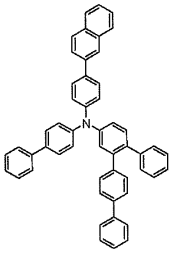
（１－１３９）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



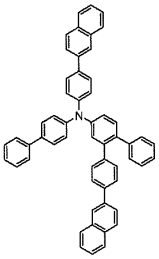
（１－１４０）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１４１）

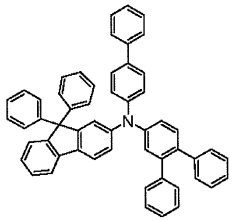
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１４２）

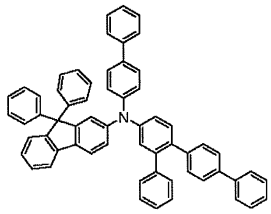
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면72



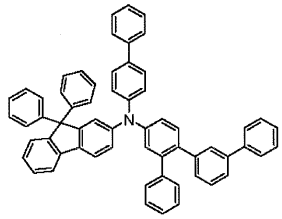
(１－１４３)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



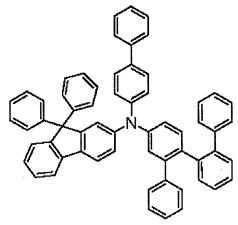
(１－１４４)

pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－１４５)

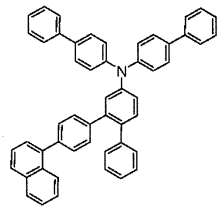
pm-치환 벤젠 고리 : 1



(１－１４６)

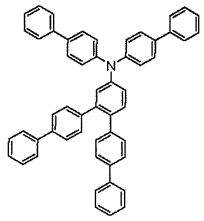
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면73



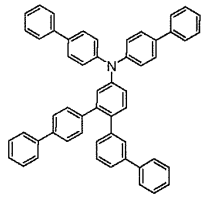
（１－１４７）

pm-치환 벤젠 고리： 1



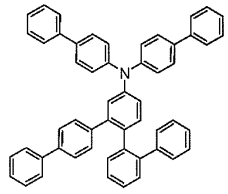
（１－１４８）

pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－１４９）

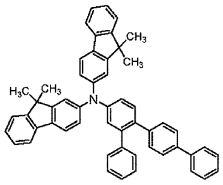
pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－１５０）

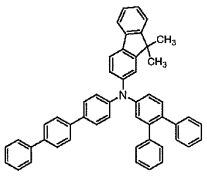
pm-치환 벤젠 고리： 1

도면74



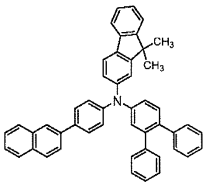
（１－１５１）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



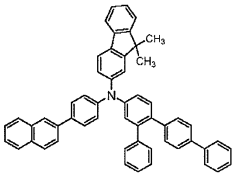
（１－１５２）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



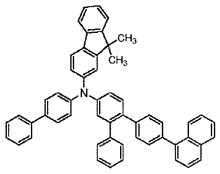
（１－１５３）

pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１５４）

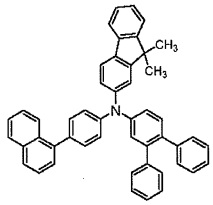
pm-치환 벤젠 고리 : 1



（１－１５５）

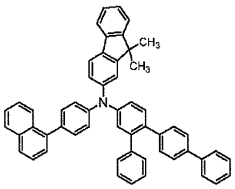
pm-치환 벤젠 고리 : 1

도면75



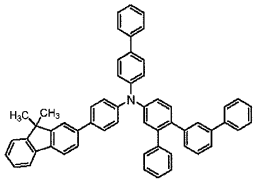
（１－１５６）

pm-치환 벤젠 고리： 1



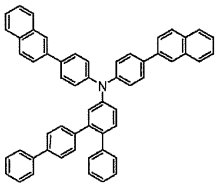
（１－１５７）

pm-치환 벤젠 고리： 1



（１－１５８）

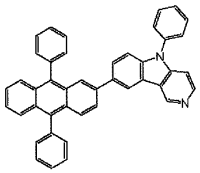
pm-치환 벤젠 고리： 1



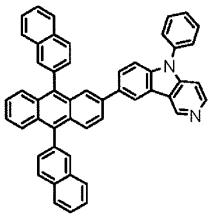
（１－１５９）

pm-치환 벤젠 고리： 1

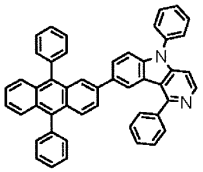
도면76



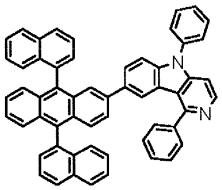
（２ａ－１）



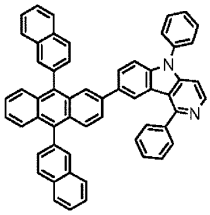
（２ａ－２）



（２ａ－３）

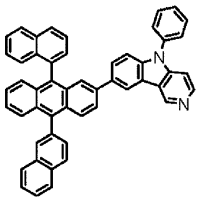


（２ａ－４）

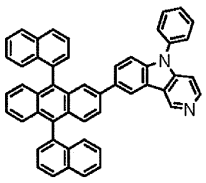


（２ａ－５）

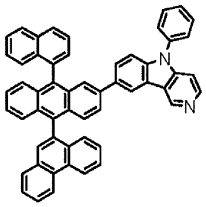
도면77



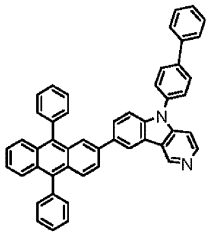
（２ａ－６）



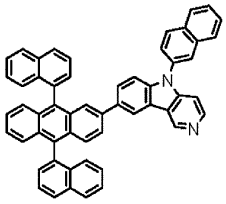
（２ａ－７）



（２ａ－８）

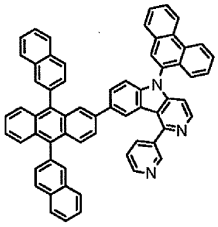


（２ａ－９）

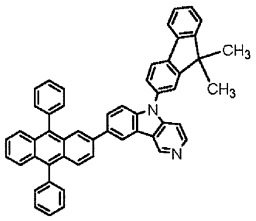


（２ａ－１０）

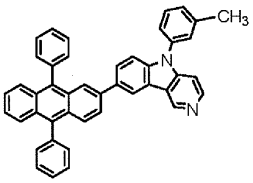
도면78



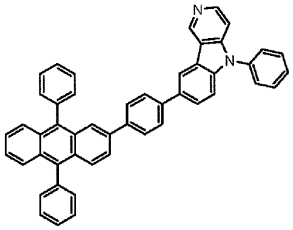
（２ａ－１１）



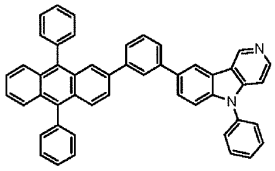
（２ａ－１２）



（２ａ－１３）

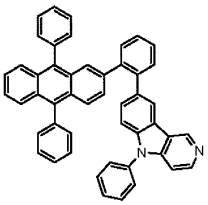


（２ａ－１４）

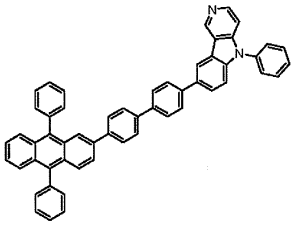


（２ａ－１５）

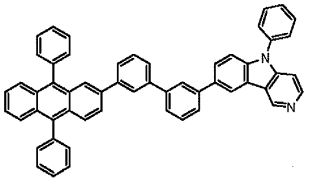
도면79



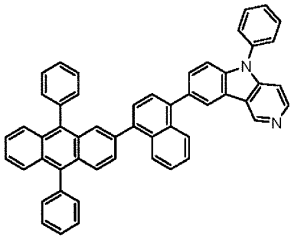
(２ａ－１６)



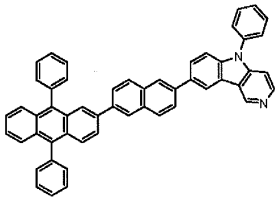
(２ａ－１７)



(２ａ－１８)

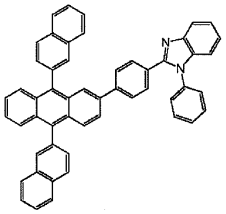


(２ａ－１９)

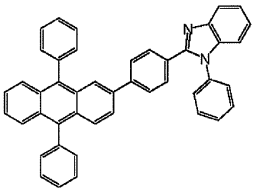


(２ａ－２０)

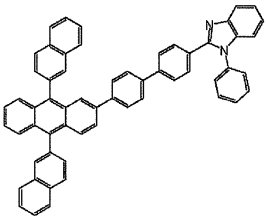
도면80



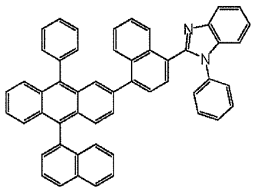
（２ｂ－１）



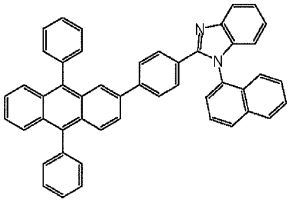
（２ｂ－２）



（２ｂ－３）

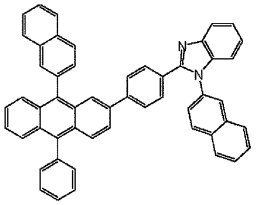


（２ｂ－４）

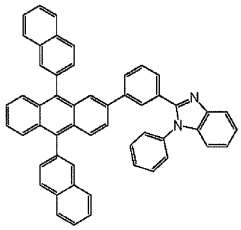


（２ｂ－５）

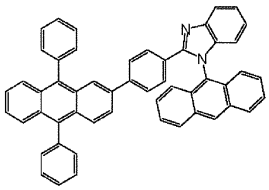
도면81



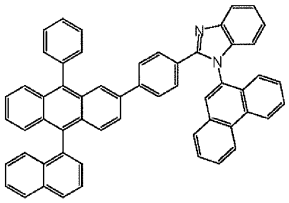
（２ｂ－６）



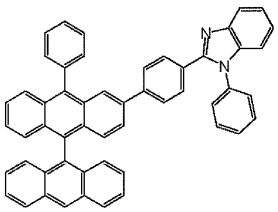
（２ｂ－７）



（２ｂ－８）

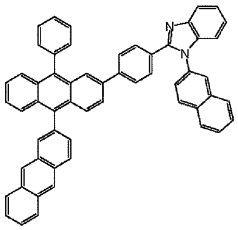


（２ｂ－９）

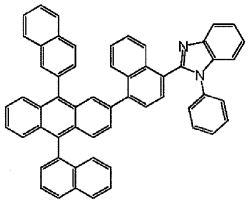


（２ｂ－１０）

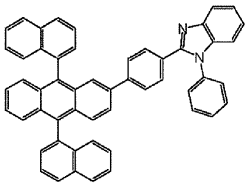
도면82



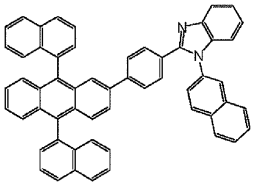
（２ｂ－１１）



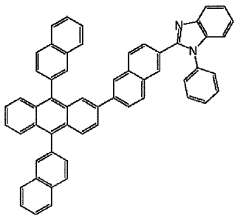
（２ｂ－１２）



（２ｂ－１３）

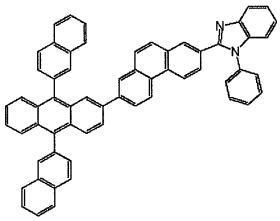


（２ｂ－１４）



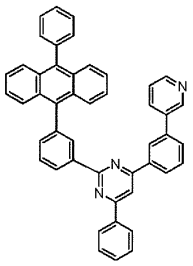
（２ｂ－１５）

도면83

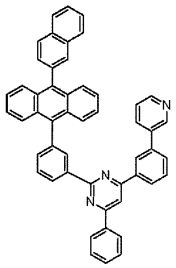


（２ｂ－１６）

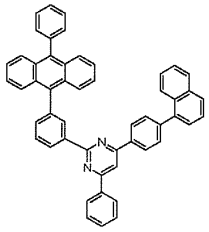
도면84



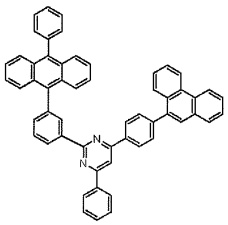
（２ｃ－１）



（２ｃ－２）

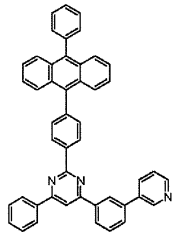


（２ｃ－３）

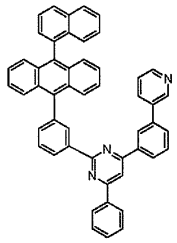


（２ｃ－４）

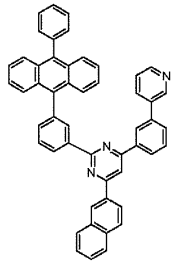
도면85



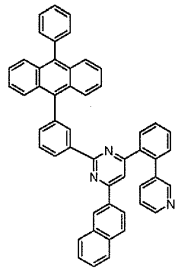
（２ｃ－５）



（２ｃ－６）

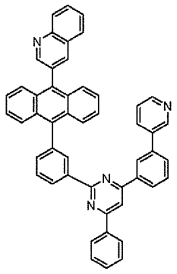


（２ｃ－７）

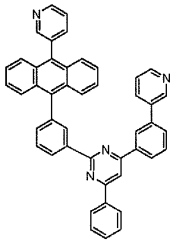


（２ｃ－８）

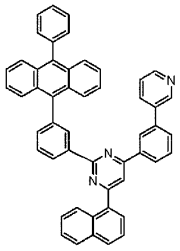
도면86



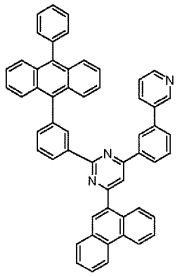
（２ｃ－９）



（２ｃ－１０）

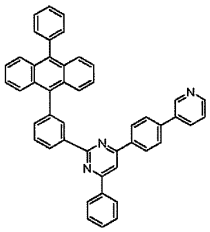


（２ｃ－１１）

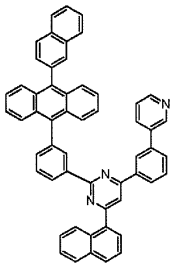


（２ｃ－１２）

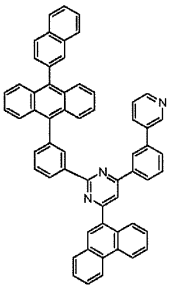
도면87



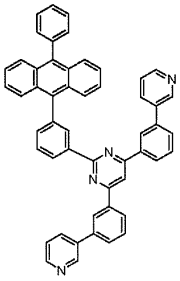
（２ｃ－１３）



（２ｃ－１４）

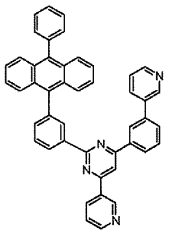


（２ｃ－１５）

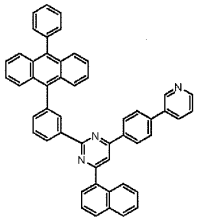


（２ｃ－１６）

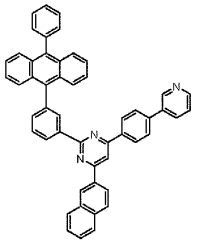
도면88



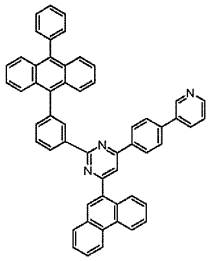
（２ｃ－１７）



（２ｃ－１８）

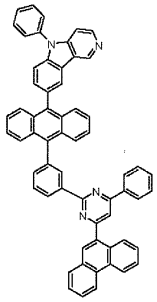


（２ｃ－１９）

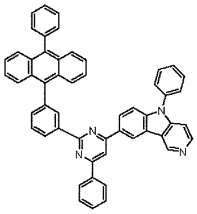


（２ｃ－２０）

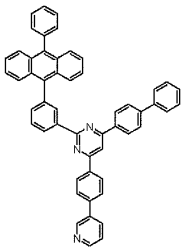
도면89



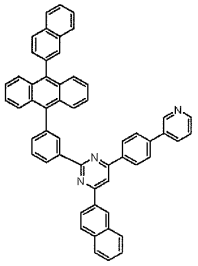
（２ｃ－２１）



（２ｃ－２２）

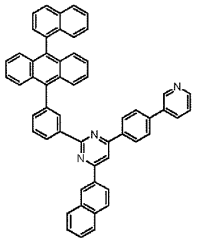


（２ｃ－２３）

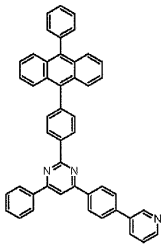


（２ｃ－２４）

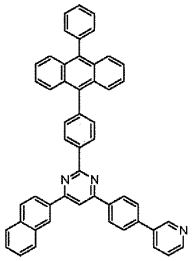
도면90



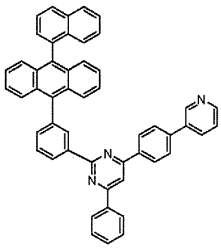
（２ｃ－２５）



（２ｃ－２６）

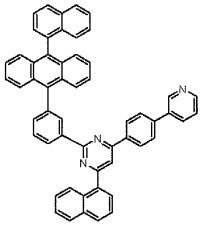


（２ｃ－２７）

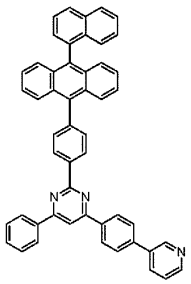


（２ｃ－２８）

도면91

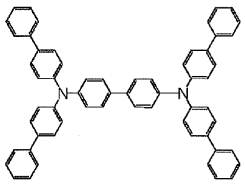


（２ｃ－２９）

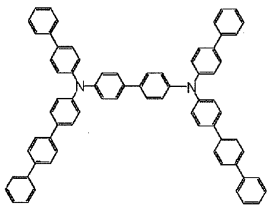


（２ｃ－３０）

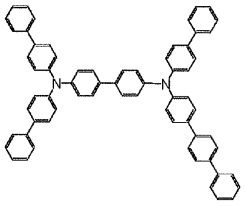
도면92



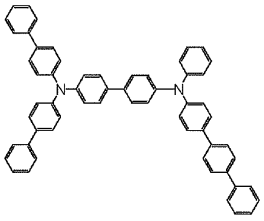
(3-1)



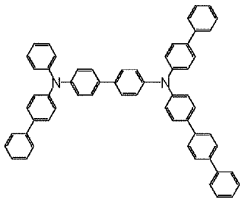
(3-2)



(3-3)

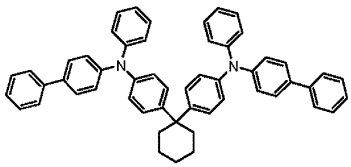


(3-4)

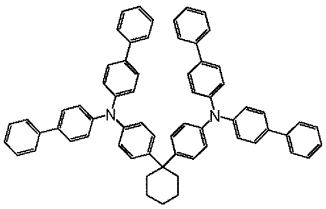


(3-5)

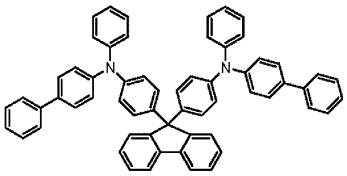
도면93



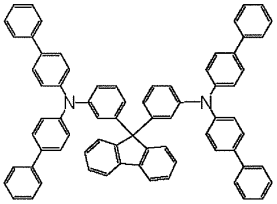
(３－６)



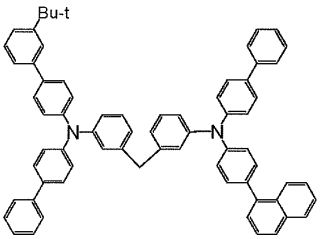
(３－７)



(３－８)

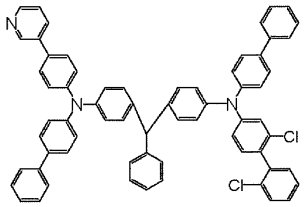


(３－９)

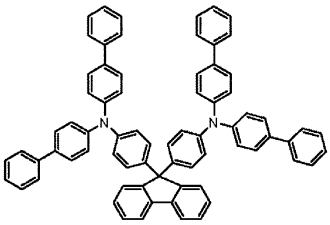


(３－１０)

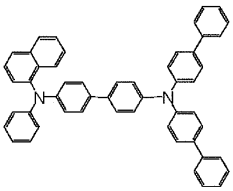
도면94



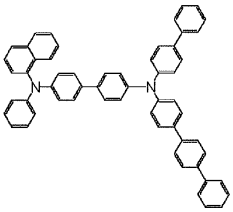
(３－１１)



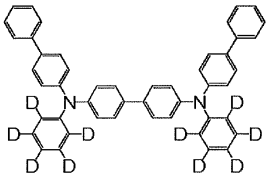
(３－１２)



(３－１３)

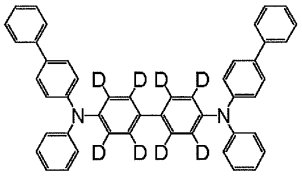


(３－１４)

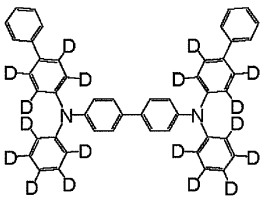


(３－１５)

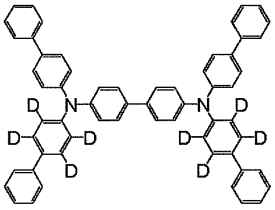
도면95



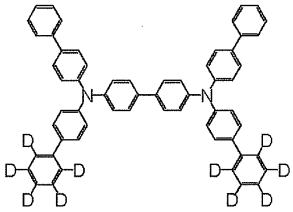
(３－１６)



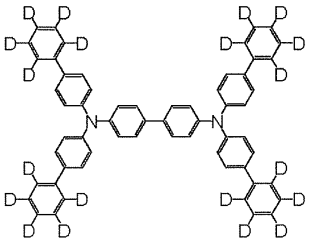
(３－１７)



(３－１８)

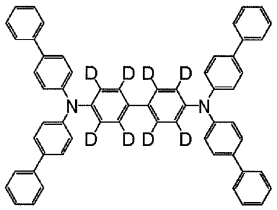


(３－１９)

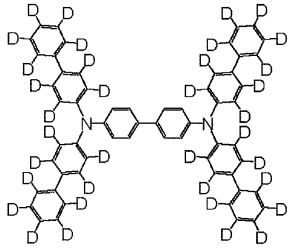


(３－２０)

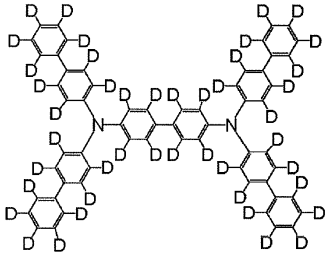
도면96



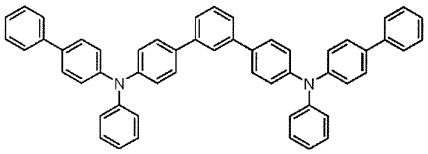
(３－２１)



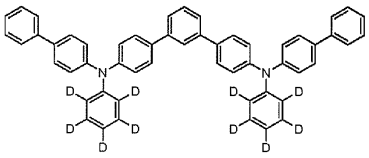
(３－２２)



(３－２３)

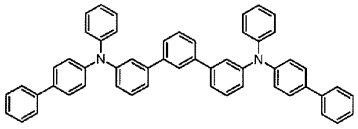


(３－２４)

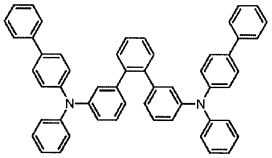


(３－２５)

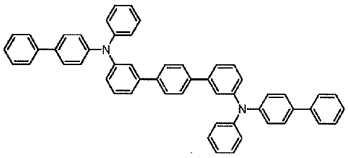
도면97



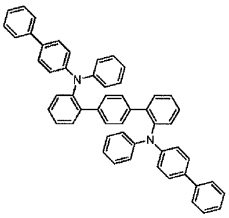
(３－２６)



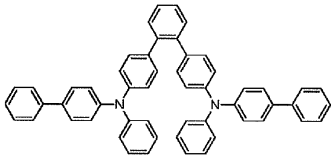
(３－２７)



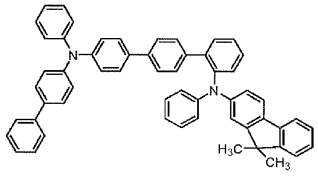
(３—２８)



(３－２９)

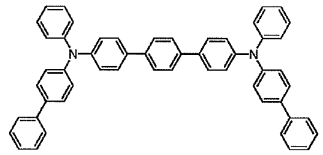


(３－３０)

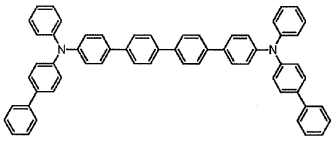


(３－３１)

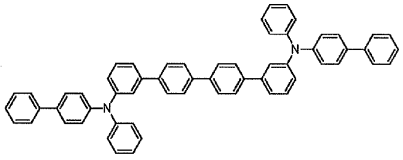
도면98



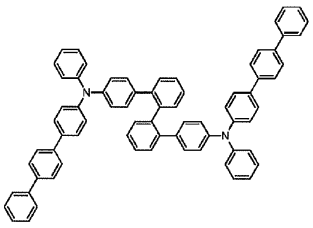
(3—32)



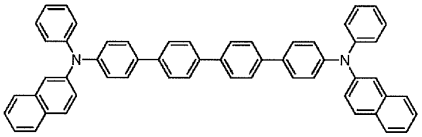
(3—33)



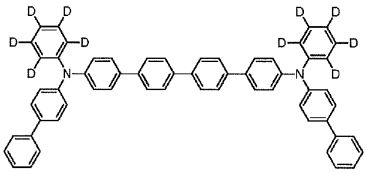
(3—34)



(3—35)

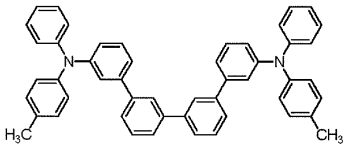


(3—36)

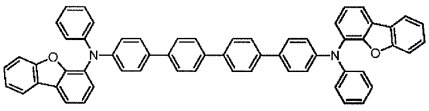


(3—37)

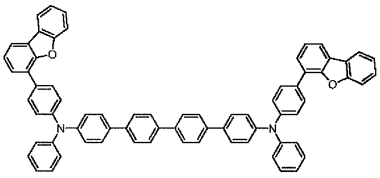
도면99



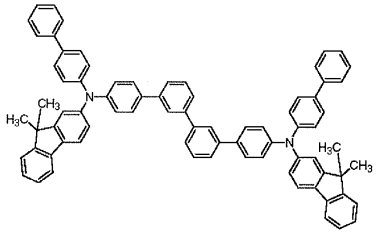
（３－３８）



（３－３９）

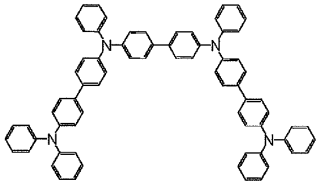


（３－４０）

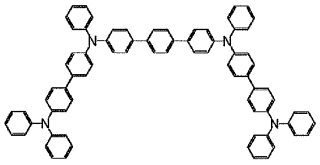


（３－４１）

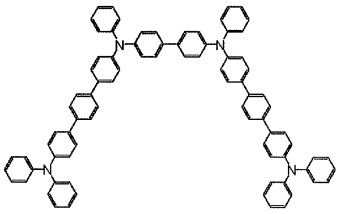
도면100



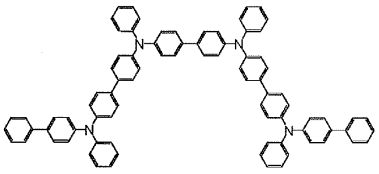
(4-1)



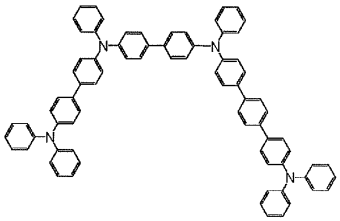
(4-2)



(4-3)

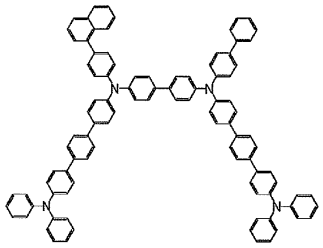


(4-4)

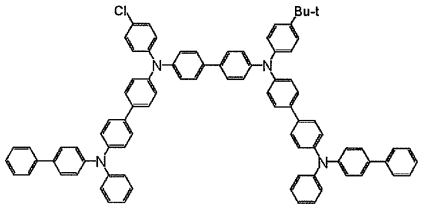


(4-5)

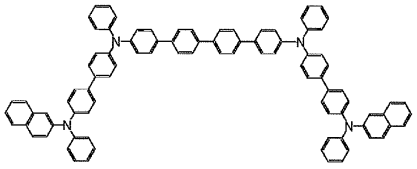
도면101



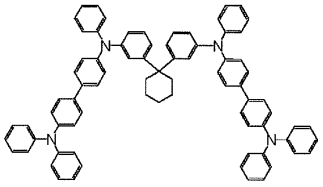
(4-6)



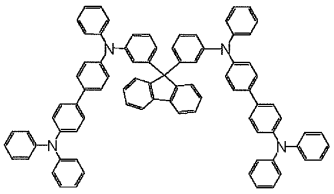
(4-7)



(4-8)

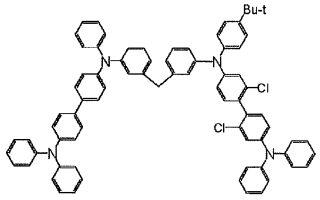


(4-9)

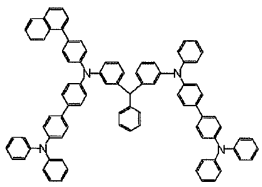


(4-10)

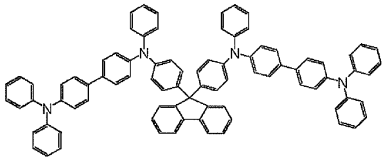
도면102



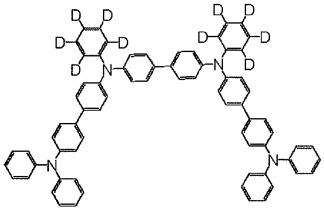
(４－１１)



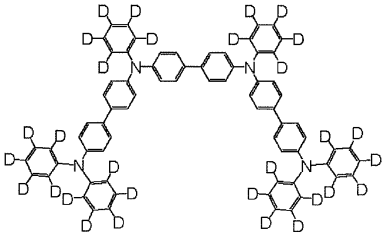
(４－１２)



(４－１３)

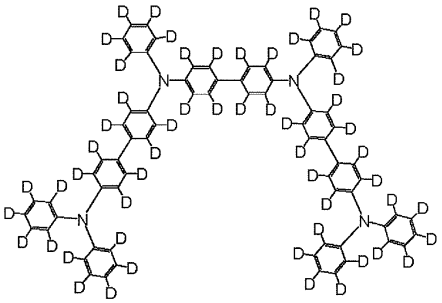


(４－１４)

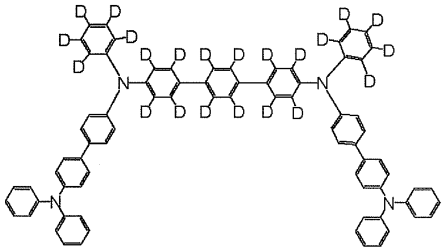


(４－１５)

도면103



(4-16)



(4-17)