



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0043636  
(43) 공개일자 2016년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 11/06 (2006.01) C07D 213/02 (2006.01)  
H01L 51/50 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0137952  
(22) 출원일자 2014년10월13일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
강혜승  
경기 김포시 김포한강11로 179, 506동 404호 (장기동, 푸르지오아파트)  
금태일  
경기 과천시 책향기로 183, 1508동 1405호 (동패동, 책향기마을상록데시앙아파트)  
(74) 대리인  
특허법인로얄

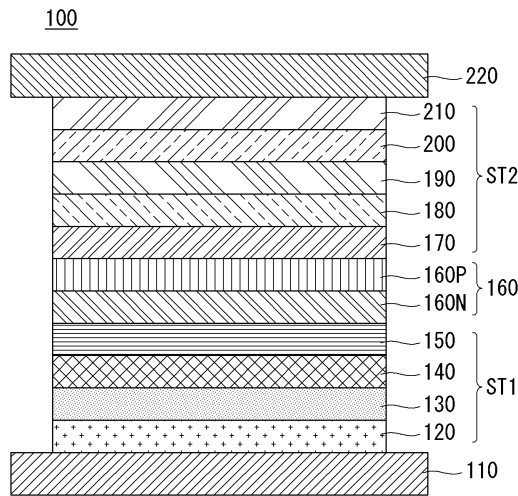
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 전하생성 화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자

(57) 요약

본 발명에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 상기 제1 발광부 상에 위치하는 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 전하생성층을 포함하며, 상기 전하생성층은 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**정영관**

대구 북구 학정로 271, 102동 1306호 (구암동, 청구아타운파트)

**김형준**

경기 파주시 월롱면 엘씨디로 201, 정다운마을 H동 1604호

**박정수**

서울 성동구 왕십리로21길 41, 401호 (행당동, 미래쉐르빌)

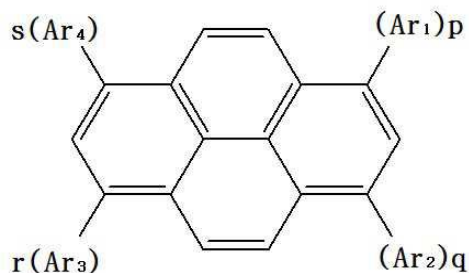
명세서

청구범위

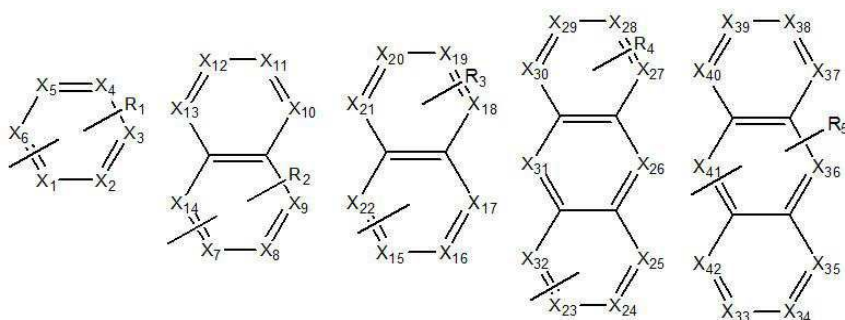
청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 하는 전하생성 화합물.

[화학식 1]



상기 화학식1에서, p,q,r 및 s는 0 또는 1이며  $1 \leq p+q+r+s \leq 4$ 의 정수이고, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub>, Ar<sub>3</sub> 및 Ar<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 하기 표시되는 구조에서 선택된 어느 하나이며,



상기 구조에서 X<sub>1</sub> 내지 X<sub>6</sub> 중 적어도 하나, X<sub>7</sub> 내지 X<sub>14</sub> 중 적어도 하나, X<sub>15</sub> 내지 X<sub>22</sub> 중 적어도 하나, X<sub>23</sub> 내지 X<sub>32</sub> 중 적어도 하나, 및 X<sub>33</sub> 내지 X<sub>42</sub> 중 적어도 하나는 C, N, S 및 O 중 선택된 어느 하나를 포함하고,

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 치환되거나 치환되지 않은 알킬, 아릴, 헤테로 아릴, 방향족, 헤테로 방향족, 아릴 아민, 헤테로 아릴 아민 화합물 중 선택된 어느 하나이다.

청구항 2

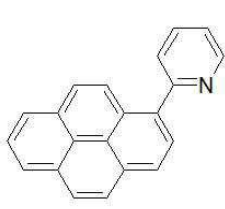
제1 항에 있어서,

상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 상기 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>의 구조 중 어느 하나, 벤젠, 나프탈렌, 바이페닐, 피리딘, 퀴놀린, 퀴놀살린, 플루오렌, 페난쓰롤린 및 페난쓰렌 중 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전하생성 화합물.

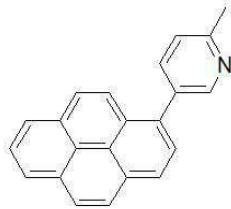
청구항 3

제1 항에 있어서,

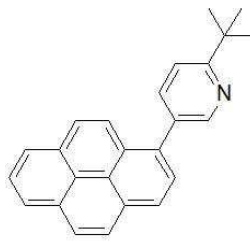
상기 전하생성 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전하생성 화합물.



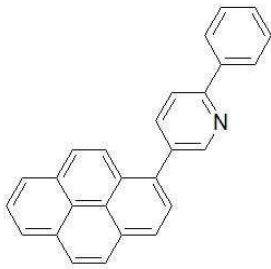
NC-01



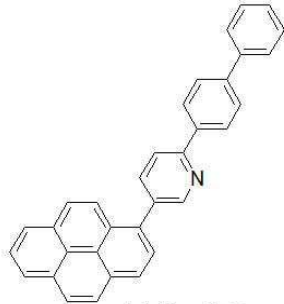
NC-02



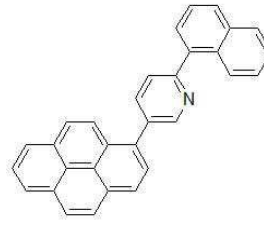
NC-03



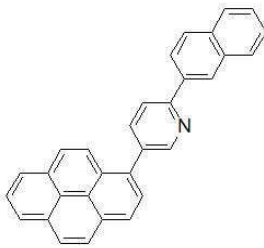
NC-04



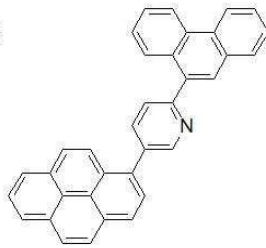
NC-05



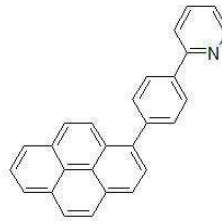
NC-06



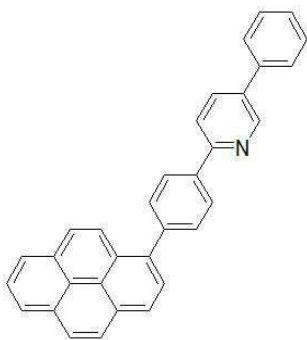
NC-07



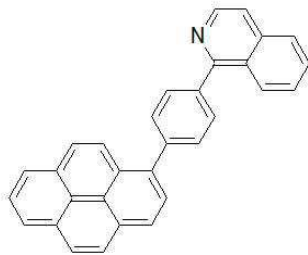
NC-08



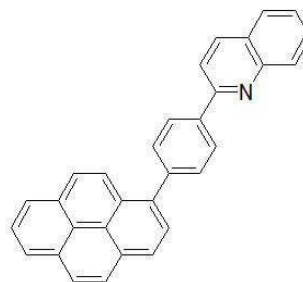
NC-09



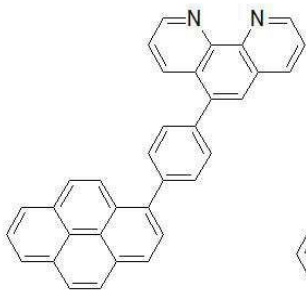
NC-10



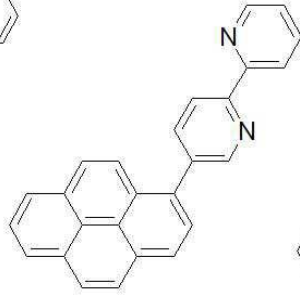
NC-11



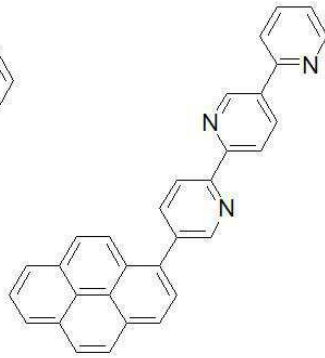
NC-12



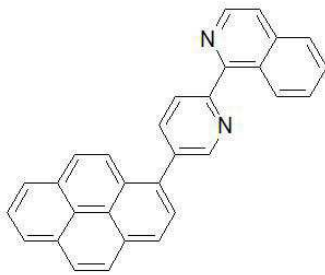
NC-13



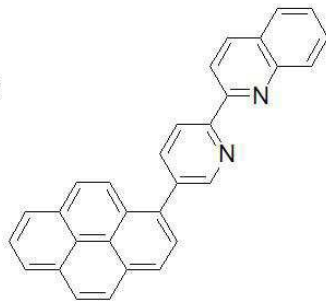
NC-14



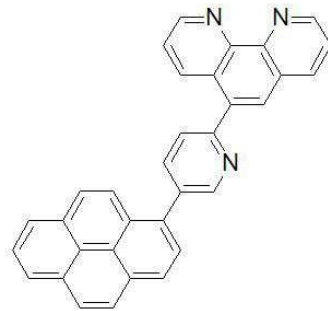
NC-15



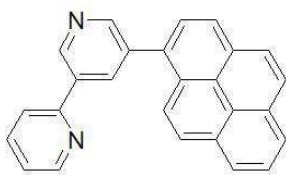
NC-16



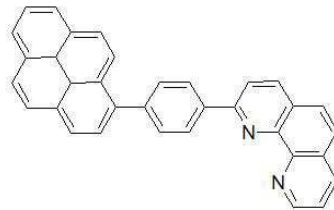
NC-17



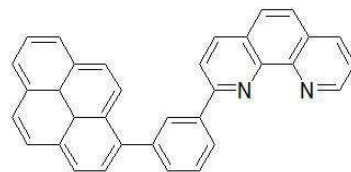
NC-18



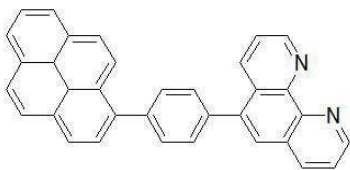
NC-19



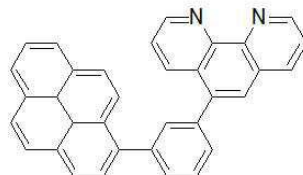
NC-20



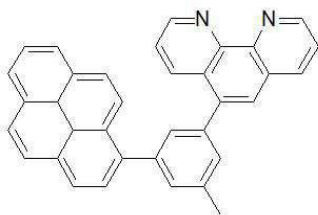
NC-21



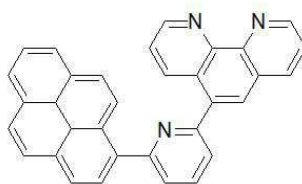
NC-22



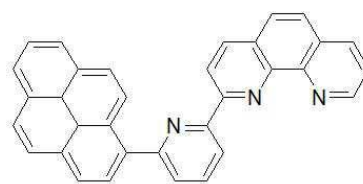
NC-23



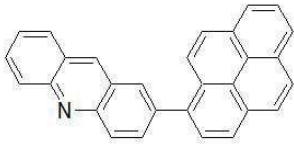
NC-24



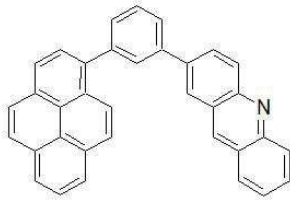
NC-25



NC-26



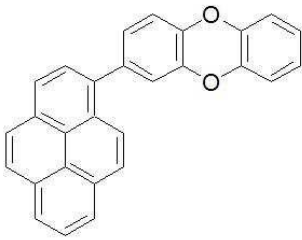
NC-27



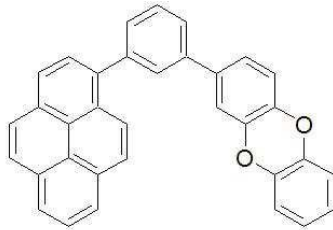
NC-28



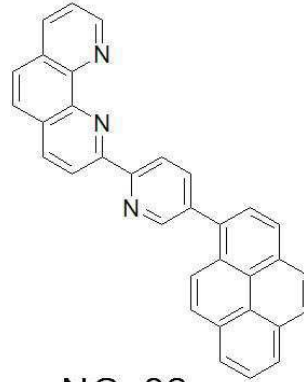
NC-29



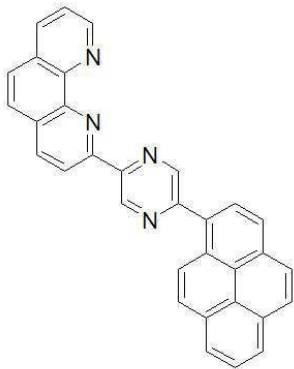
NC-30



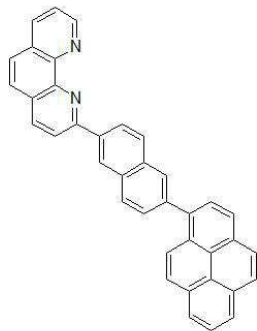
NC-31



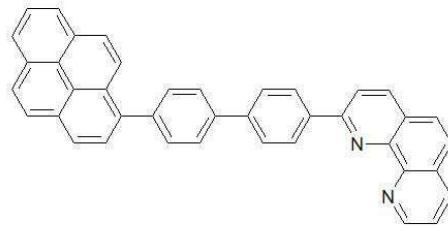
NC-32



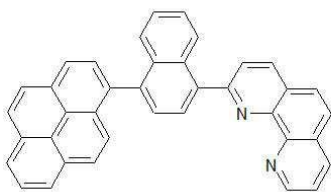
NC-33



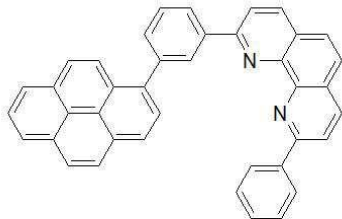
NC-34



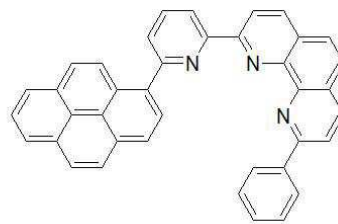
NC-35



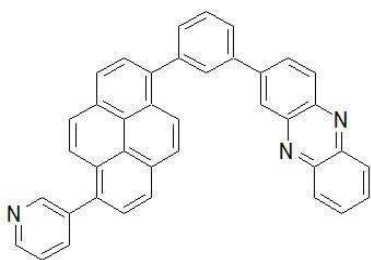
NC-36



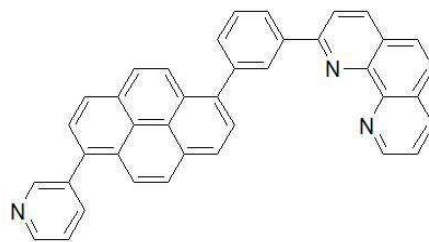
NC-37



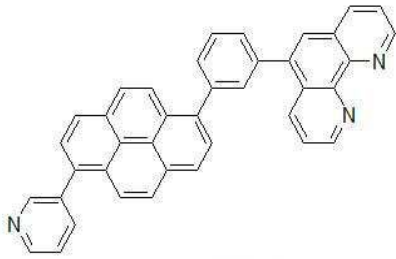
NC-38



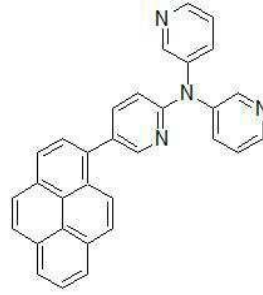
NC-39



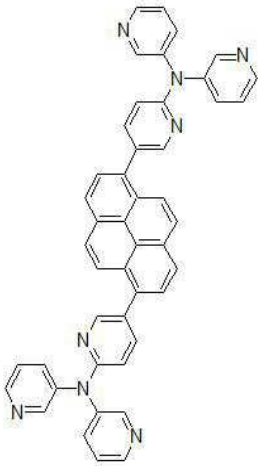
NC-40



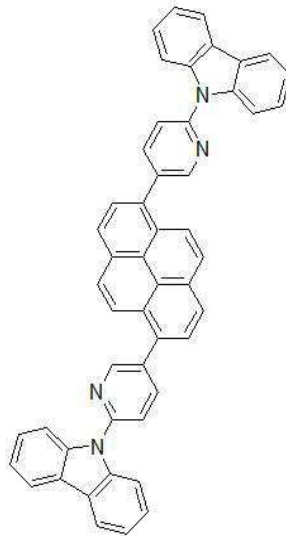
NC-41



NC-42



NC-43



NC-44

**청구항 4**

양극과 음극 사이에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 상에 위치하는 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부; 및

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 전하생성층을 포함하며,

상기 전하생성층은 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 제1 항 내지 제3 항 중 어느 한 항에 따른 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

**청구항 5**

제4 항에 있어서,

상기 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

**청구항 6**

제4 항에 있어서,

상기 제1 발광부는 양극과 상기 제1 발광층 사이에 정공주입층 및 정공수송층을 더 포함하고, 상기 제1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 전자수송층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 제2 발광부는 상기 전하생성층과 상기 제2 발광층 사이에 정공수송층을 더 포함하고, 상기 제2 발광층과 상기 음극 사이에 전자수송층 및 전자주입층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 8

제5 항에 있어서,

상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 9

양극과 음극 사이에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 위치하며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부;

상기 제2 발광부 위에 위치하여, 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부;

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 제1 전하생성층; 및

상기 제2 발광부와 상기 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 전하생성층을 포함하며,

상기 제1 전하생성층과 상기 제2 전하생성층 중 적어도 하나는 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 제1 항 및 제3 항 중 어느 한 항에 따른 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제1 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

#### 청구항 12

제9 항에 있어서,

상기 제2 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.



**청구항 13**

제12 항에 있어서,

상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

**청구항 14**

양극과 음극 사이에 위치하며, 각각 발광층을 포함하는 적어도 셋 이상의 발광부들;

상기 적어도 셋 이상의 발광부들 사이에 위치하는 전하생성층들; 및

상기 전하생성층들 중 적어도 하나는 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 제1 항 및 제3 항 중 어느 한 항에 따른 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전하생성 화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 자세하게는, 유기전계발광소자의 발광효율을 향상시키고 구동전압을 낮출 수 있는 전하생성 화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 다양한 정보를 화면으로 구현해 주는 영상표시장치는 정보 통신 시대의 핵심 기술로 더 얇고 더 가볍고 휴대가 가능하면서도 고성능의 방향으로 발전하고 있다. 근래 정보화 사회의 발전과 더불어, 표시장치에 대한 다양한 형태의 요구가 증대되면서, LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), ELD(Electro Luminescent Display), FED(Field Emission Display), OLED(Organic Light Emitting Diode)등 평판표시장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 이 중 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 형성된 유기 발광층에 전하를 주입하면 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다. 유기전계발광소자는 플라스틱 같은 플렉서블(flexible) 투명 기판 위에도 형성할 수 있을 뿐 아니라, 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panel)이나 무기 전계발광(EL) 디스플레이에 비해 낮은 전압에서 구동이 가능하고 전력 소모가 비교적 적으며, 색감이 뛰어나다는 장점이 있다. 특히, 백색을 구현하는 유기전계발광소자는 조명뿐만 아니라 박형 광원, 액정표시장치의 백라이트 또는 컬러필터를 채용한 풀컬러 표시 장치에 쓰이는 등 여러 용도로 이용되고 있는 소자이다.

[0004] 백색 유기전계발광소자 개발에 있어서 고효율, 장수명은 물론이고, 색순도, 전류 및 전압의 변화에 따른 색안정성, 소자 제조의 용이성 등이 중요하기 때문에 각각의 방식에 따라 연구 개발이 진행 중에 있다. 백색 유기전계발광소자 구조에는 크게 단일층 발광 구조, 다층 발광 구조 등으로 나눌 수 있다. 이 중 장수명을 가지는 백색 유기전계발광소자를 위해 형광 청색 발광층과 인광 노란색 발광층을 적층(tandem)하는 다층 발광 구조가 주로 채택되고 있다.

[0005] 구체적으로, 청색(Blue) 형광 소자를 발광층으로 이용하는 제1 발광부와, 노란색 인광 소자를 발광층으로 이용하는 제2 발광부 구조가 적층된 형태의 인광 발광부 구조가 이용되고 있다. 이러한, 백색 유기전계발광소자는 청색 형광 소자로부터 발광되는 청색광과 노란색 인광 소자로부터 발광되는 노란색 광의 혼합 효과에 의해 백색광이 구현된다. 여기서, 제1 발광부와 제2 발광부 사이에는 발광층에서 발생하는 전류 효율을 배로 증가시키고, 전하 분배를 원활하게 해주는 전하 생성층(Charge generation layer)이 구비된다. 전하생성층은 내부에서 전하 즉, 전자 및 정공을 생성시키는 층으로서, 발광층에서 발생하는 전류 효율을 배로 증가시키고, 전하 분배를 원활하게 해주므로 구동 전압이 상승되는 것을 방지할 수 있다.

[0006] 그러나, 현재 사용되고 있는 전하생성층은 각 발광층에 정공과 전자의 주입을 최대화 시키는 것에 초점을 두고 있는데, 전하생성층에서 전자수송층으로의 전자 전달이 매끄럽지 못하다는 한계점이 있다. 따라서, 전자 주입이 잘 이루어지지 못하면 전자와 정공의 균형(Balance)이 맞지 않아 발광층의 효율이 감소하게 되고 이는 소자의 특성을 저하시키게 된다.

**발명의 내용**

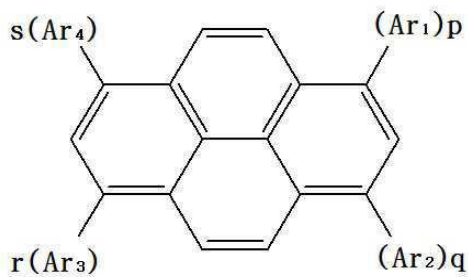
**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 유기전계발광소자의 발광효율을 향상시키고 구동전압을 낮출 수 있는 전하생성 화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

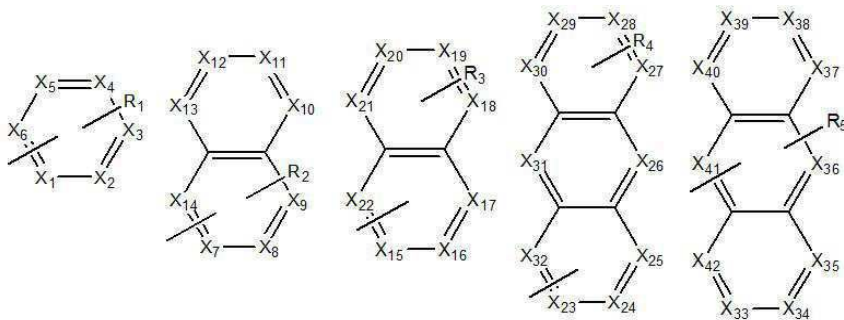
[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 전하생성 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 한다.

[0009] [화학식 1]



[0010]

[0011] 상기 화학식 1에서, p, q, r 및 s는 0 또는 1이며  $1 \leq p+q+r+s \leq 4$ 의 정수이고, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub>, Ar<sub>3</sub> 및 Ar<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 하기 표시되는 구조에서 선택된 어느 하나이며,

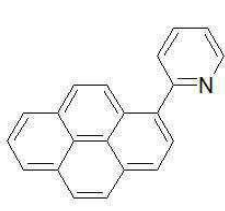


[0012]

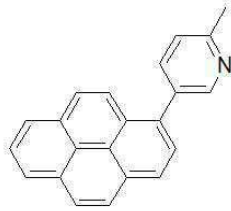
[0013] 상기 구조에서 X<sub>1</sub> 내지 X<sub>6</sub> 중 적어도 하나, X<sub>7</sub> 내지 X<sub>14</sub> 중 적어도 하나, X<sub>15</sub> 내지 X<sub>22</sub> 중 적어도 하나, X<sub>23</sub> 내지 X<sub>32</sub> 중 적어도 하나, 및 X<sub>33</sub> 내지 X<sub>42</sub> 중 적어도 하나는 C, N, S 및 O 중 선택된 어느 하나를 포함하고, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 치환되거나 치환되지 않은 알킬, 아릴, 헤테로 아릴, 방향족, 헤테로 방향족, 아릴 아민, 헤테로 아릴 아민 화합물 중 선택된 어느 하나이다.

[0014] 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 상기 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>의 구조 중 어느 하나, 벤젠, 나프탈렌, 바이페닐, 피리딘, 퀴놀린, 퀴놀라린, 플루오렌, 페난쓰롤린 및 페난쓰렌 중 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

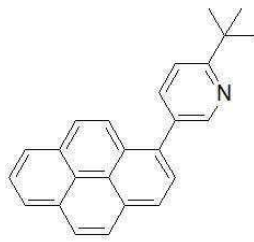
[0015] 상기 전하생성 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.



NC-01

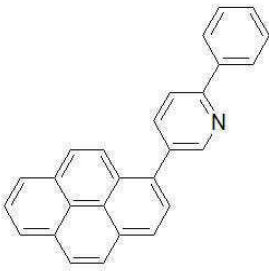


NC-02

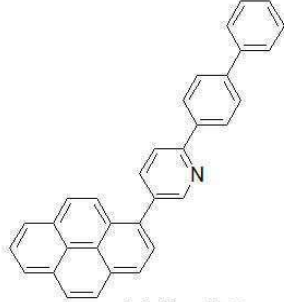


NC-03

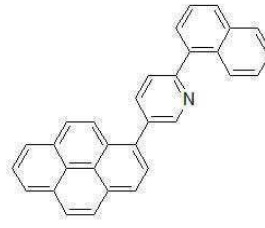
[0016]



NC-04

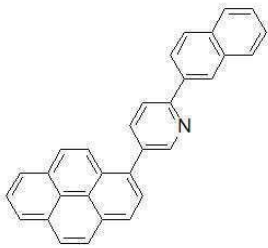


NC-05

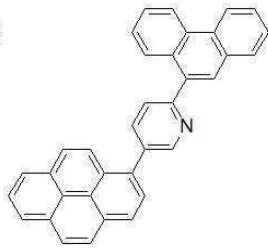


NC-06

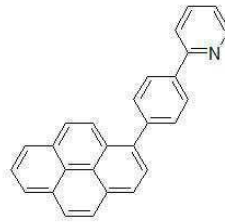
[0017]



NC-07

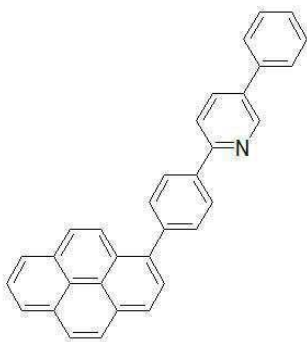


NC-08

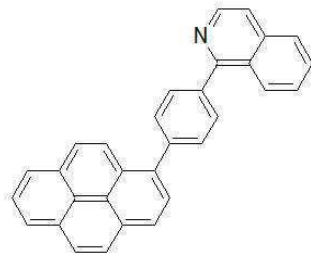


NC-09

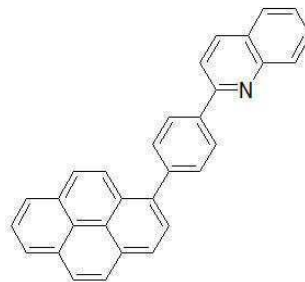
[0018]



NC-10

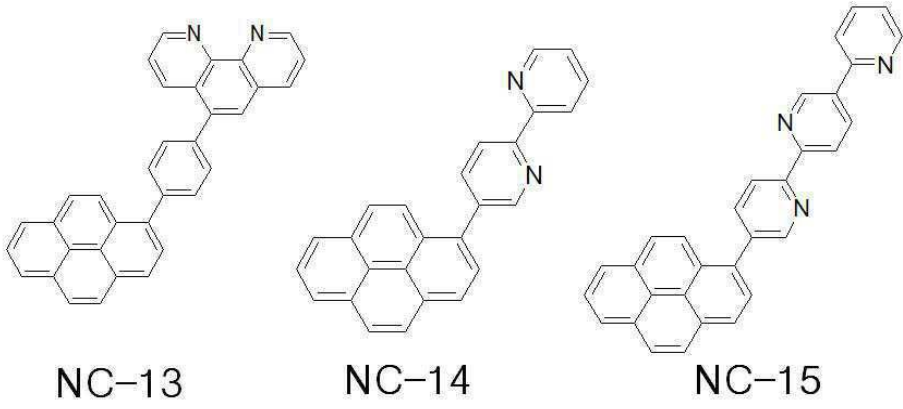


NC-11

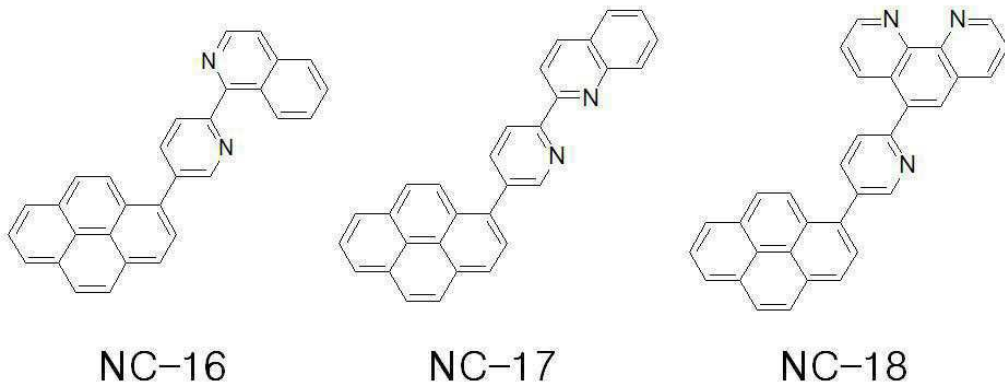


NC-12

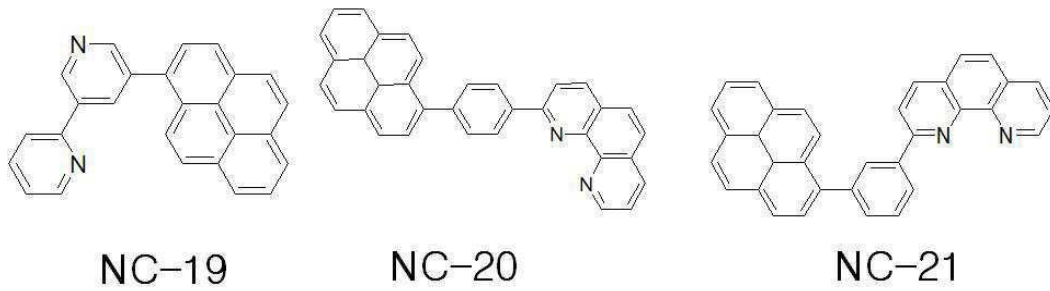
[0019]



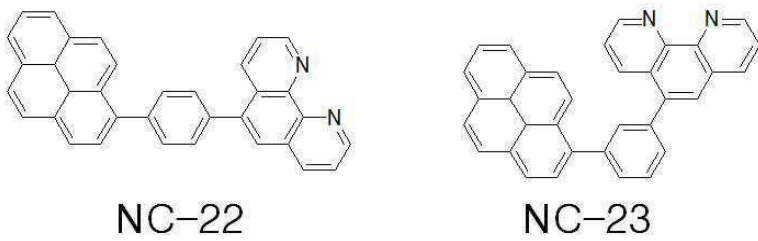
[0020]



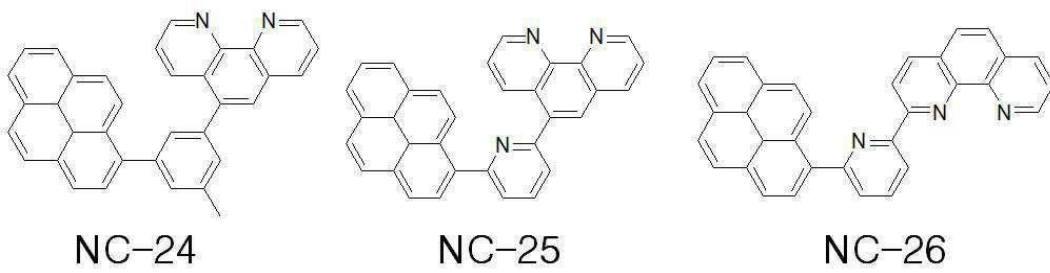
[0021]



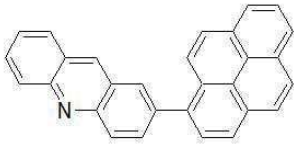
[0022]



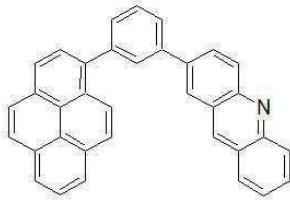
[0023]



[0024]



NC-27

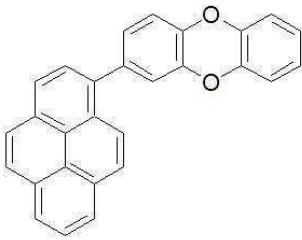


NC-28

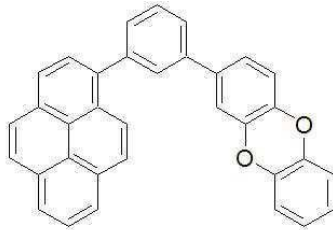


NC-29

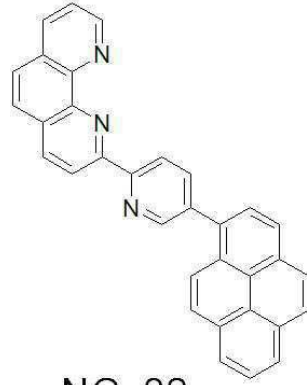
[0025]



NC-30

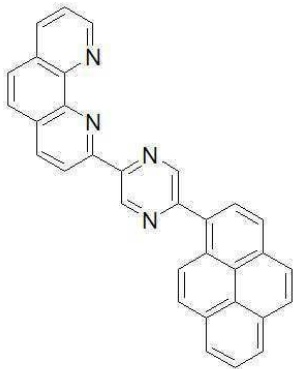


NC-31

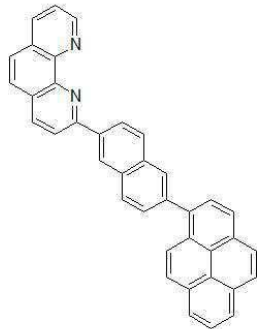


NC-32

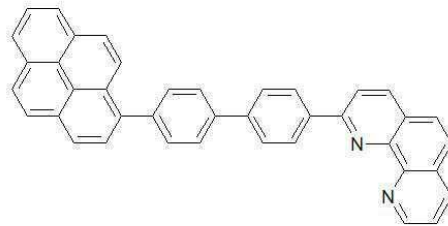
[0026]



NC-33

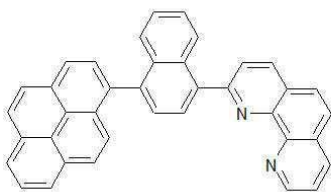


NC-34

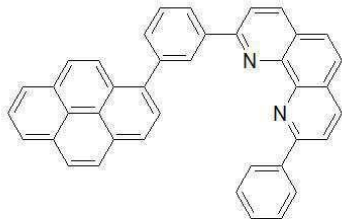


NC-35

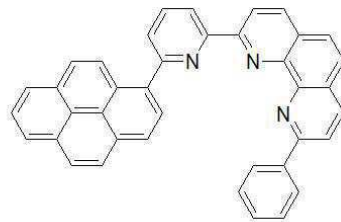
[0027]



NC-36

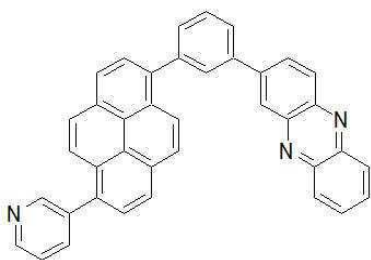


NC-37

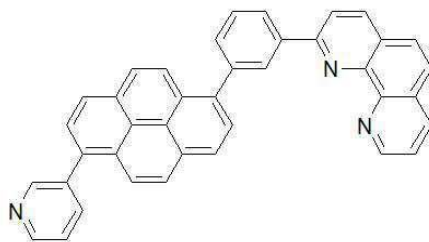


NC-38

[0028]

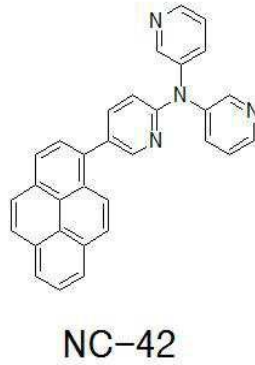
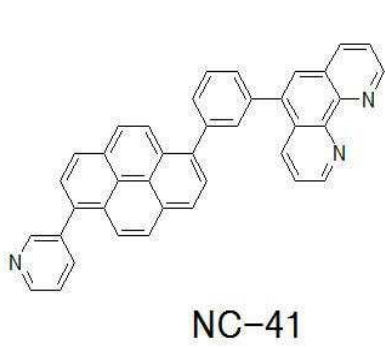


NC-39

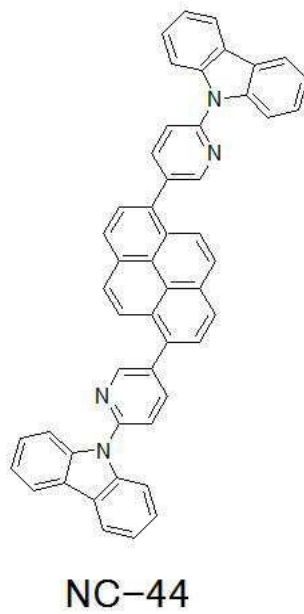
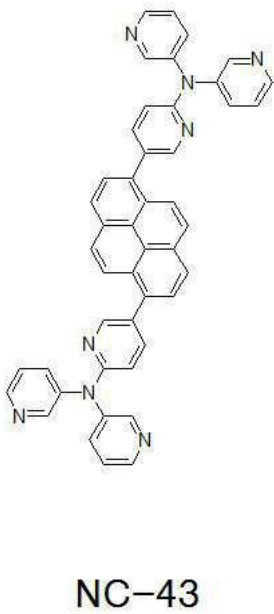


NC-40

[0029]



[0030]



[0031]

[0032]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 상기 제1 발광부 상에 위치하는 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 전하생성층을 포함하며, 상기 전하생성층은 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0033]

상기 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034]

상기 제1 발광부는 양극과 상기 제1 발광층 사이에 정공주입층 및 정공수송층을 더 포함하고, 상기 제1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 전자수송층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0035]

상기 제2 발광부는 상기 전하생성층과 상기 제2 발광층 사이에 정공수송층을 더 포함하고, 상기 제2 발광층과 상기 음극 사이에 전자수송층 및 전자주입층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036]

상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 한다.

[0037]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 상기 제1 발광부 위에 위치하며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 상기 제2 발광부 위에 위치하여, 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부, 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 제1 전하생성층, 및 상기 제2 발광부와 상기 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 전하생성층을 포함하며, 상기 제1 전하생성층과 상기 제2 전하생성층 중 적어도 하나는 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0038]

상기 제1 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화

합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0039] 상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 한다.
- [0040] 상기 제2 전하생성층은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함하며, 상기 N형 전하생성층은 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 상기 N형 전하생성층의 두께는 50 내지 400Å인 것을 특징으로 한다.
- [0042] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 각각 발광층을 포함하는 적어도 셋 이상의 발광부들, 상기 적어도 셋 이상의 발광부들 사이에 위치하는 전하생성층들, 및 상기 전하생성층들 중 적어도 하나는 둘 이상의 호스트를 포함하며, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나는 상기 전하생성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 N형 전하생성층에 적어도 둘 이상의 호스트를 혼합한 구조를 도입하여 둘 이상의 호스트로부터 생성되는 에너지 준위를 다양화함으로써 전자가 주입될 수 있는 이동경로를 늘려주고 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮추어 전자 주입을 용이하게 하는 효과가 있다.
- [0044] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 전자 주입을 원활하게 함으로써, 전자수송층으로의 전자 주입이 늘어나므로 음극으로부터 주입되는 다량의 정공과의 균형을 이룰 수 있는 효과가 있다.
- [0045] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮춤으로써 소자의 구동 전압을 낮출 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 생성된 여러 에너지 준위를 통해 원활하게 주입된 전자는 차지 균형(charge balance)을 이루게 되어 효율이 최적화 되며, 고전류 영역에서 발광효율이 감소하는 롤 오프(roll-off) 현상을 낮출 수 있다.
- [0047] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트 중 하나는 파이렌 화합물의 전하생성 화합물을 적용함으로써, 상기 파이렌 화합물의 치환기가 파이렌과 나란한 위치에 있지 않으므로, 상기 파이렌 화합물과 N형 전하생성층에 포함된 도펀트와의 결합을 강하게 한다. 이로 인해 전자 주입이나 전자 이동을 용이하게 할 수 있으며, 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킬 수 있다.
- [0048] 또한, N형 전하생성층에 포함된 도펀트인 알칼리 금속과의 공증착(co-deposition)으로 여러 에너지 준위를 형성하여 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킨다. 따라서, 발광층의 효율을 향상시켜, 발광효율이 우수하고 구동전압을 낮출 수 있는 유기전계발광소자를 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자의 에너지밴드 다이어그램.
- 도 4는 본 발명의 비교예 1 및 실시예 1에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압에 따른 전류밀도를 측정한 그래프.
- 도 5는 본 발명의 비교예 1 및 실시예 1에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광 스펙트럼을 측정한 그래프.
- 도 6은 본 발명의 비교예 1 및 실시예 1에 따라 제조된 유기전계발광소자의 휘도에 따른 양자효율을 측정한 그래프.
- 도 7은 본 발명의 비교예 2, 3 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압에 따른 전류밀도를 측정한 그래프.
- 도 8은 본 발명의 비교예 2, 3 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 휘도에 따른 양자효율을 측정한

그래프.

도 9는 본 발명의 비교예 2 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광스펙트럼을 측정한 그래프.

도 10은 본 발명의 비교예 3 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광스펙트럼을 측정한 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

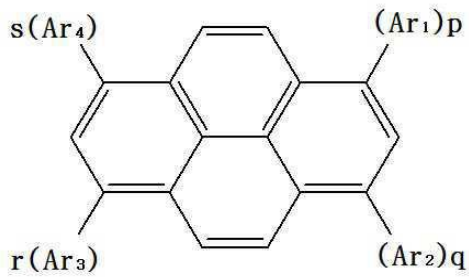
- [0050] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0051] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0052] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0053] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0054] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0055] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0056] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0057] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 자세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0058] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 자세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0059] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다.
- [0060] 도 1을 참조하면, 본 발명의 유기전계발광소자(100)는 양극(110)과 음극(220) 사이에 위치하는 발광부들(ST1, ST2) 및 발광부들(ST1, ST2) 사이에 위치하는 전하생성층(160)을 포함한다. 양극(110)은 정공을 주입하는 전극으로 일함수가 높은 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 ZnO(Zinc Oxide) 중 어느 하나일 수 있다. 또한, 상기 양극(110)이 반사 전극일 경우에 양극(110)은 ITO, IZO 또는 ZnO 중 어느 하나로 이루어진 층 하부에 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 니켈(Ni) 중 어느 하나로 이루어진 반사층을 더 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 제1 발광부(ST1)는 하나의 발광소자 단위를 이루는 것으로, 제1 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130), 청색 발광층(140), 제1 전자수송층(150)을 포함한다. 여기서 청색 발광층(140)은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Dark Blue) 발광층 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나를 포함한다.
- [0062] 제1 정공주입층(120)은 양극(110)으로부터 청색 발광층(140)으로 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 할 수 있으며, CuPc(copper phthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), PANI(polyaniline) 및 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 상기 제1 정공주입층(120)의 두께는 1 내지 150nm일 수 있다. 여기서, 상기 제1 정공주입층(120)의 두께가 1nm 이상이면, 정공 주입 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 150nm 이상이면, 제1 정공주입층(120)의 두께가 너무 두꺼우므로 정공의 이동을 향상시키기 위한 구동전압의 상승을 방



지할 수 있는 이점이 있다.

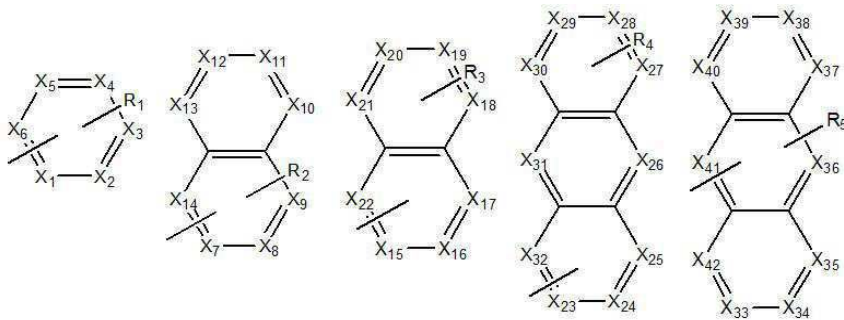
- [0063] 상기 제1 정공수송층(130)은 정공의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 상기 제1 정공수송층(130)의 두께는 1 내지 150nm일 수 있다. 여기서, 상기 제1 정공수송층(130)의 두께가 1nm 이상이면, 정공 수송 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 150nm 이상이면, 제1 정공수송층(130)의 두께가 너무 두꺼우므로 정공의 이동을 향상시키기 위한 구동전압의 상승을 방지할 수 있는 이점이 있다.
- [0064] 상기 청색 발광층(140)은 CBP 또는 mCP를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, (4,6-F<sub>2</sub>ppy)<sub>2</sub>Irpic을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리, spiro-DPVBi, spiro-6P, 디스틸벤젠(DSB), 디스틸릴아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0065] 제1 전자수송층(150)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, BAlq 및 SAIq로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 제1 전자수송층(150)의 두께는 1 내지 50nm일 수 있다. 여기서, 제1 전자수송층(150)의 두께가 1nm 이상이면, 전자 수송 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 50nm 이하이면, 제1 전자수송층(150)의 두께가 너무 두꺼우므로 전자의 이동을 향상시키기 위한 구동전압의 상승을 방지할 수 있는 이점이 있다. 따라서, 양극(110) 상에 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130), 청색 발광층(140) 및 제1 전자수송층(150)을 포함하는 제1 발광부(ST1)를 구성한다.
- [0066] 상기 제1 발광부(ST1) 상에 전하생성층(Charge Generation Layer ; CGL)(160)이 위치한다. 상기 제1 발광부(ST1)와 상기 제2 발광부(ST2)는 상기 전하생성층(160)에 의해 연결된 구조로 이루어져 있다. 상기 전하생성층(160)은 N형 전하생성층(160N)과 P형 전하생성층(160P)이 접합된 PN접합 전하생성층일 수 있다. 이때, 상기 PN 접합 전하생성층(160)은 전하를 생성하거나 정공 및 전자로 분리하여 상기 각 발광층에 전하를 주입한다. 즉, N형 전하생성층(160N)은 양극에 인접한 청색 발광층(140)에 전자를 공급하고, 상기 P형 전하생성층(160P)은 제2 발광부(ST2)의 발광층에 정공을 공급함으로써, 다수의 발광층을 구비하는 유기전계발광소자의 발광 효율을 더욱 증대시킬 수 있으며, 구동 전압도 낮출 수 있다. 따라서, 상기 전하생성층(160)은 유기전계발광소자의 특성인 발광효율이나 구동전압에 중요한 영향을 미치게 된다.
- [0067] 이에 본 발명의 발명자들은 전하생성층의 전자 주입 특성을 향상시키기 위한 여러 실험을 하게 되었다. 여러 실험을 통하여 전하생성층에 포함되는 호스트를 하나로 구성할 경우에는 전자수송층에 전자를 주입하는 데에는 한계가 있음을 알게 되었다. 따라서, 본 발명의 발명자들은 전하생성층에 포함되는 호스트의 특성을 개선하는 여러 실험을 통하여 둘 이상의 호스트로 구성하고, 둘 이상의 호스트와 도펀트에 의해 에너지 준위를 다양하게 함으로써 전자 주입과 전자 이동을 원활하게 할 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 상기 둘 이상의 호스트 중 적어도 하나의 호스트는 파이렌 화합물을 도입하였다. 상기 파이렌 화합물은 화합물 내에 공유결합인  $\pi$ 결합(파이결합)이 존재하므로, 상기  $\pi$ 결합에 의해 많은 양의 전자가 존재한다. 따라서, 다른 화합물에 비해서 전자 주입이나 전자 이동을 원활하게 할 수 있다. 이에 본 발명의 발명자들은 새로운 구조의 전하생성 화합물을 적용함으로써, 발광효율을 향상시키고 구동전압을 낮출 수 있는 새로운 구조의 유기전계발광소자를 발명하게 되었다.
- [0068] 따라서, 상기 N형 전하생성층(160N)은 적어도 둘 이상의 호스트와 도펀트를 포함한다. 이 중 적어도 하나의 호스트는 전하생성 화합물을 포함한다. 상기 전하생성 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 파이렌(pyrene) 화합물로 이루어질 수 있다. 상기 파이렌 화합물의 치환기가 파이렌과 나란한 위치가 아닌 위치에 구성되어 있다. 이러한 구조는 전하생성층에 포함되는 도펀트와의 결합을 더 강하게 하므로, 전자 주입이나 전자 이동을 더 용이하게 할 수 있다. 상기 도펀트로 Li를 사용할 경우 상기 파이렌 화합물의 치환기가 Li와의 결합을 더 강하게 하므로, 전자 주입이나 전자 이동에 더 용이할 수 있다.

[0069] [화학식 1]



[0070]

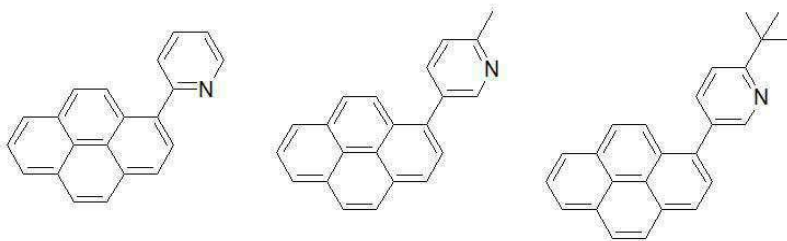
[0071] 상기 화학식 1에서, p, q, r 및 s는 0 또는 1이며  $1 \leq p+q+r+s \leq 4$ 의 정수이고, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub>, Ar<sub>3</sub> 및 Ar<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 하기 표시되는 구조에서 선택된 어느 하나이다.



[0072]

[0073] 상기 구조에서 X<sub>1</sub> 내지 X<sub>6</sub> 중 적어도 하나, X<sub>7</sub> 내지 X<sub>14</sub> 중 적어도 하나, X<sub>15</sub> 내지 X<sub>22</sub> 중 적어도 하나, X<sub>23</sub> 내지 X<sub>32</sub> 중 적어도 하나, 및 X<sub>33</sub> 내지 X<sub>42</sub> 중 적어도 하나는 C, N, S 및 O 중 선택된 어느 하나를 포함하고, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 치환되거나 치환되지 않은 알킬(alkyl), 아릴(aryl), 헤테로 아릴(hetero aryl), 방향족(aromatic), 헤테로 방향족(hetero aromatic), 아릴 아민(aryl amine), 헤테로 아릴 아민(hetero aryl amine) 화합물 중 선택된 어느 하나이다. 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 및 R<sub>5</sub>는 각각 독립적으로 상기 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>의 구조 중 어느 하나, 벤젠(benzene), 나프탈렌(naphthalene), 바이페닐(biphenyl), 피리딘(pyridine), 퀴놀린(quinoline), 퀴녹살린(quinoxaline), 플루오렌(fluorene), 페난쓰롤린(phenanthroline) 및 페난쓰렌(phenanthrene) 중 선택된 어느 하나이다.

[0074] 상기 파이렌 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중 선택된 어느 하나일 수 있다.

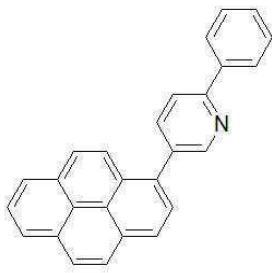


NC-01

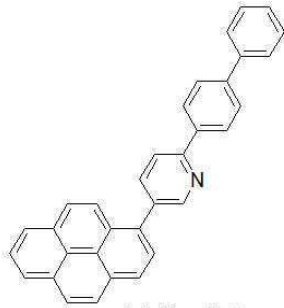
NC-02

NC-03

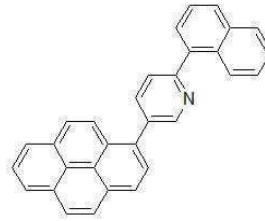
[0075]



NC-04

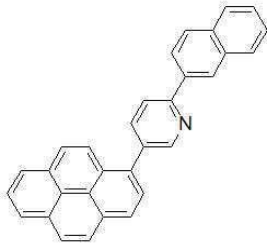


NC-05

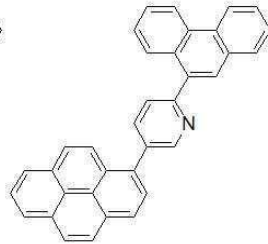


NC-06

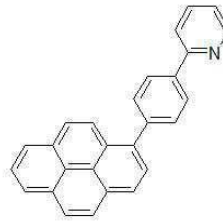
[0076]



NC-07

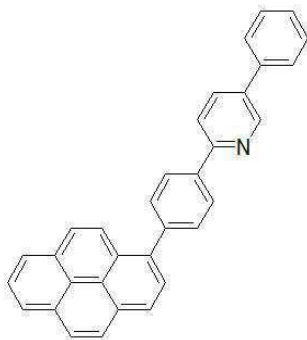


NC-08

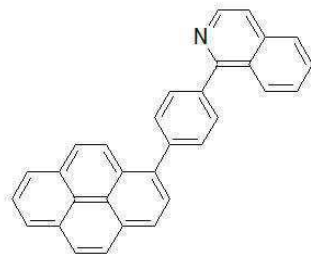


NC-09

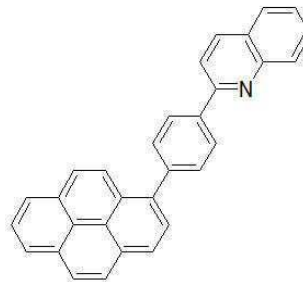
[0077]



NC-10

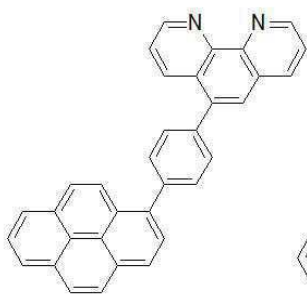


NC-11

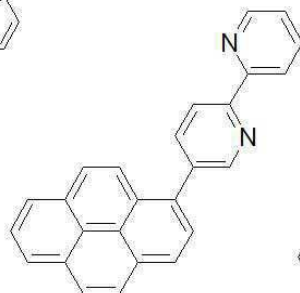


NC-12

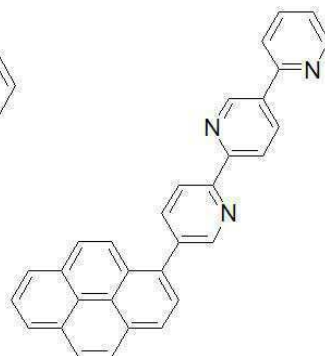
[0078]



NC-13

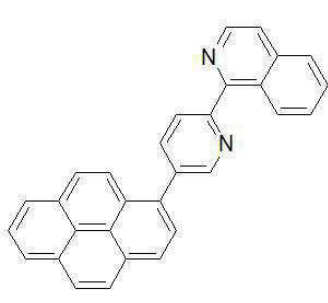


NC-14

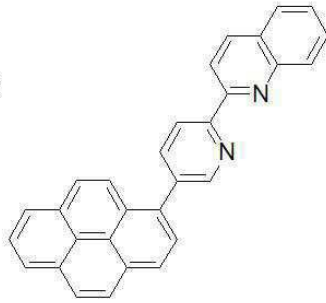


NC-15

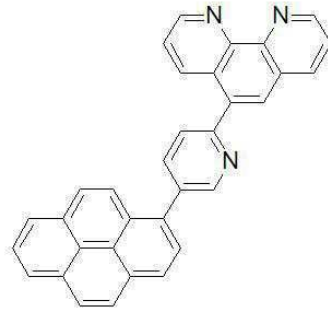
[0079]



NC-16

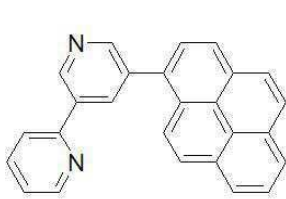


NC-17

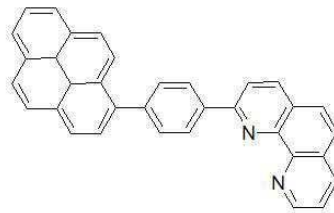


NC-18

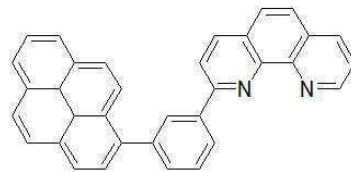
[0080]



NC-19

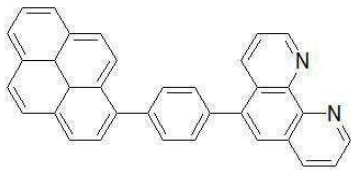


NC-20

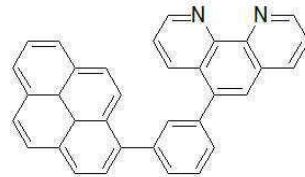


NC-21

[0081]

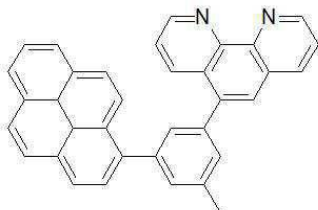


NC-22

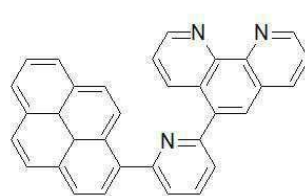


NC-23

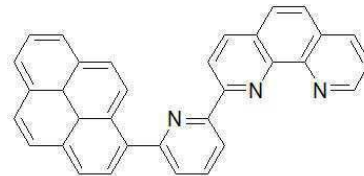
[0082]



NC-24

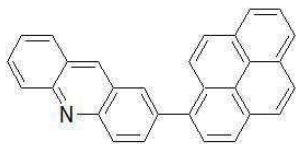


NC-25

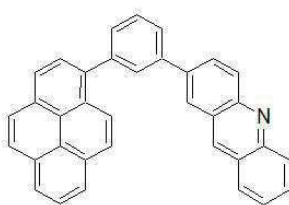


NC-26

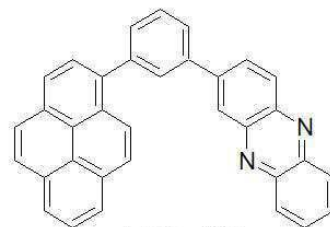
[0083]



NC-27

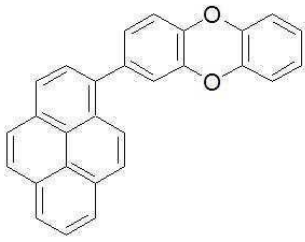


NC-28

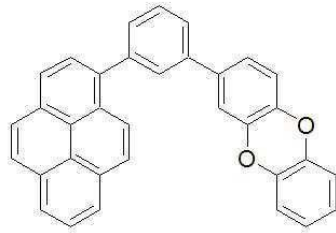


NC-29

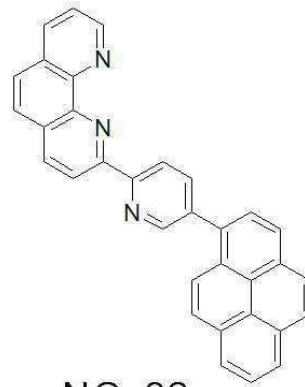
[0084]



NC-30

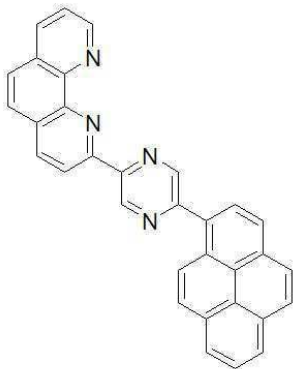


NC-31

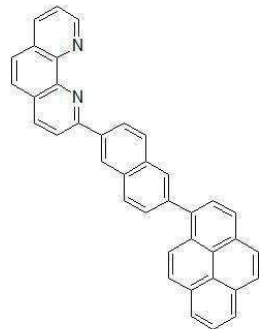


NC-32

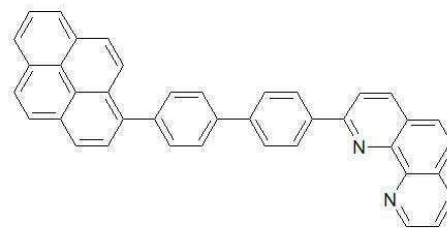
[0085]



NC-33

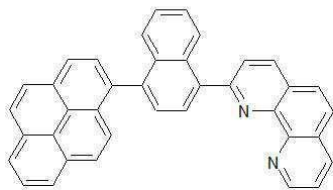


NC-34

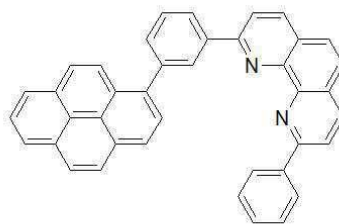


NC-35

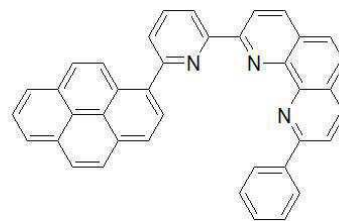
[0086]



NC-36

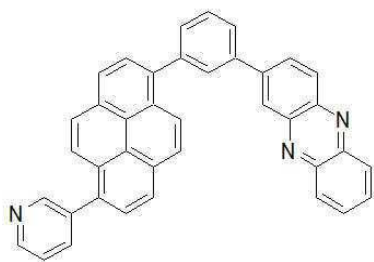


NC-37

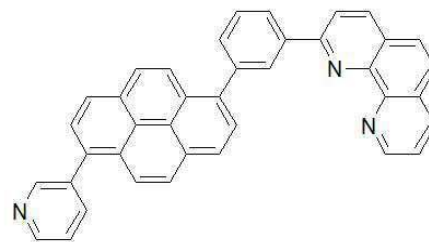


NC-38

[0087]

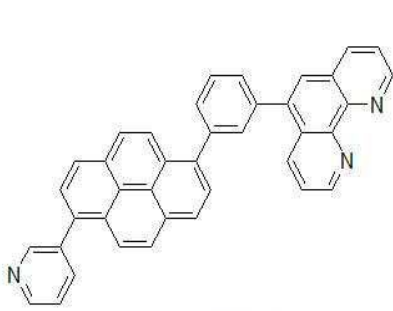


NC-39

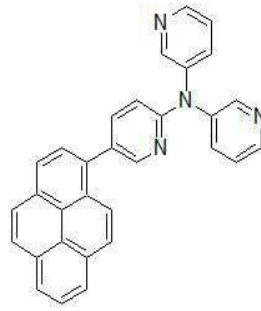


NC-40

[0088]

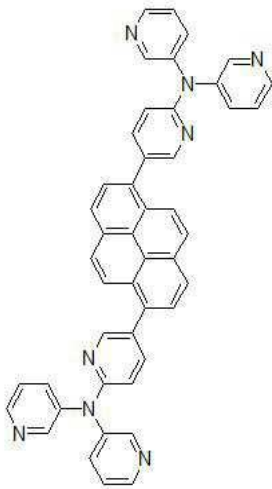


NC-41

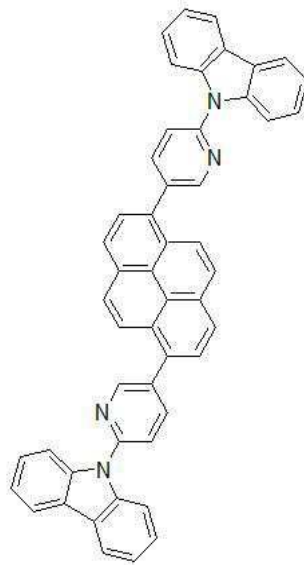


NC-42

[0089]



NC-43



NC-44

[0090]

[0091]

또한, N형 전하생성층(160N)의 하나의 호스트가 전술한 파이렌 화합물로 이루어진 경우, 나머지 하나의 호스트는 전자수송층 재료로 이루어지며 예를 들어 Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), Bphen, PBD, TAZ, spiro-PBD, BA1q 및 SA1q로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 또한, 상기 파이렌 화합물은 전자수송층 재료로 적용하는 것도 가능하다. 전자수송층 재료로 적용할 경우 파이렌 화합물에 존재하는  $\pi$ 결합에 의해 전자 양이 다른 전자수송층 재료보다 많으므로, 전자 주입이나 전자 이동이 더 용이할 수 있다.

[0092]

N형 전하생성층(160N)에 포함될 둘 이상의 호스트 즉 제1 호스트의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital: 최저비점유분자궤도) 레벨과 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital: 최고점유분자궤도) 레벨은 제2 호스트의 LUMO 레벨과 HOMO 레벨에 각각 0.1eV 차이를 가진다. 이에 따라, N형 전하생성층(160N)에 여러 에너지 준위를 생성하게 되고 이러한 에너지 준위가 전자 주입의 통로로 작용하여 전자를 빠르게 주입한다. 따라서, 전자가 느끼는 에너지 장벽을 최소화하므로, 소자의 구동 전압을 낮출 수 있다.

[0093]

또한, 제1 호스트와 제2 호스트의 비율의 합 100%에 대해, 제1 호스트와 제2 호스트의 비율은 5 내지 95%로 이루어진다. 제1 호스트와 제2 호스트의 비율이 5 내지 95%이면, N형 전하생성층(160N)에 두 개의 에너지 준위를 생성하게 되어 전자 주입의 통로로 작용하여 전자를 빠르게 주입할 수 있게 된다. 예를 들어, 제1 호스트의 비율이 5%인 경우 제2 호스트의 비율이 95%로 이루어질 수 있다.

[0094]

N형 전하생성층(160N)의 두께는 50 내지 400Å으로 이루어진다. 이때, N형 전하생성층(160N)은 제1 호스트와 제2 호스트가 완전히 혼합된 단일층이거나, 제1 호스트만 존재하는 제1 층, 제1 호스트와 제2 호스트가 혼합된 제2 층 및 제2 호스트만 존재하는 제3 층으로 이루어진 다층일 수 있다. 여기서, N형 전하생성층(160N)이 단일층

인 경우, N형 전하생성층(160N)은 50 내지 400Å의 두께로 이루어진다. N형 전하생성층(160N)의 두께가 50Å 이상이면, N형 전하생성층(160N)에 두 개의 에너지 준위를 생성하게 되어 전자 주입의 통로로 작용하여 전자를 빠르게 주입할 수 있게 되고, N형 전하생성층(160N)의 두께가 400Å 이하이면, 소자의 두께가 두꺼워져 생기는 구동전압의 상승을 방지할 수 있다. 한편, N형 전하생성층(160N)이 다층인 경우, N형 전하생성층(160)의 제1 층과 제3 층은 각각 20 내지 100Å의 두께로 이루어지고, 제2 층은 10 내지 200Å의 두께로 이루어져, 구동전압이 상승되는 것을 방지하면서 전자 주입 특성을 향상시킬 수 있다. 특히, 제1 호스트와 제2 호스트가 혼합된 제2 층에서, 제1 호스트와 제2 호스트의 비율은 제1 층에서 제3 층으로 갈수록 어느 하나의 호스트의 비율이 점진적으로 증가하는 비율을 가질 수도 있다.

[0095] N형 전하생성층(160N)은 적어도 둘 이상의 호스트에 도펀트를 포함한다. 여기서 도펀트는 알칼리 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 또는 알칼리 토금속 화합물일 수 있다. 자세한 것은 상기 도펀트는 Li, Cs, K, Rb, Mg, Na, Ca, Sr, Eu 및 Yb로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다. 도펀트의 비율은 호스트 전체 100% 대비 1 내지 8%로 혼합된다. 여기서, 도펀트의 일함수(work function)는 2.5eV 이상인 것이 바람직하다.

[0096] 한편, P형 전하생성층(160P)은 금속 또는 P형이 도핑된 유기물질로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 금속은 Al, Cu, Fe, Pb, Zn, Au, Pt, W, In, Mo, Ni 및 Ti로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 둘 이상의 합금으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 P형이 도핑된 유기물질에 사용되는 P형 도펀트와 호스트의 물질은 통상적으로 사용되는 물질을 이용할 수 있다. 예를 들면, 상기 P형 도펀트는 2,3,5,6-테트라플루오르-7,7,8,8-테트라시아노퀴노디메탄(F4-TCNQ), 테트라시아노퀴노디메탄의 유도체, 요오드, FeCl<sub>3</sub>, FeF<sub>3</sub> 및 SbCl<sub>5</sub>으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다. 또한, 상기 호스트는 N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N-디페닐-벤지딘(NPB), N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1-비페닐-4,4'-디아민(TPD) 및 N,N',N'-테트라나프틸-벤지딘(TNB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다.

[0097] 한편, 상기 전하생성층(160) 상에 제2 정공주입층(170), 제2 정공수송층(180), 노란색 발광층(190), 제2 전자수송층(200) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제2 발광부(ST2)가 위치한다. 제2 정공주입층(170), 제2 정공수송층(180) 및 제2 전자수송층(200)은 전술한 제1 발광부(ST1)의 제1 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130) 및 제1 전자수송층(150)의 구성과 각각 동일하게 이루어질 수 있다.

[0098] 노란색 발광층(190)은 옐로그린(Yellow-Green)을 발광하는 발광층 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green)을 발광하는 발광층의 다층 구조로 이루어질 수 있다. 여기서 노란색 발광층(190)은 옐로그린(Yellow-Green) 발광층 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green)을 발광하는 발광층의 다층 구조를 포함한다. 본 실시예에서는 옐로그린을 발광하는 노란색 발광층의 단층 구조를 예로 설명한다. 노란색 발광층(190)은 CBP(4,4'-N,N'-dicarbazolebiphenyl) 또는 Balq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,08)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminium) 중 선택된 적어도 하나의 호스트에 옐로그린을 발광하는 인광 옐로그린 도펀트로 이루어질 수 있다.

[0099] 상기 전자주입층(210)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq<sub>3</sub>(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, Balq 또는 SALq를 사용할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 반면, 전자주입층(210)은 금속화합물로 이루어질 수 있으며, 금속화합물은 예를 들어 LiQ, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, FrF, BeF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, SrF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub> 및 RaF<sub>2</sub>로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 상기 전자주입층(210)의 두께는 1 내지 50nm일 수 있다. 여기서, 상기 전자주입층(210)의 두께가 1nm 이상이면, 전자주입 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 50nm 이하이면, 전자주입층(210)의 두께가 너무 두꺼워 전자의 이동을 향상시키기 위해 구동전압이 상승되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있다. 따라서, 전하생성층(160) 상에 제2 정공주입층(170), 제2 정공수송층(180), 노란색 발광층(190), 제2 전자수송층(200) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제2 발광부(ST2)를 구성한다.

[0100] 제2 발광부(ST2) 상에는 음극(220)이 위치한다. 상기 음극(220)은 전자 주입 전극으로, 일함수가 낮은 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다. 여기서, 음극(220)은 유기전계 발광소자가 전면 또는 양면발광구조일 경우, 빛을 투과할 수 있을 정도로 얇은 두께로 형성할 수 있으며, 유기전계발광소자가 배면발광구조일 경우, 빛을 반사시킬 수 있을 정도로 두껍게 형성할 수 있다.

[0101] 상기와 같이, 본 발명은 제1 발광부와 제2 발광부 사이에 전하생성층이 위치하되 N형 전하생성층을 파이렌 화합물로 사용함으로써, P형 전하생성층과 N형 전하생성층 간의 에너지 레벨 차이를 줄일 수 있는 이점이 있다.

[0102] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다. 하기에서는 전술한 제1 실시예와 동

일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호를 붙여 그 설명을 생략하기로 한다.

- [0103] 도 2를 참조하면, 본 발명의 유기전계발광소자(100)는 양극(110)과 음극(220) 사이에 위치하는 복수의 발광부들(ST1, ST2, ST3) 및 복수의 발광부들(ST1, ST2, ST3) 사이에 위치하는 제1 전하생성층(160)과 제2 전하생성층(230)을 포함한다. 본 실시예에서는 양극(110)과 음극(220) 사이에 3개의 발광부들이 위치하는 것으로 도시하고 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며 양극(110)과 음극(220) 사이에 4개 또는 그 이상의 발광부들을 포함할 수도 있다.
- [0104] 보다 자세하게, 제1 발광부(ST1)는 하나의 발광소자 단위를 이루는 것으로, 제1 발광층(140)을 포함한다. 제1 발광층(140)은 적색, 녹색 및 청색 중 어느 하나의 색을 발광할 수 있으며, 본 실시예에서는 청색(blue)을 발광하는 청색 발광층일 수 있다. 상기 제1 발광부(ST1)는 양극(110)과 제1 발광층(140) 사이에 제1 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130)을 더 포함한다. 그리고, 제1 발광부(ST1)는 제1 발광층(140) 상에 제1 전자수송층(150)을 더 포함한다. 따라서, 양극(110) 상에 제1 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130), 제1 발광층(140) 및 제1 전자수송층(150)을 포함하는 제1 발광부(ST1)를 구성한다.
- [0105] 상기 제1 발광부(ST1) 상에 제1 전하생성층(160)이 위치한다. 제1 전하생성층(160)은 N형 전하생성층(160N)과 P형 전하생성층(160P)이 접합된 PN접합 전하생성층으로, 전하를 생성하거나 정공 및 전자로 분리하여 상기 각 발광층에 전하를 주입한다. 여기서, N형 전하생성층(160N)은 적어도 둘 이상의 호스트와 도펀트로 이루어져, 여러 에너지 준위를 형성하게 된다. 여러 에너지 준위는 P형 전하생성층(160P)에서 N형 전하생성층(160N)으로 주입될 수 있는 전자의 이동 경로로 작용하므로, P형 전하생성층(160P)과 N형 전하생성층(160N) 사이의 에너지 장벽을 낮추게 된다. 따라서, 상기 제1 발광층(140)으로 전자가 빠르게 이동할 수 있으므로, 유기전계발광소자의 전자의 주입 능력을 향상시킬 수 있으며, 구동 전압을 낮출 수 있다. 상기 P형 전하생성층(160P)은 전술한 제1 실시예와 동일하게 구성된다.
- [0106] 한편, 상기 제1 전하생성층(160) 상에 제2 발광층(190)을 포함하는 제2 발광부(ST2)가 위치한다. 제2 발광층(190)은 적색, 녹색 및 청색 중 하나의 색을 발광할 수 있으며, 예를 들어 본 실시예에서는 노란색(yellow)을 발광하는 노란색 발광층일 수 있다. 노란색 발광층은 옐로그린(yellow-green)을 발광하는 발광층 또는 옐로그린 발광층과 그린(green)을 발광하는 발광층의 다층 구조로 이루어질 수 있다. 상기 제2 발광부(ST2)는 제1 전하생성층(160)과 상기 제2 발광층(190) 사이에 제2 정공주입층(170) 및 제2 정공수송층(180)을 더 포함하고, 제2 발광층(190) 상에 제2 전자수송층(200)을 더 포함한다. 따라서, 제1 전하생성층(160) 상에 제2 정공주입층(170), 제2 정공수송층(180), 제2 발광층(190) 및 제2 전자수송층(200)을 포함하는 제2 발광부(ST2)를 구성한다.
- [0107] 상기 제2 발광부(ST2) 상에 제2 전하생성층(230)이 위치한다. 제2 전하생성층(230)은 N형 전하생성층(230N)과 P형 전하생성층(230P)이 접합된 PN접합 전하생성층으로, 전하를 생성하거나 정공 및 전자로 분리하여 상기 각 발광층에 전하를 주입한다. 여기서, N형 전하생성층(230N)은 제1 전하생성층(160)의 N형 전하생성층(160N)과 동일하게 이루어지므로 설명을 생략한다. 또한, 상기 P형 전하생성층(230P)도 전술한 제1 전하생성층(160)의 P형 전하생성층(160P)과 동일하게 구성된다.
- [0108] 한편, 상기 제2 전하생성층(230) 상에 제3 발광층(250)을 포함하는 제3 발광부(ST3)가 위치한다. 제3 발광층(250)은 적색, 녹색 및 청색 중 하나의 색을 발광할 수 있으며, 예를 들어 본 실시예에서는 청색(blue)을 발광하는 청색 발광층일 수 있다. 상기 청색 발광층은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Dark Blue) 발광층 또는 스카이블루(Sky Blue) 발광층 중 하나를 포함한다. 상기 제3 발광부(ST3)는 제2 전하생성층(230)과 상기 제3 발광층(250) 사이에 제3 정공수송층(240)을 더 포함하고, 제3 발광층(250) 상에 제3 전자수송층(260)과 전자주입층(210)을 더 포함한다. 따라서, 제2 전하생성층(230) 상에 제3 정공수송층(240), 제3 발광층(250), 제3 전자수송층(260) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제3 발광부(ST3)를 구성한다. 제3 발광부(ST3) 상에는 음극(220)이 구비되어 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 구성한다.
- [0109] 상기 N형 전하생성층(160N, 230N)은 적어도 둘 이상의 호스트와 도펀트로 이루어져, 여러 에너지 준위를 형성하게 된다. 여러 에너지 준위는 P형 전하생성층(160P, 230P)에서 N형 전하생성층(160N, 230N)으로 주입될 수 있는 전자의 이동 경로로 작용하므로, P형 전하생성층(160P, 230P)과 N형 전하생성층(160N, 230N) 사이의 에너지 장벽을 낮추게 된다. 따라서, 상기 제1 발광층(140) 또는 상기 제2 발광층(190)으로 전자가 빠르게 이동할 수 있으므로, 유기전계발광소자의 전자의 주입 능력을 향상시킬 수 있으며, 구동 전압을 낮출 수 있다.
- [0110] 전술한 도 2의 유기전계발광소자는 N형 전하생성층들(160N, 230N)이 모두 둘 이상의 호스트와 도펀트가 혼합되고 이 중 적어도 하나의 호스트는 파이렌 화합물로 이루어진 것으로 도시하고 설명하였다. 그러나, 이에 한정되



지 않으며, 제1 전하생성층과 제2 전하생성층 중 어느 하나의 N형 전하생성층에만 둘 이상의 호스트와 도펀트가 혼합되고 이 중 적어도 하나의 호스트는 파이렌 화합물로 이루어질 수 있다.

- [0111] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자의 에너지밴드 다이어그램이다.
- [0112] 도 3을 참조하면, 전술한 바와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 N형 전하생성층(N-CGL)에 제1 호스트 및 제2 호스트와 도펀트가 혼합한다. 이로 인해 N형 전하생성층(N-CGL)에 제1 호스트로부터 생성되는 에너지 준위(1), 제2 호스트로부터 생성되는 에너지 준위(2) 및 도펀트로부터 생성되는 에너지 준위(3)가 형성된다. 따라서, N형 전하생성층(N-CGL)에 에너지 준위를 다양하게 형성함으로써 전자가 주입될 수 있는 이동경로를 늘려주고 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮추어 전자 주입을 용이하게 하는 효과가 있다.
- [0113] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 전자 주입을 원활하게 함으로써, 전자수송층으로의 전자 주입이 늘어나므로 음극으로부터 주입되는 다량의 정공과의 균형을 이룰 수 있는 효과가 있다.
- [0114] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮춤으로써 소자의 구동 전압을 낮출 수 있는 효과가 있다.
- [0115] 또한, 여러 에너지 준위를 통해 원활하게 주입된 전자는 차지 균형(charge balance)을 이루게 되어 효율이 최적화 되며, 고전류 영역에서 발광효율이 감소하는 롤오프(roll-off) 현상을 낮출 수 있다.
- [0116] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트 중 하나는 파이렌 화합물의 전하생성 화합물을 적용함으로써, 상기 파이렌 화합물의 치환기가 파이렌과 나란한 위치에 있지 않으므로, 상기 파이렌 화합물과 N형 전하생성층에 포함된 도펀트와의 결합을 강하게 한다. 이로 인해 전자 주입이나 전자 이동을 용이하게 할 수 있으며, 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킬 수 있다.
- [0117] 또한, N형 전하생성층(N-CGL)에 포함된 도펀트인 알칼리 금속과의 공증착(co-deposition)으로 여러 에너지 준위를 형성하여 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킨다. 따라서, 발광층의 효율을 향상시켜, 발광효율이 우수하고 구동전압을 낮출 수 있는 유기전계발광소자를 구현할 수 있다.

[0118] 이하, 본 발명의 파이렌 화합물을 포함하는 유기전계발광소자를 제작한 실시예를 개시한다. 아래의 전하생성층들의 두께나 형성 조건 등이 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0119] **실험 1 : 청색 발광부와 노란색 발광부를 구비한 유기전계발광소자**

[0120] <비교예 1>

[0121] ITO 기판 상에 청색 발광층을 포함하는 제1 발광부, P형 전하생성층, N형 전하생성층 노란색 발광층을 포함하는 제2 발광부를 형성하고, 음극을 형성하여 유기전계발광소자를 제조하였다. 여기서, N형 전하생성층은 페난쓰롤린(Phenanthroline) 화합물 호스트에 Li를 2%로 도핑하여 100Å의 두께로 형성하였다.

[0122] <실시예 1>

[0123] 전술한 비교예 1과 동일한 구성으로, N형 전하생성층의 호스트를 화합물 NC-20과 페난쓰롤린(Phenanthroline) 화합물로 형성하고 도펀트로 Li를 2%로 도핑한 것만을 달리하여 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0124] 상기 비교예 1 및 실시예 1에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압, 발광효율 및 양자효율을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다. 또한, 구동전압에 따른 전류밀도를 측정하여 도 4에 나타내었고, 발광 스펙트럼을 측정하여 도 5에 나타내었으며, 휘도에 따른 양자효율을 측정하여 도 6에 나타내었다. (이때, 소자는 @10mA/cm<sup>2</sup>에서 구동하였다.)

**표 1**

비교예 1	구동전압(V)	발광효율(Cd/A)	양자효율(%)
비교예 1	7.7	78.4	29.4
실시예 1	7.4	80.1	29.9

[0126] 상기 표 1 및 도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1의 구동전압이 비교예 1에 비하여 0.3V 낮아졌음을

알 수 있다. 또한, 표 1에 나타난 바와 같이, 발광효율은 비교예 1과 비교하여 1.7Cd/A 증가하였음을 알 수 있다. 그리고, 표 1 및 도 6에 나타난 바와 같이, 양자효율은 비교예 1과 비교하여 0.5% 증가하였음을 알 수 있다. 도 5에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1은 노란색을 발광하는 520 내지 590nm의 파장에서 비교예 1과 비교하여 발광세기가 증가하였음을 알 수 있다.

[0127] 실험 2 : 청색 발광부, 노란색 발광부, 청색 발광부를 구비한 유기전계발광소자.

[0128] <비교예 2>

[0129] ITO 기판 상에 청색 발광층을 포함하는 제1 발광부, P형 전하생성층, N형 전하생성층, 노란색 발광층을 포함하는 제2 발광부, P형 전하생성층, N형 전하생성층, 청색 발광층을 포함하는 제3 발광부 및 음극을 형성하여 유기전계발광소자를 제조하였다. 여기서, 각 N형 전하생성층들은 Bphen 호스트에 Li를 2%로 도핑하여 100Å의 두께로 형성하였다.

[0130] <비교예 3>

[0131] 전술한 비교예 2와 동일한 구성으로, N형 전하생성층들의 호스트로 Bphen과 페난쓰롤린(Phenanthroline) 화합물을 혼합하여 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0132] <실시예 2>

[0133] 전술한 비교예 2와 동일한 구성으로, N형 전하생성층들의 호스트를 화합물 NC-20과 페난쓰롤린(Phenanthroline) 화합물로 형성하고 도펀트로 Li를 2%로 도핑하여 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0134] 상기 비교예 2, 3 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압, 발광효율 및 양자효율을 측정하여 하기 표 2에 나타내었다. 또한, 구동전압에 따른 전류밀도를 측정하여 도 7에 나타내었고, 유기전계발광소자의 휘도에 따른 양자효율을 측정하여 도 8에 나타내었다. 또한, 비교예 2 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광 스펙트럼을 측정하여 도 9에 나타내었고, 비교예 3 및 실시예 2에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광스펙트럼을 측정하여 도 10에 나타내었다.

표 2

	구동전압(V)	발광효율(Cd/A)	양자효율(%)
비교예 2	13.9	77.4	34.1
비교예 3	12.1	88.0	37.6
실시예 2	12.7	88.4	38.9

[0136] 상기 표 2, 도 7 내지 10을 참조하면, 본 발명의 실시예 2의 소자는 비교예 2 및 3의 소자보다 구동전압이 낮아졌으며, 발광효율과 양자효율이 향상되었다.

[0137] 상기 표 2 및 도 7에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 2의 구동전압이 비교예 2에 비하여 1.2V 감소하였음을 알 수 있다. 또한, 표 2에 나타난 바와 같이, 실시예 2의 발광효율은 비교예 2와 비교예 3과 비교하여 0.4Cd/A 내지 11.0Cd/A 증가하였음을 알 수 있다. 그리고, 표 2 및 도 9에 나타난 바와 같이, 양자효율은 비교예 2와 비교예 3과 비교하여 실시예 2가 1.3% 내지 4.8% 증가하였음을 알 수 있다.

[0138] 도 9와 도 10에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 2는 청색을 발광하는 440nm 내지 480nm의 파장에서 비교예 2와 비교예 3과 비교하여 발광세기가 증가하였음을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 2는 황색-녹색을 발광하는 520nm 내지 590nm의 파장에서 비교예 2와 비교예 3과 비교하여 발광세기가 증가하였음을 알 수 있다.

[0139] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 N형 전하생성층에 적어도 둘 이상의 호스트를 혼합한 구조를 도입하여 둘 이상의 호스트로부터 생성되는 에너지 준위를 다양화함으로써 전자가 주입될 수 있는 이동경로를 늘려주고 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮추어 전자 주입을 용이하게 하는 효과가 있다.

[0140] 또한, N형 전하생성층에 둘 이상의 호스트에 의해 전자 주입을 원활하게 함으로써, 전자수송층으로의 전자 주입이 늘어나므로 음극으로부터 주입되는 다량의 정공과의 균형을 이룰 수 있는 효과가 있다.

[0141] 또한, N형 전하생성층에 둘 이상의 호스트에 의해 전자가 느끼는 에너지 장벽을 낮춤으로써 소자의 구동 전압을

낮출 수 있는 효과가 있다.

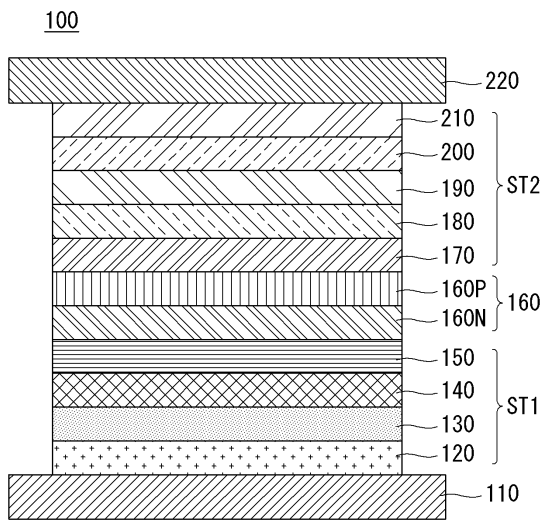
- [0142] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트에 의해 생성된 여러 에너지 준위를 통해 원활하게 주입된 전자는 차지 균형(charge balance)을 이루게 되어 효율이 최적화되며, 고전류 영역에서 발광효율이 감소하는 롤오프(roll-off) 현상을 낮출 수 있다.
- [0143] 또한, N형 전하생성층에 포함된 둘 이상의 호스트 중 하나는 파이렌 화합물의 전하생성 화합물을 적용함으로써, 상기 파이렌 화합물의 치환기가 파이렌과 나란한 위치에 있지 않으므로, 상기 파이렌 화합물과 N형 전하생성층에 포함된 도펀트와의 결합을 강하게 한다. 이로 인해 전자 주입이나 전자 이동을 용이하게 할 수 있으며, 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킬 수 있다.
- [0144] 또한, N형 전하생성층에 혼합된 도펀트인 알칼리 금속과의 공증착(co-deposition)으로 여러 에너지 준위를 형성하여 전자나 정공의 접합영역에서의 터널링 효과를 극대화시킨다. 따라서, 발광층의 효율을 향상시켜, 발광효율이 우수하고 구동전압을 낮출 수 있는 유기전계발광소자를 구현할 수 있다.
- [0145] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**부호의 설명**

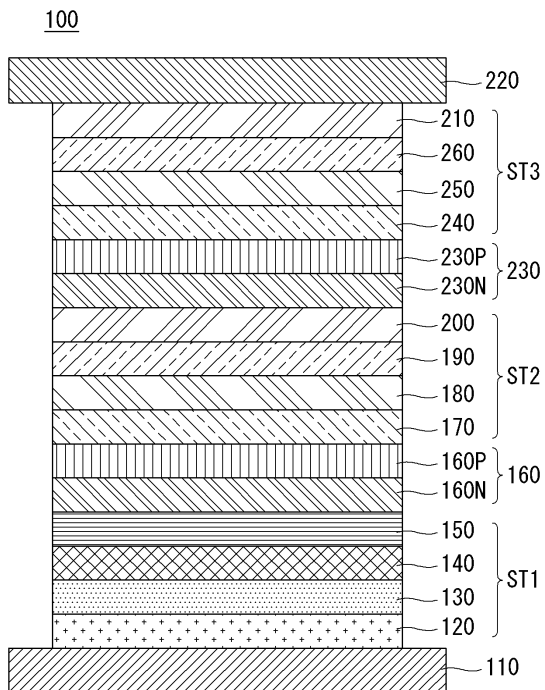
- [0146] 100 : 유기전계발광소자 110 : 양극
- 120 : 제1 정공주입층 130 : 제1 정공수송층
- 140 : 청색 발광층 150 : 제1 전자수송층
- 160 : 전하생성층 160N : N형 전하생성층
- 160P : P형 전하생성층 170 : 제2 정공주입층
- 180 : 제2 정공수송층 190 : 노란색 발광층
- 200 : 제2 전자수송층 210 : 전자주입층
- 220 : 음극

도면

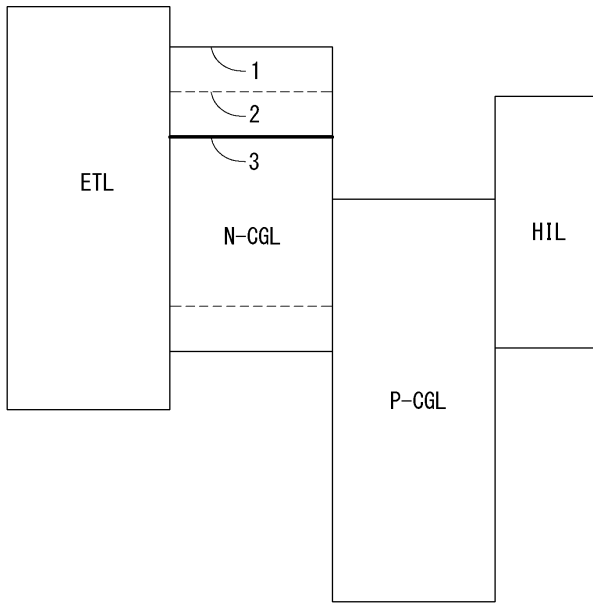
도면1



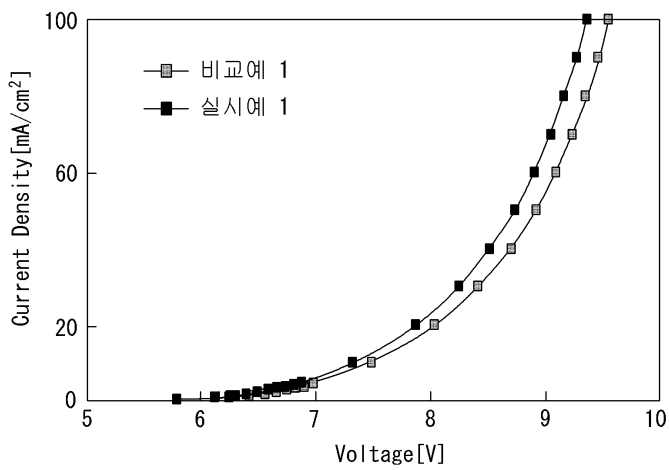
도면2



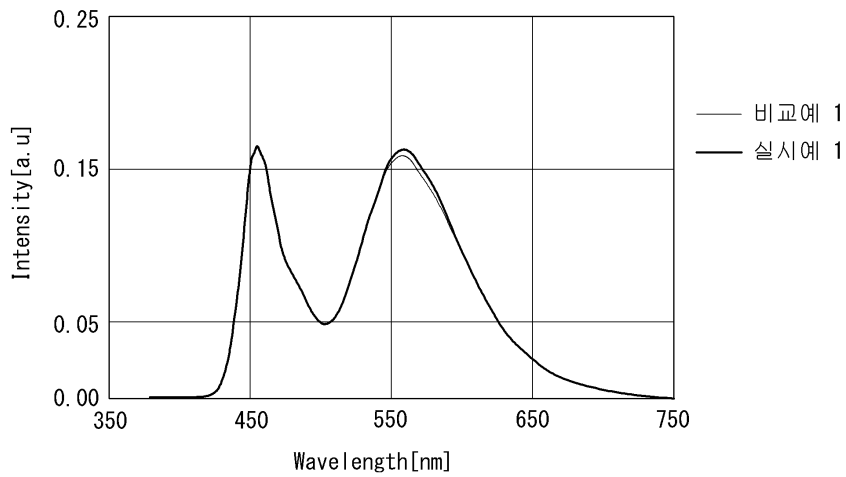
도면3



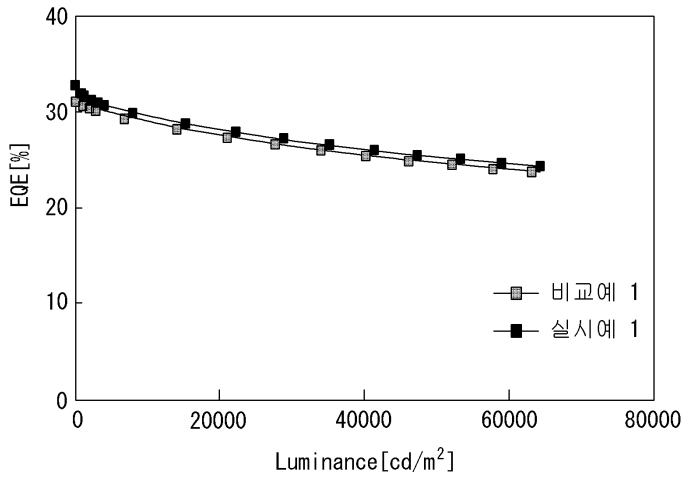
도면4



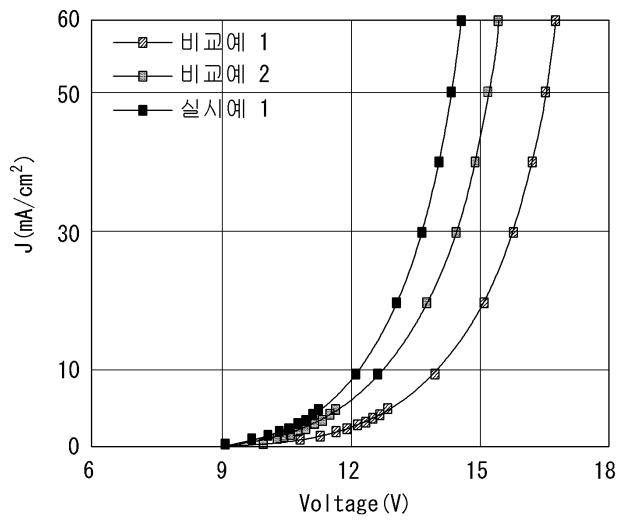
도면5



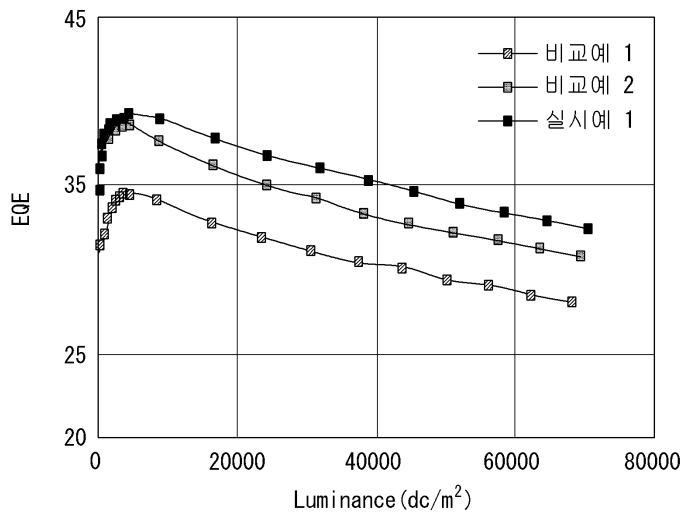
도면6



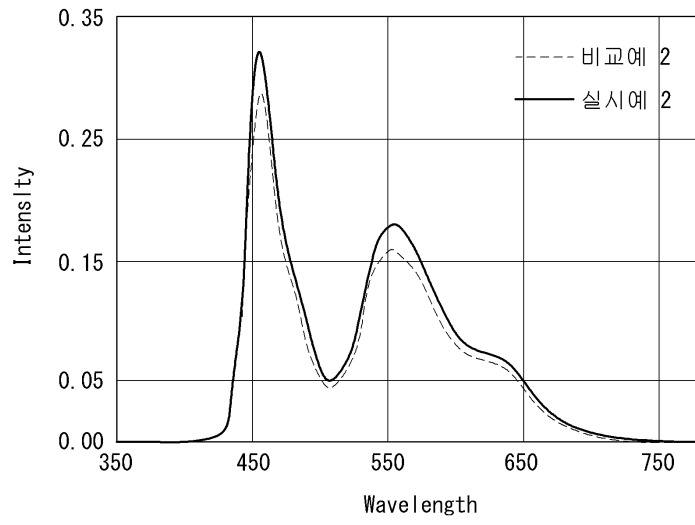
도면7



도면8



도면9



도면10

