



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월18일
(11) 등록번호 10-2523099
(24) 등록일자 2023년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) H10K 50/00 (2023.01)
H10K 50/80 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2022.01)
H10K 50/11 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2015-0086917
(22) 출원일자 2015년06월18일
심사청구일자 2020년05월11일
(65) 공개번호 10-2016-0150184
(43) 공개일자 2016년12월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007223928 A*
KR1020120046778 A*
KR1020160082067 A*
KR1020160108798 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
윤민
경기도 수원시 장안구 천천동 천천아파트 132동 1303호
윤승희
서울특별시 성북구 북악산로1길 26-16, 202호 (정릉동, 타워빌라)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 28 항

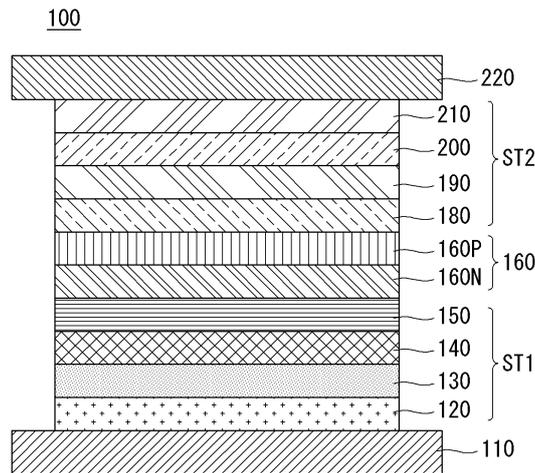
심사관 : 송이화

(54) 발명의 명칭 유기전계발광소자

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 적어도 하나의 유기물층과 발광층을 포함하는 적어도 하나 이상의 발광부, 및 상기 적어도 하나의 유기물층은 질소 원자를 포함하는 코어와 적어도 하나의 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H10K 50/16 (2023.02)

H10K 50/17 (2023.02)

H10K 50/19 (2023.02)

H10K 85/649 (2023.02)

H01L 2924/12044 (2013.01)

(72) 발명자

주성훈

경기도 파주시 교하읍 다율리 대원효성아파트 914
동 602호

유선근

경기도 군포시 산본천로 33, 715동 1201호 (
산본동, 주공7단지우륵아파트)

김효석

대전광역시 유성구 지족북로 8 (지족동) 지족북로
60, 201동 2503호 (한화꿈에그린)

강혜승

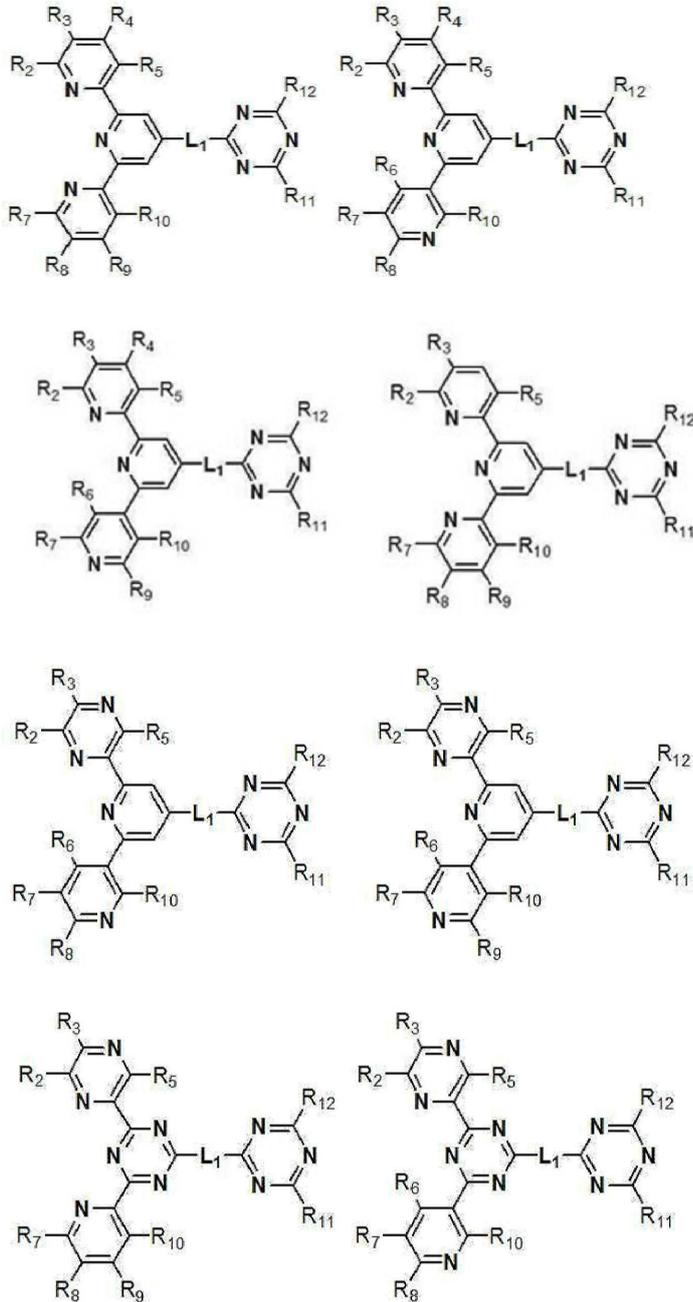
서울특별시 동대문구 한천로55길 9 (이문동, 삼익
아파트) 101동 203호

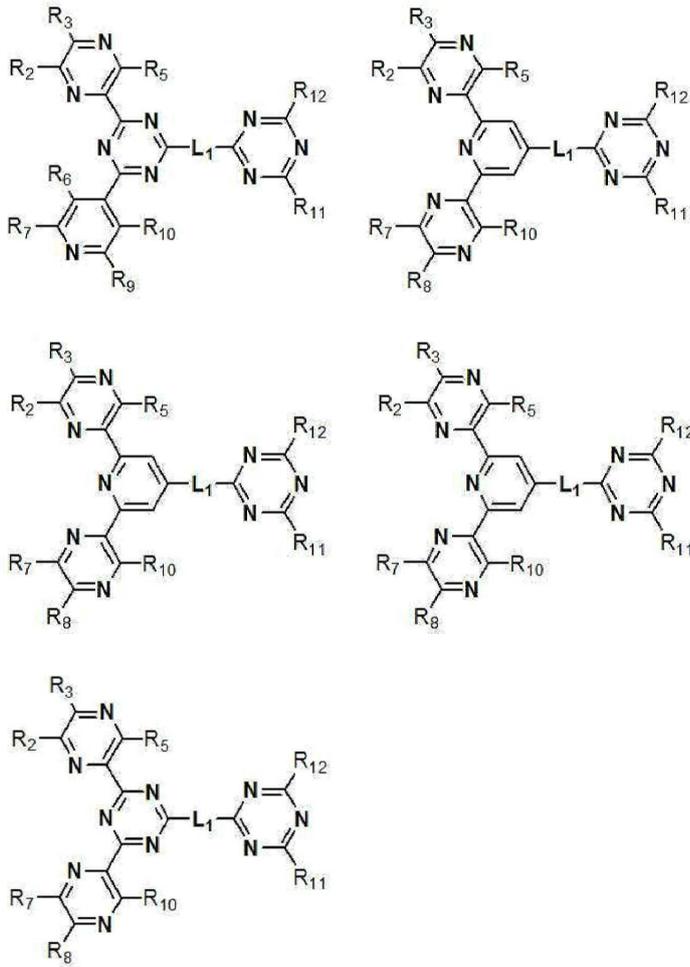
명세서

청구범위

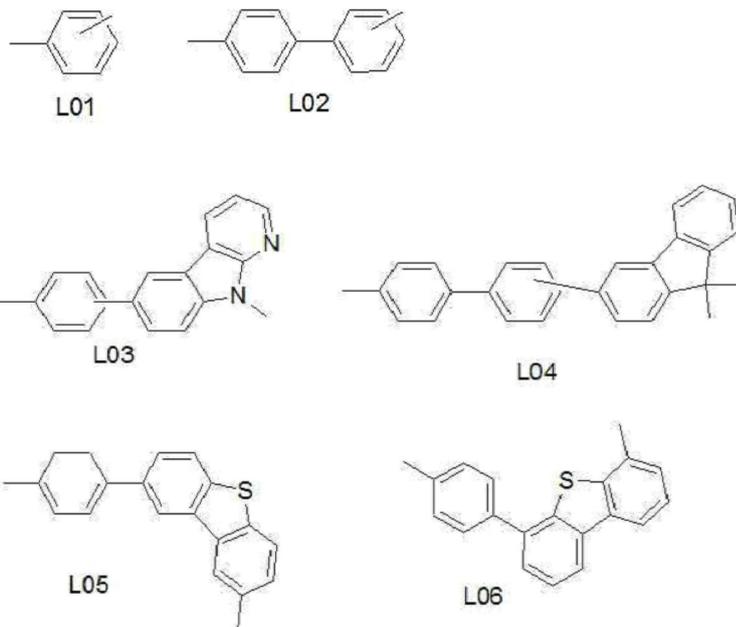
청구항 1

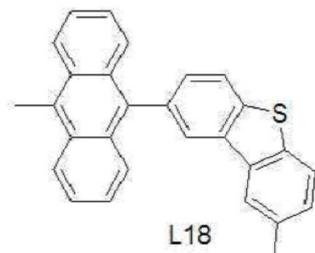
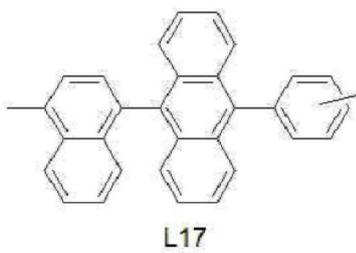
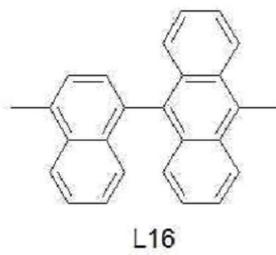
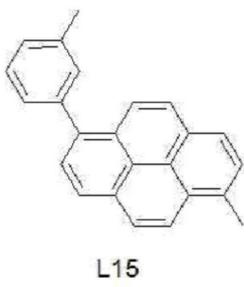
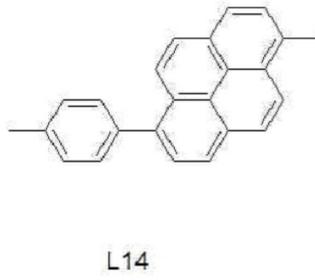
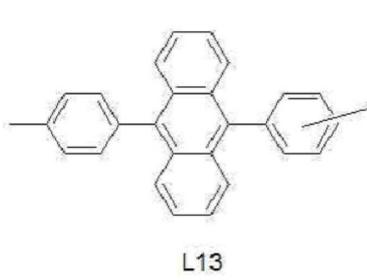
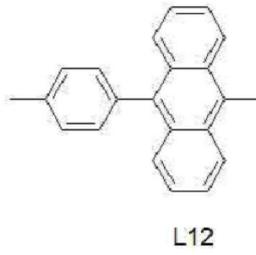
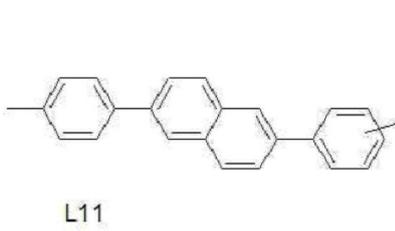
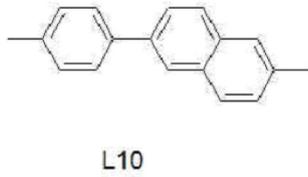
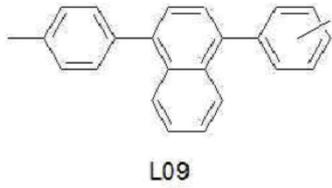
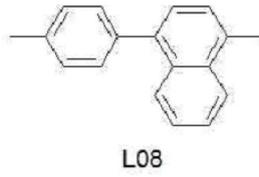
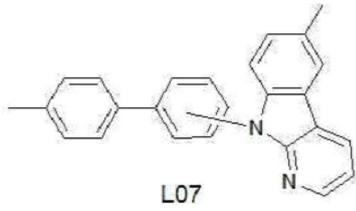
양극과 음극 사이에 위치하며, 적어도 하나의 유기물층과 발광층을 포함하는 적어도 하나 이상의 발광부; 및 상기 적어도 하나의 유기물층은 하기 표시되는 화합물 중 하나를 포함하는 유기전계발광소자.

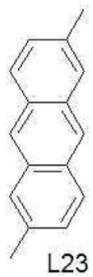
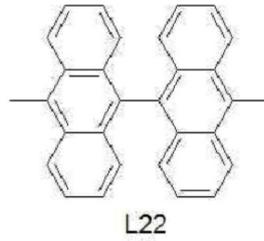
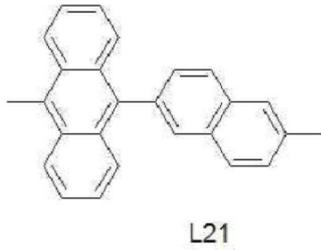
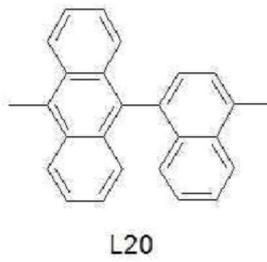
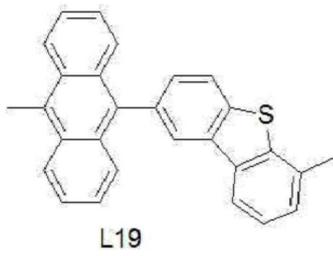




R₂ 내지 R₁₂는 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 3 내지 60의 헤테로 아릴기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 20의 알콕시기, 및 탄소수 1 내지 20의 아미노기 중에서 하나이고, L₁은 하기 표시되는 하나임.







청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 유기물층은 전자수송층 또는 전하생성층인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 발광부는 적어도 둘 이상의 발광부들을 포함하고, 상기 적어도 둘 이상의 발광부들 중 어느 하나는 청색을 발광하는 발광부이며 다른 하나는 옐로그린 또는 그린을 발광하는 발광부인 것을 특징으로

하는 유기전계발광소자.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 유기물층은 전자수송층이며, 상기 옐로그린 또는 그린을 발광하는 발광부에 포함되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

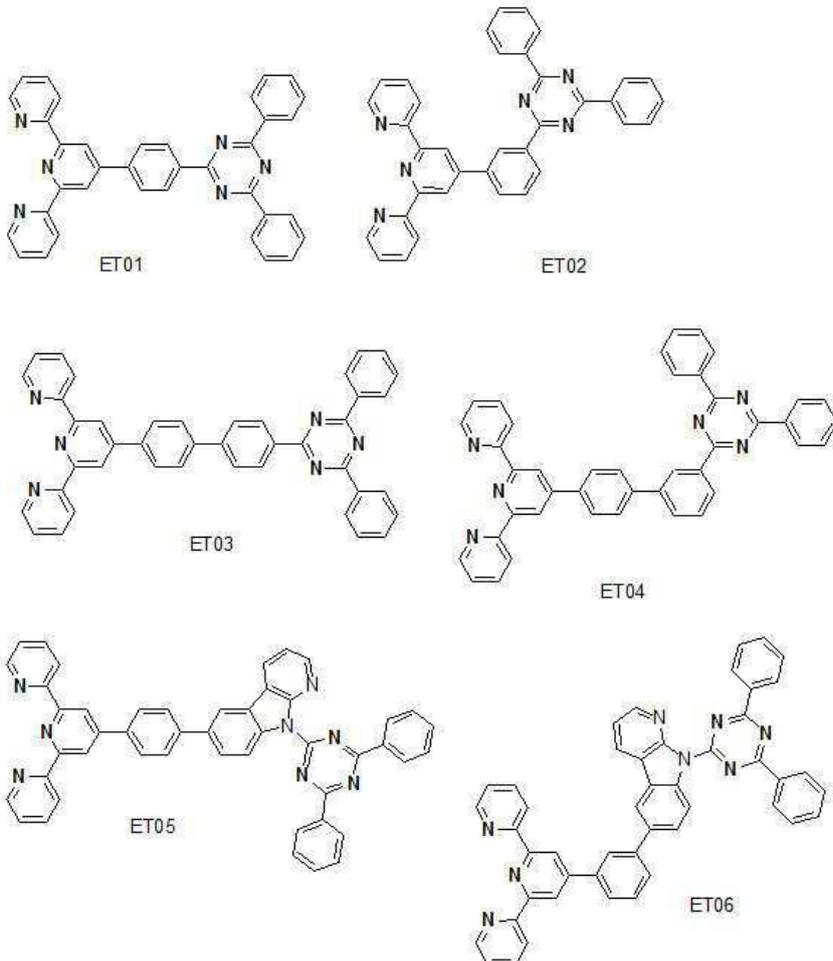
청구항 11

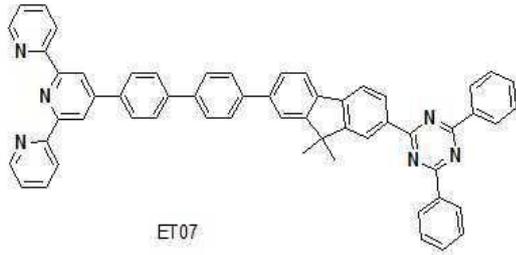
삭제

청구항 12

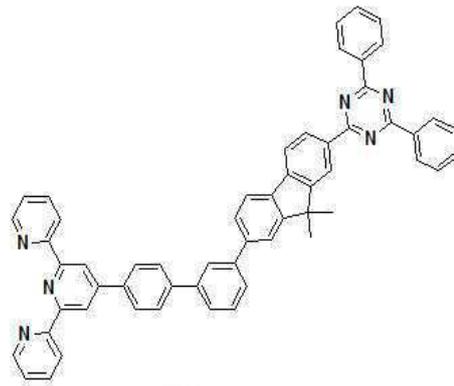
제1 항에 있어서,

상기 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

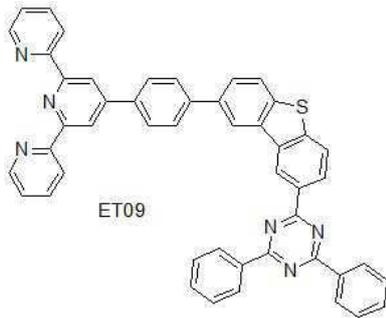




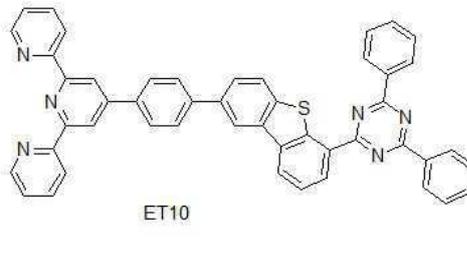
ET07



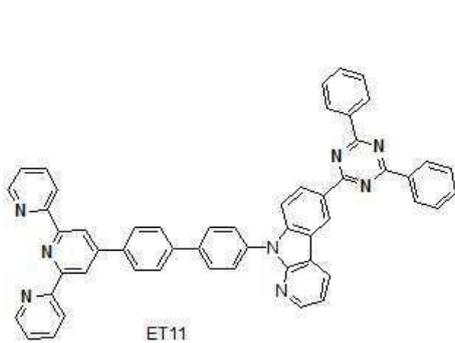
ET08



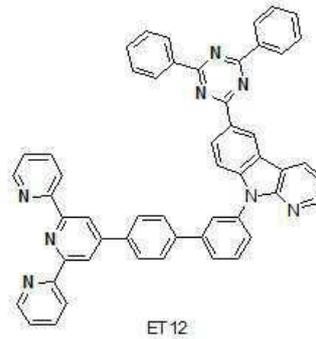
ET09



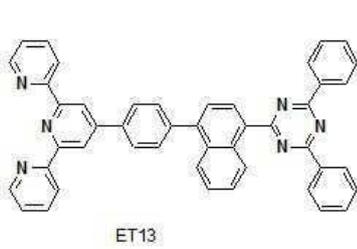
ET10



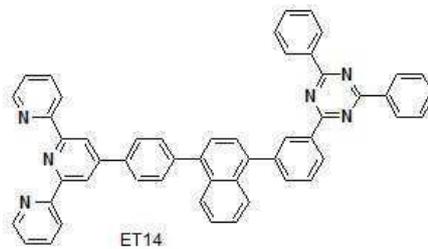
ET11



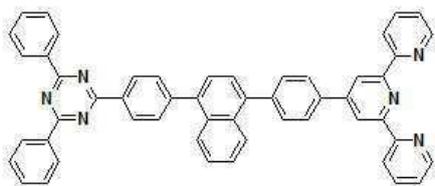
ET12



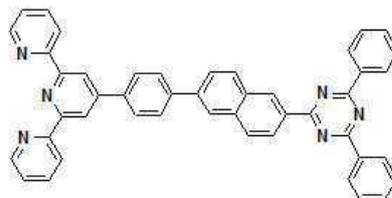
ET13



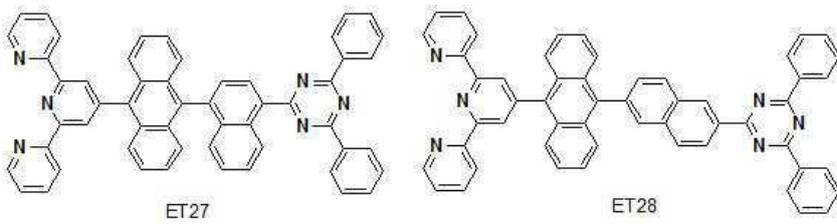
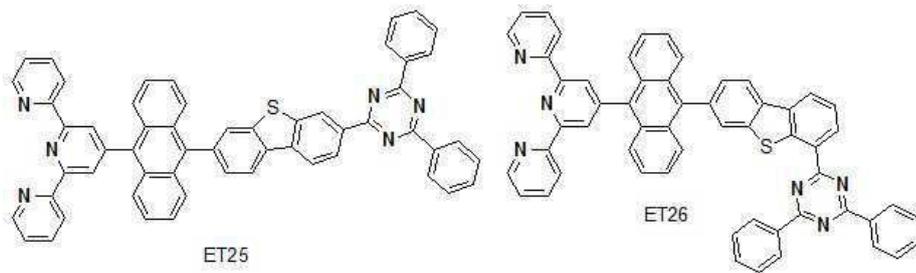
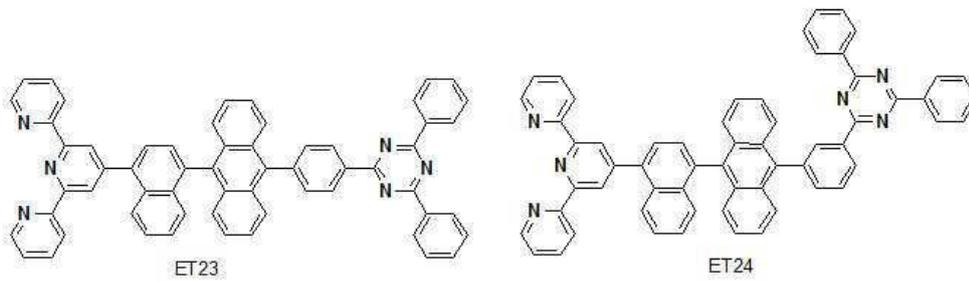
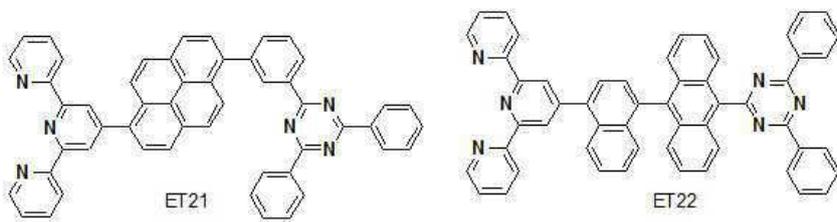
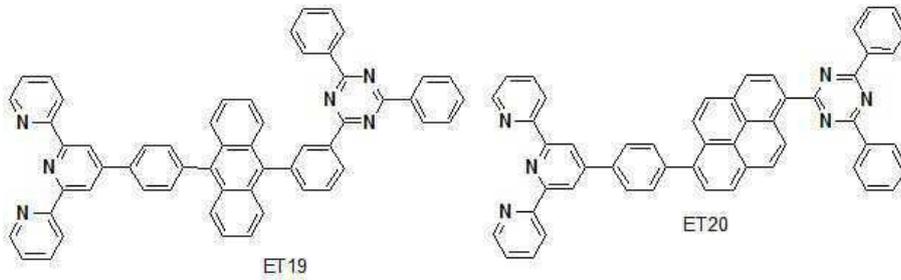
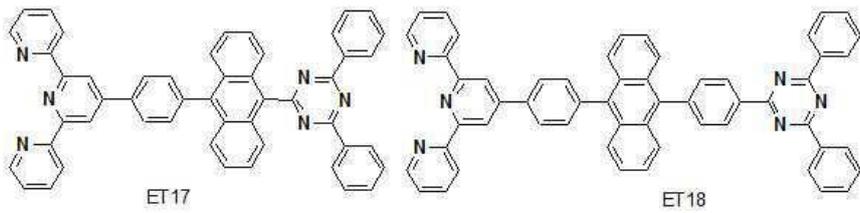
ET14

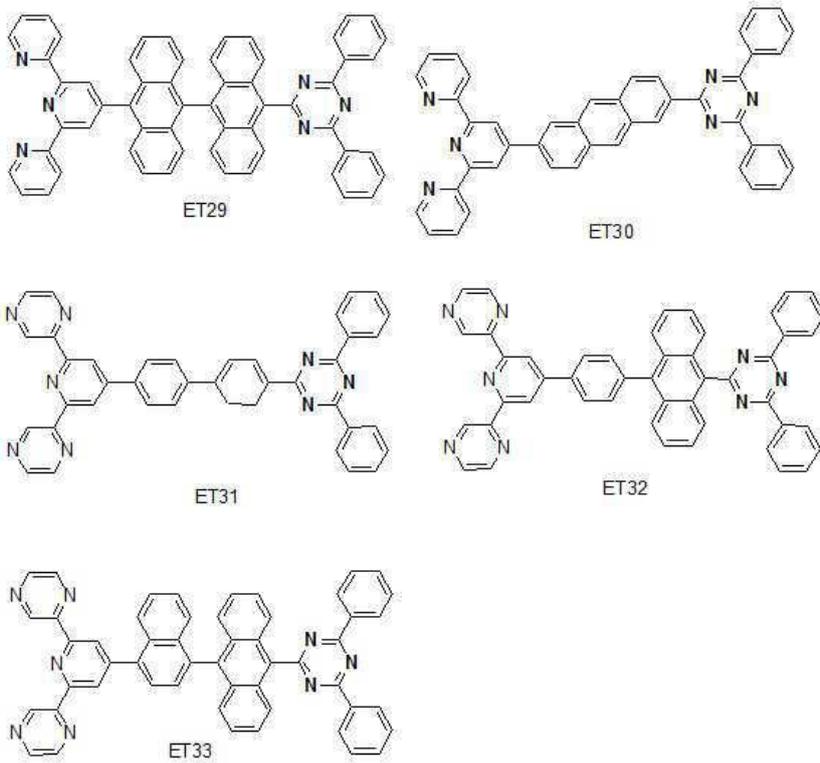


ET15



ET16





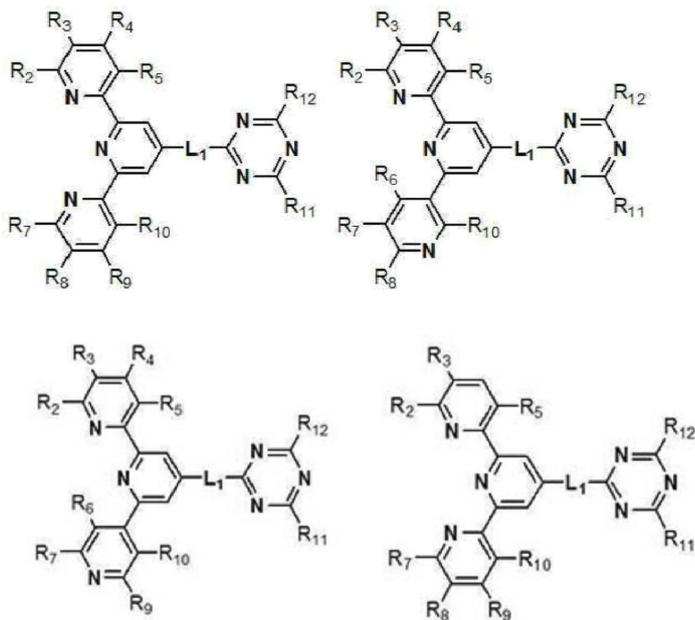
청구항 13

기관 상에 서로 대향된 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 및 제2 전극 사이에 위치하고 발광층을 포함하는 적어도 두 개 이상의 발광부들을 포함하는 유기전계발광소자에 있어서,

상기 발광부들 사이에 있는 전하 생성층을 포함하며,

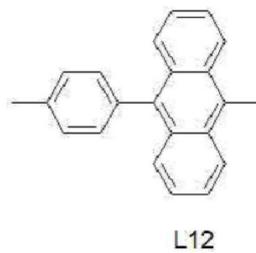
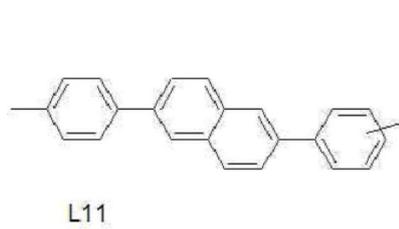
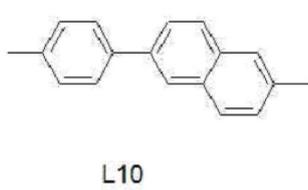
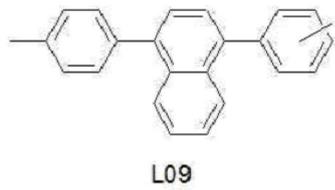
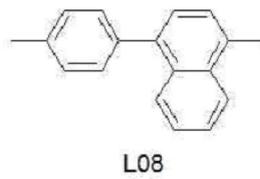
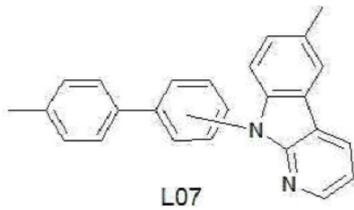
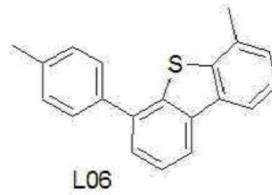
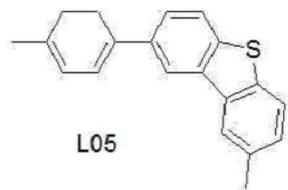
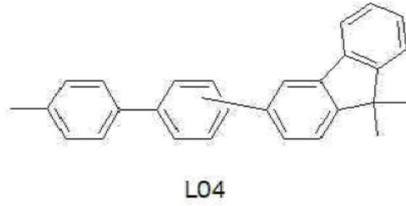
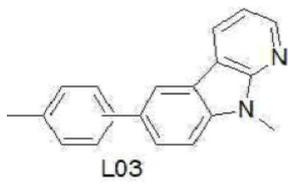
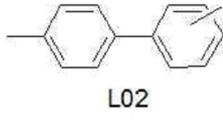
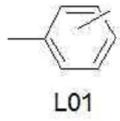
상기 발광부들은 전자수송층을 포함하며,

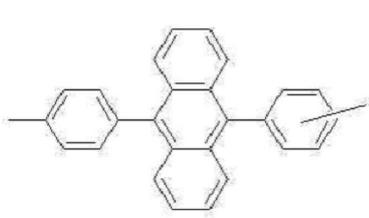
상기 전자수송층은 하기 표시되는 화합물 중 하나를 포함하는 유기전계발광소자.



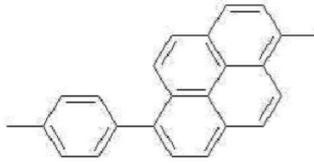
R₂ 내지 R₁₂는 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 치환 또는 치환되지

지 않은 탄소수 3 내지 60의 헤테로 아릴기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 20의 알콕시기, 및 탄소수 1 내지 20의 아미노기 중에서 하나이고, L₁은 하기 표시되는 하나임.





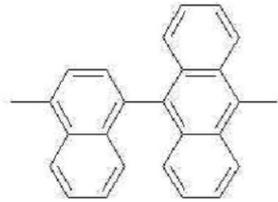
L13



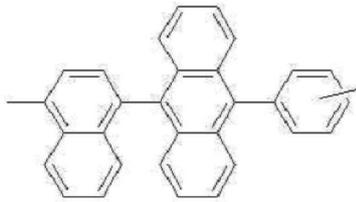
L14



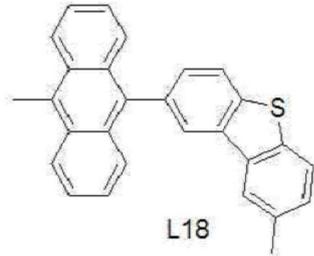
L15



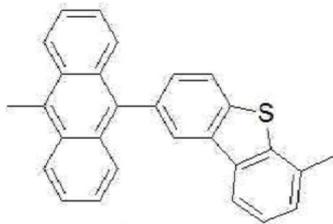
L16



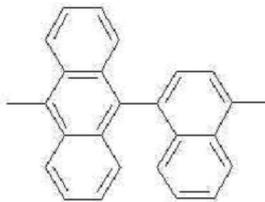
L17



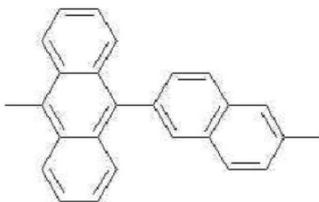
L18



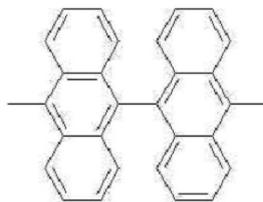
L19



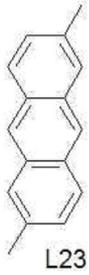
L20



L21



L22



청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 화합물을 포함하는 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자는, 상기 화합물을 포함하지 않은 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자에 비하여, 상기 제1 전극 방향으로의 전자 주입과 상기 제2 전극 방향으로의 정공 주입이 향상되어 구동 전압이 상대적으로 감소되고 수명이 상대적으로 향상된 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제13 항에 있어서,

상기 전하생성층은 상기 전자수송층과 동일한 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

청구항 21

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 발광부는 제1 발광층과 제1 전자수송층을 포함하는 제1 발광부와,

상기 제1 발광부와 상기 음극 사이에 위치하며, 제2 발광층과 제2 전자수송층을 포함하는 제2 발광부를 포함하고,

상기 적어도 하나의 유기물층은 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 제1 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 22

제21 항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층이고, 상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층 또는 그린 발광층인 유기전계발광소자.

청구항 23

제 22항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층 및 적색 발광층, 청색 발광층 및 옐로그린 발광층 또는 청색 발광층 및 녹색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 24

제22 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층, 그린 발광층, 옐로그린 발광층과 그린 발광층, 노란색 발광층과 적색 발광층, 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 25

제21 항에 있어서,

상기 제1 전자수송층, 상기 제2 전자수송층 및 상기 제1 N형 전하생성층 중 적어도 하나 이상은 상기 화합물을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 26

제21 항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 발광부는 상기 제2 발광부와 상기 음극 사이에 위치하며, 제3 발광층과 제3 전자수송층을 포함하는 제3 발광부를 더욱 포함하고,

상기 적어도 하나의 유기물층은 상기 제2 발광부와 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 27

제26 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층은 각각 청색 발광층이고, 상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층 또는 그린 발광층인 유기전계발광소자.

청구항 28

제27 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층은 각각 청색 발광층 및 적색 발광층, 청색 발광층 및 옐로그린 발광층 또는 청색 발광층 및 녹색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 29

제27 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층, 그린 발광층, 옐로그린 발광층과 그린 발광층, 노란색 발광층과 적색 발광층, 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 30

제26 항에 있어서,

상기 제1 전자수송층, 상기 제2 전자수송층, 상기 제3 전자수송층, 상기 제1 N형 전하생성층 및 상기 제2 N형 전하생성층 중 적어도 하나 이상은 상기 화합물을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 31

제13 항에 있어서,

상기 2개 이상의 발광부들은 제1 발광층과 제1 전자수송층을 포함하는 제1 발광부와,

상기 제1 발광부와 상기 제2 전극 사이에 위치하며, 제2 발광층과 제2 전자수송층을 포함하는 제2 발광부를 포함하고,

상기 전하 생성층은 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 위치하는 제1 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 32

제31 항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층이고, 상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층 또는 그린 발광층인 유기전계발광소자.

청구항 33

제32 항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층 및 적색 발광층, 청색 발광층 및 옐로그린 발광층 또는 청색 발광층 및 녹색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 34

제32 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층, 그린 발광층, 옐로그린 발광층과 그린 발광층, 노란색 발광층과 적색 발광층, 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 35

제31 항에 있어서,

상기 제1 전자수송층, 상기 제2 전자수송층 및 상기 제1 N형 전하생성층 중 적어도 하나 이상은 상기 화합물을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 36

제31 항에 있어서,

상기 2개 이상의 발광부들은 상기 제2 발광부와 상기 제 2전극 사이에 위치하며, 제3 발광층과 제3 전자수송층을 포함하는 제3 발광부를 더욱 포함하고,

상기 전하 생성층은 상기 제2 발광부와 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 37

제36 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층은 각각 청색 발광층이고, 상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층 또는 그린 발광층인 유기전계발광소자.

청구항 38

제37 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층은 각각 청색 발광층 및 적색 발광층, 청색 발광층 및 옐로그린 발광층 또는 청색 발광층 및 녹색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 39

제37 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 옐로그린 발광층, 그린 발광층, 옐로그린 발광층과 그린 발광층, 노란색 발광층과 적색 발광층, 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층으로 이루어지는 유기전계발광소자.

청구항 40

제36 항에 있어서,

상기 제1 전자수송층, 상기 제2 전자수송층, 상기 제3 전자수송층, 상기 제1 N형 전하생성층 및 상기 제2 N형 전하생성층 중 적어도 하나 이상은 상기 화합물을 포함하는 유기전계발광소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 자세하게는 구동전압을 낮추고 발광효율과 수명을 향상시킬 수 있는 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 표시장치에 대

한 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 백색 광이 구현된다. 제1 발광부와 제2 발광부 사이에는 발광층에서 발생하는 전류 효율을 배로 증가시키고, 전하 분배를 원활하게 해주는 전하생성층(charge generation layer)이 구비된다.

[0006] 그러나 전술한 다층 발광 구조의 소자는 각 발광부들의 구동 전압의 합보다 다층 발광 구조의 소자 전체의 구동 전압이 더 크거나, 단일층의 발광 소자 대비 소자의 효율 저하가 나타날 수 있다. 그리고, N형 전하생성층에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 도핑한 경우에 소자를 구동하면 N형 전하생성층에 도핑된 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 전자와 함께 이동하여 전자수송층으로 마이그레이션(migration)된다. 이에 따라, N형 전하생성층과 전자수송층 계면에 존재하는 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 증가하고, P형 전하생성층과 N형 전하생성층의 계면에 도핑된 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 줄어들게 됨으로써, 전자수송층으로 주입되는 전자의 양이 줄어들어 구동 전압이 점점 상승하게 되고 수명에도 영향을 미치는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 구동전압을 낮추고 발광효율과 수명을 향상시킬 수 있는 유기전계발광소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 위치하며, 적어도 하나의 유기물층과 발광층을 포함하는 적어도 하나 이상의 발광부, 및 상기 적어도 하나의 유기물층은 질소 원자를 포함하는 코어와 적어도 하나의 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 적어도 하나의 유기물층은 전자수송층 또는 전하생성층인 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 질소 원자를 포함하는 코어는 적어도 세 개의 질소 원자를 포함하며, 상기 적어도 세 개의 질소 원자 또는 상기 적어도 하나의 전기음성도가 상대적으로 높은 코어에 의해 상기 유기물층에서 상기 발광층으로 전자를 전달하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 질소 원자를 포함하는 코어는 트리아진 코어이고, 상기 전기음성도가 상대적으로 높은 코어는 터피리딘 코어인 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 화합물은 상기 질소 원자를 포함하는 코어와 상기 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 연결하는 방향족 고리 링크를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 방향족 고리 링크는 상기 질소 원자를 포함하는 코어와 상기 전기음성도가 상대적으로 높은 코어 사이의 전자의 균형을 유지하는 것을 특징으로 한다.

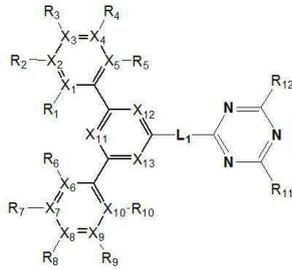
[0014] 상기 적어도 하나 이상의 발광부는 적어도 둘 이상의 발광부들을 포함하고, 상기 적어도 둘 이상의 발광부들 중

어느 하나는 청색을 발광하는 발광부이며 다른 하나는 옐로그린을 발광하는 발광부인 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 적어도 하나의 유기물층은 전자수송층이며, 상기 옐로그린을 발광하는 발광부에 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 한다.

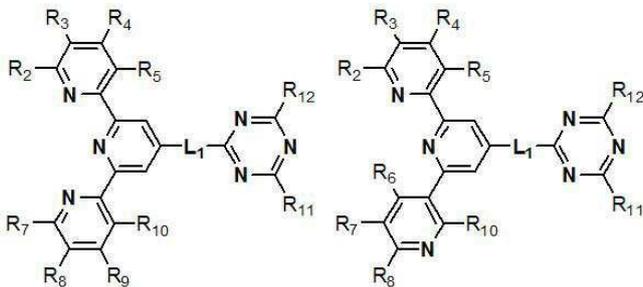
[0017] [화학식 1]



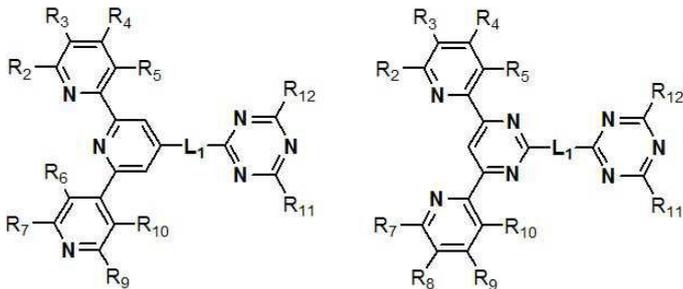
[0018]

[0019] 상기 화학식 1에서, X₁ 내지 X₅ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₆ 내지 X₁₀ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₁₁ 내지 X₁₃은 1 내지 3개의 N을 포함하고, N에 해당되지 않는 X₁ 내지 X₁₃ 중 적어도 하나는 C, O, N, S 및 Si 중에서 선택되며, L₁은 탄소수 5 내지 50의 방향족 고리화합물 중에서 선택되거나, N, S, O 및 Si 원자 중에서 1개 이상 포함되며 탄소수 3 내지 50의 이형고리화합물 중에서 선택되며, R₁ 내지 R₁₂는 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 3 내지 60의 헤테로 아릴기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 20의 알콕시기, 및 탄소수 1 내지 20의 아미노기 중에서 선택된다.

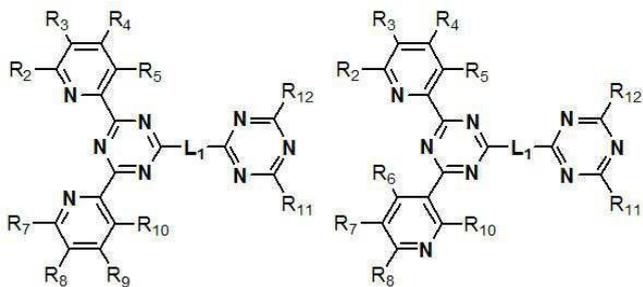
[0020] 상기 화합물은 하기 표시되는 화합물 중 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.



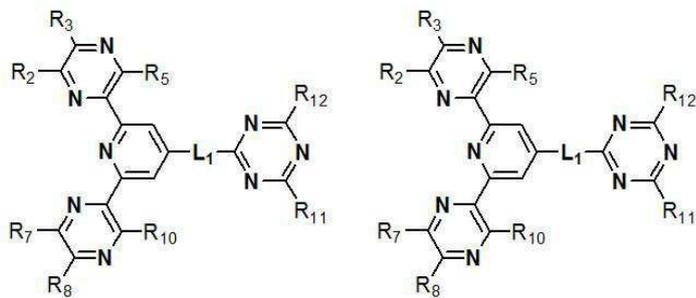
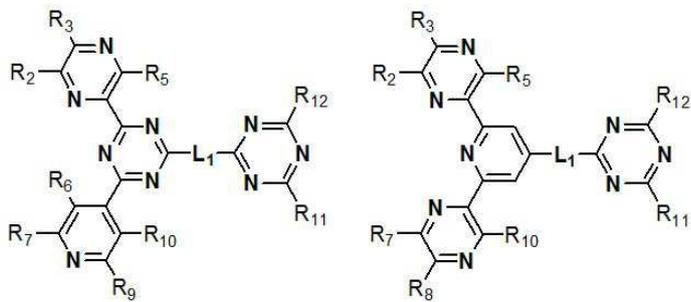
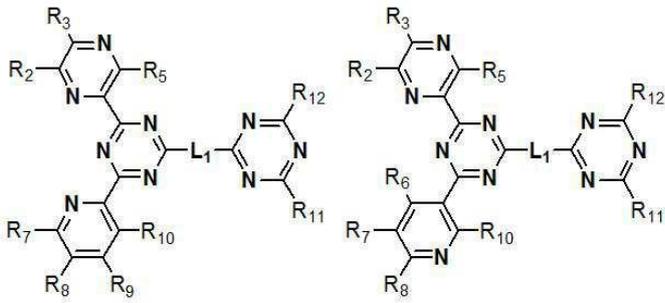
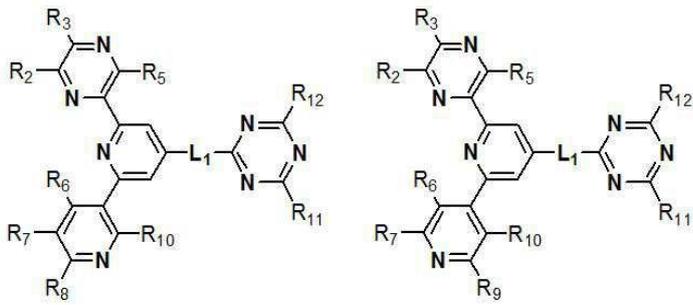
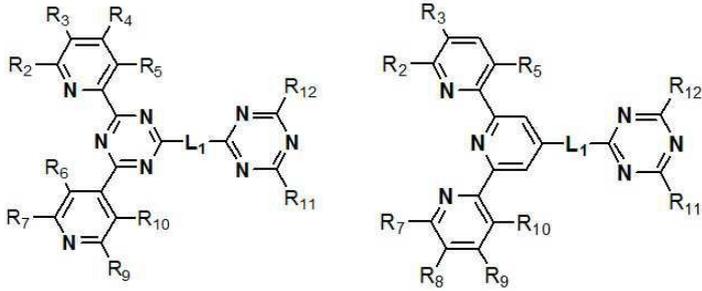
[0021]

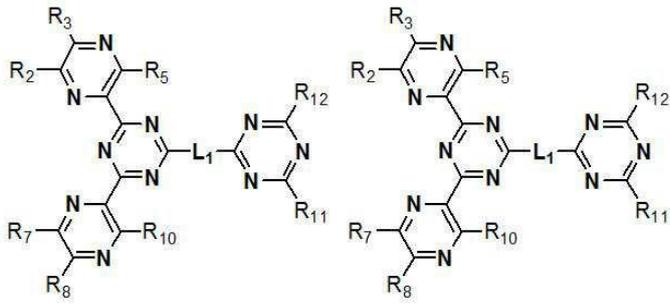


[0022]

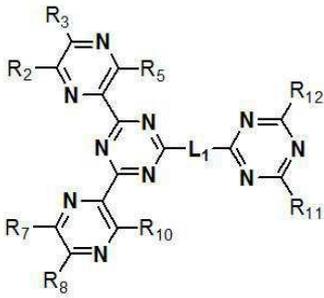


[0023]



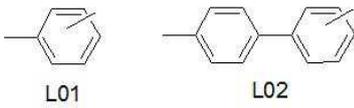


[0029]

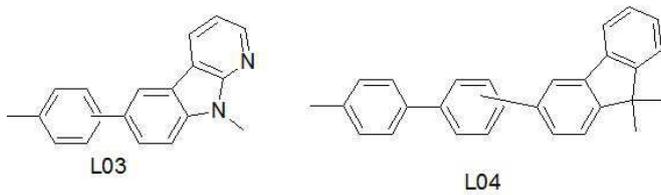


[0030]

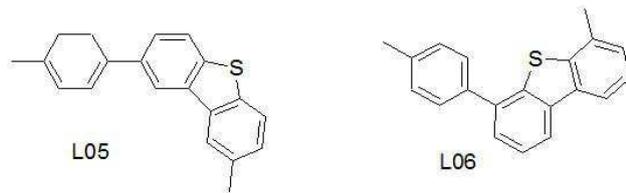
[0031] 상기 L₁은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.



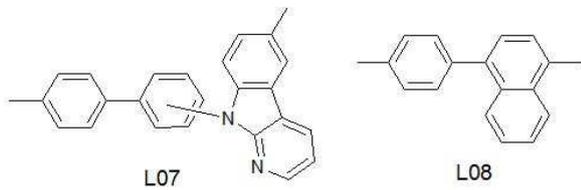
[0032]



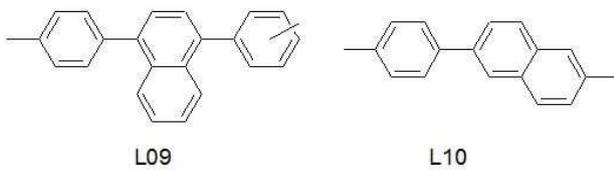
[0033]



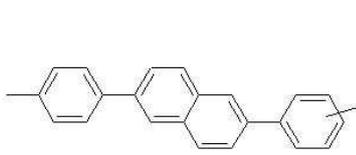
[0034]



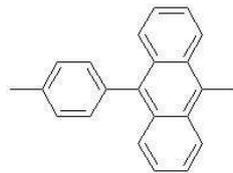
[0035]



[0036]

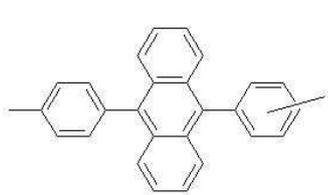


L11

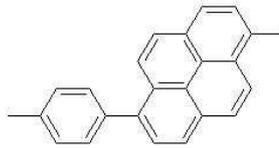


L12

[0037]

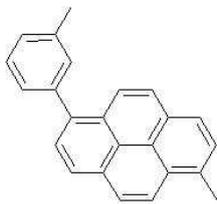


L13

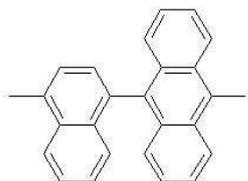


L14

[0038]

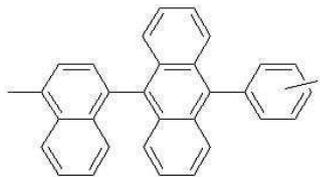


L15

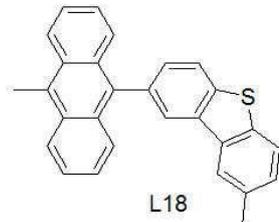


L16

[0039]

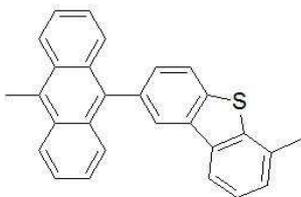


L17

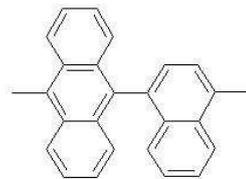


L18

[0040]

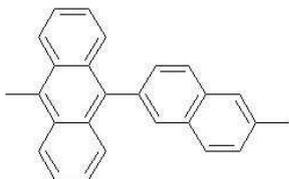


L19

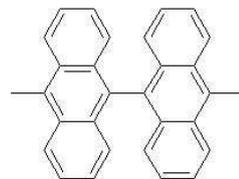


L20

[0041]

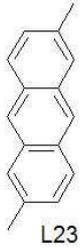


L21



L22

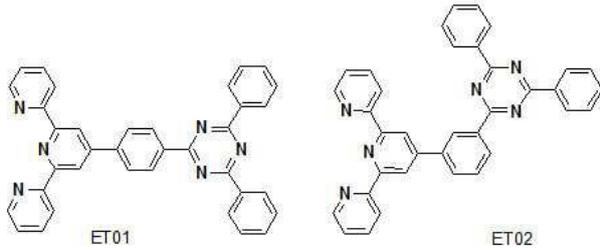
[0042]



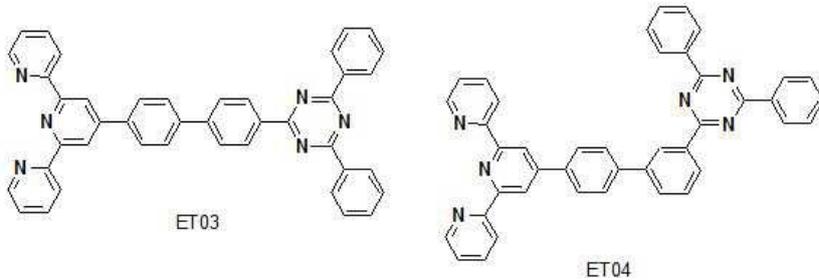
[0043]

[0044]

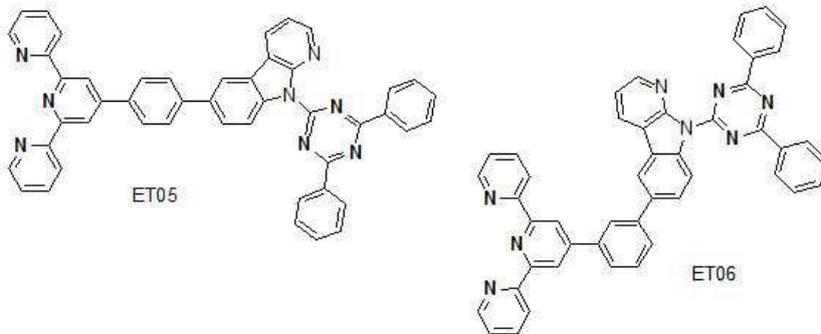
상기 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.



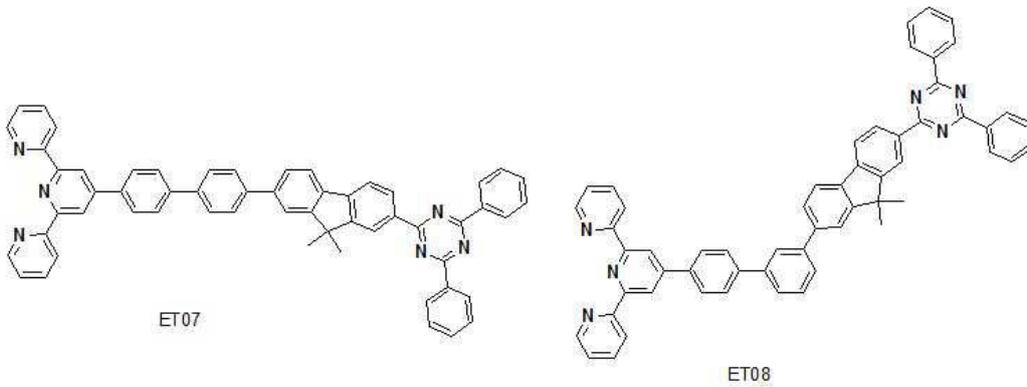
[0045]



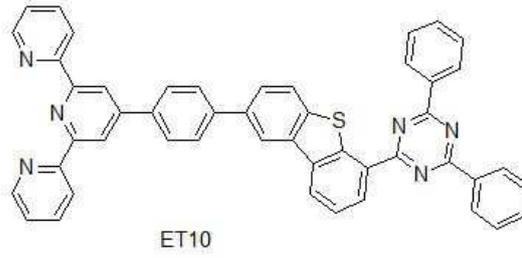
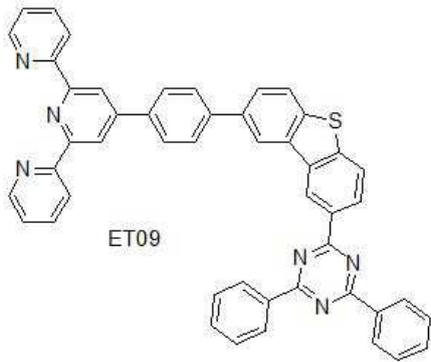
[0046]



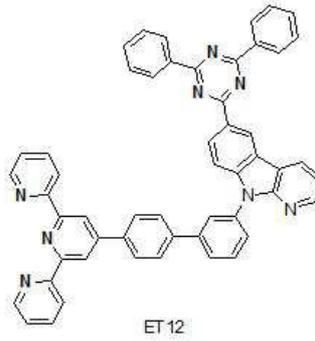
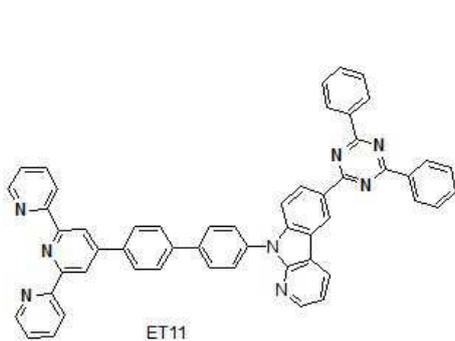
[0047]



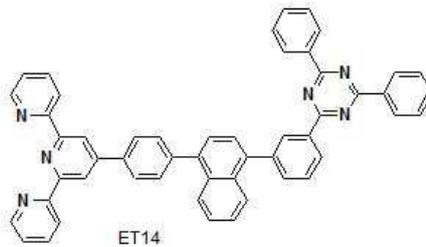
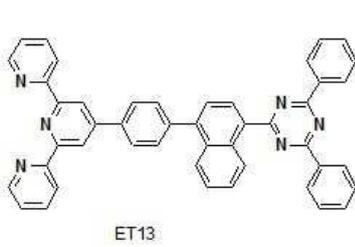
[0048]



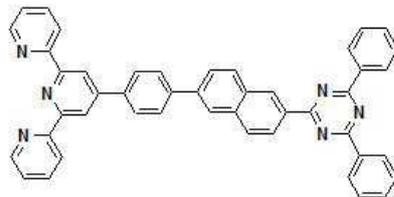
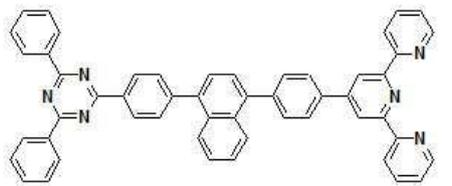
[0049]



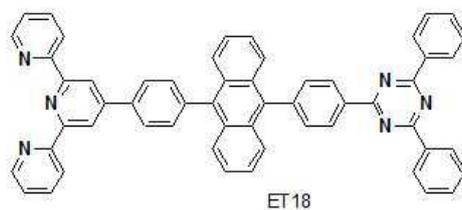
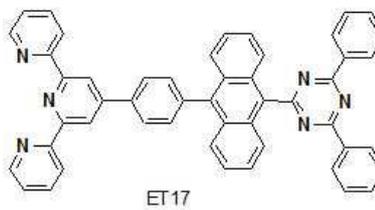
[0050]



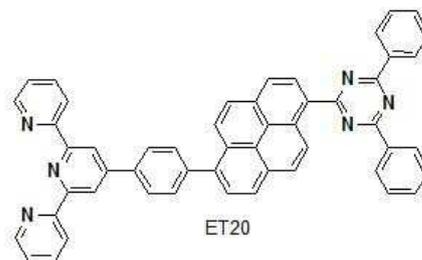
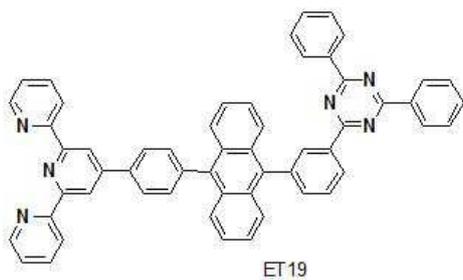
[0051]



[0052]

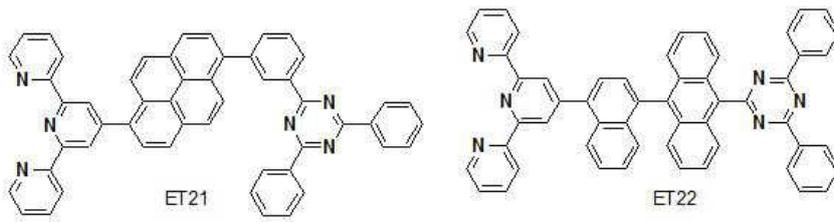


[0053]

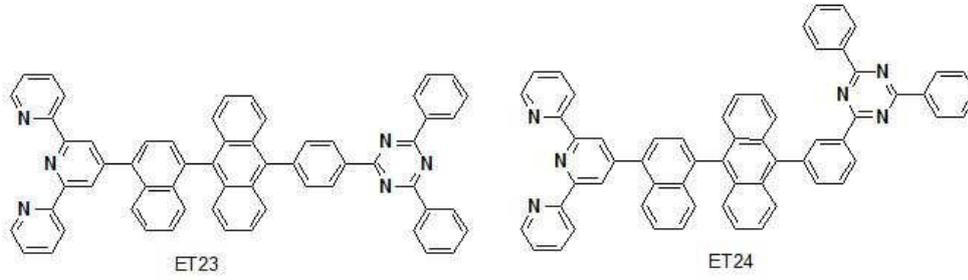


[0054]

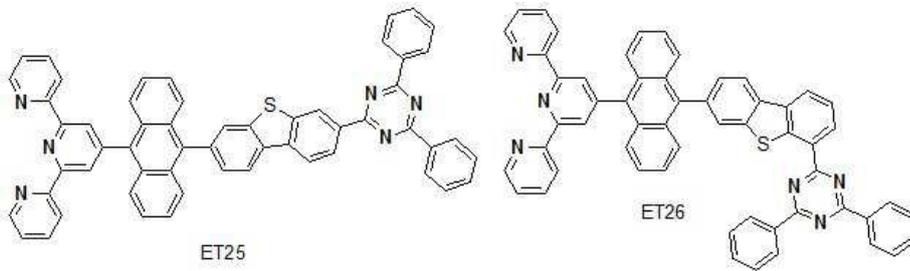
[0055]



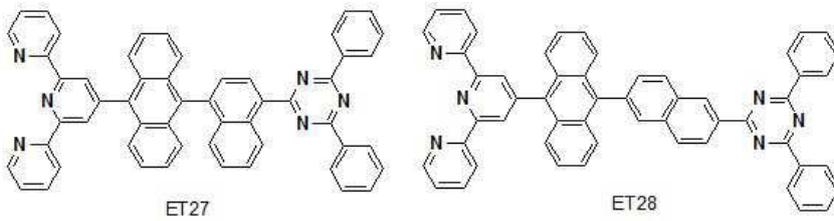
[0056]



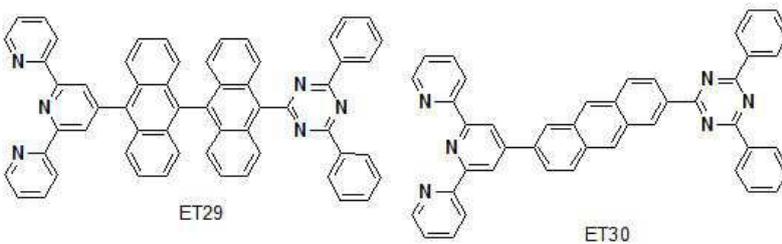
[0057]



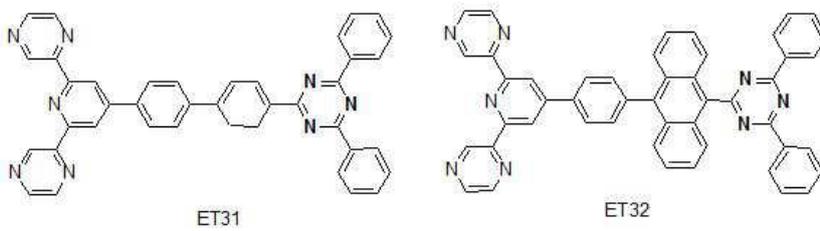
[0058]

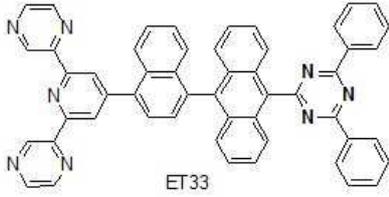


[0059]



[0060]





[0061]

[0062]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광소자는 기관 상에 서로 대향된 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 및 제2 전극 사이에 위치하고 발광층을 포함하는 적어도 두 개 이상의 발광부들을 포함하는 유기전계발광소자에 있어서, 상기 발광부들 사이에 있는 전하생성층을 포함하며, 상기 발광부들은 전자수송층을 포함하며, 상기 전자수송층은 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 포함하는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0063]

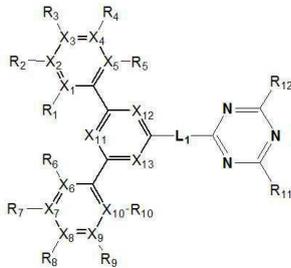
상기 화합물을 포함하는 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자는, 상기 화합물을 포함하지 않은 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자에 비하여, 상기 제1 전극 방향으로의 전자 주입과 상기 제2 전극 방향으로의 정공 주입이 향상되어 구동 전압이 상대적으로 감소되고 수명이 상대적으로 향상된 것을 특징으로 한다.

[0064]

상기 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 한다.

[0065]

[화학식 1]



[0066]

상기 화학식 1에서, X_1 내지 X_5 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X_6 내지 X_{10} 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X_{11} 내지 X_{13} 은 1 내지 3개의 N을 포함하고, N에 해당되지 않는 X_1 내지 X_{13} 중 적어도 하나는 C, O, N, S 및 Si 중에서 선택되며, L_1 은 탄소수 5 내지 50의 방향족 고리화합물 중에서 선택되거나, N, S, O 및 Si 원자 중에서 1개 이상 포함되며 탄소수 3 내지 50의 이형고리화합물 중에서 선택되며, R_1 내지 R_{12} 는 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 3 내지 60의 헥테로 아릴기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 20의 알콕시기, 및 탄소수 1 내지 20의 아미노기 중에서 선택된다.

[0068]

상기 트리아진 코어는 질소 원자를 포함하는 코어이며, 상기 터피리딘 코어는 전기음성도가 상대적으로 높은 코어인 것을 특징으로 한다.

[0069]

상기 트리아진 코어는 적어도 세 개의 질소 원자를 포함하며, 상기 터피리딘 코어는 적어도 하나의 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0070]

상기 화합물은 상기 트리아진 코어와 상기 터피리딘 코어를 연결하는 방향족 고리 링크를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0071]

상기 방향족 고리 링크는 상기 트리아진 코어와 상기 터피리딘 코어 사이의 전자의 균형을 유지하는 것을 특징으로 한다.

[0072]

상기 전하생성층은 상기 전자수송층과 동일한 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0073]

본 발명의 화합물의 질소 원자를 포함하는 코어는 질소 원자 3개 이상을 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다.

[0074]

또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있

다.

[0075] 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어를 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다.

[0076] 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진과 터피리딘을 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 원활한 전자 주입이 가능하다. 따라서, 본 발명은 전자수송층 또는 N형 전하생성층에 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물을 포함함으로써, N형 전하생성층 또는 전자수송층에서 발광층으로 전자를 효율적으로 전달하여 소자의 효율이나 소자의 수명 및 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0077] 또한, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함함으로써, 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다. 따라서, 본 발명은 N형 전하생성층에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0078] 따라서, 본 발명의 유기전계발광소자는 발광부에 포함된 전자수송층과 N형 전하생성층들 중 적어도 하나에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층으로부터 전달되는 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다. N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달이 원활해지므로 전자 주입이 원활하지 못해서 생기는 유기전계발광소자의 수명이 저하되는 문제점을 개선할 수 있다. 그리고 전자수송층과 N형 전하생성층 간의 LUMO 에너지 레벨 차이로 인해 N형 전하생성층으로 주입된 전자가 전자수송층으로 이동할 때 생기는 구동 전압이 상승되는 문제점을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0079] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- 도 4는 본 발명의 비교예와 실시예 1에 따라 제작된 소자의 전압에 따른 전류밀도를 나타낸 그래프.
- 도 5는 본 발명의 비교예와 실시예 1에 따라 제작된 소자의 휘도에 따른 양자효율을 나타낸 그래프.
- 도 6은 본 발명의 비교예와 실시예 1에 따라 제작된 소자의 시간에 따른 휘도 저하율을 나타낸 그래프.
- 도 7은 본 발명의 비교예와 실시예 2에 따라 제조된 소자의 전압에 따른 전류밀도를 나타낸 그래프.
- 도 8은 본 발명의 비교예와 실시예 2에 따라 제조된 소자의 휘도에 따른 양자효율을 나타낸 그래프.
- 도 9는 본 발명의 비교예와 실시예 2에 따라 제조된 소자의 시간에 따른 휘도 저하율을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0080] 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.

[0081] 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.

- [0082] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0083] 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.
- [0084] 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.
- [0085] 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.
- [0086] 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.
- [0087] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예들을 자세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0088] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다.
- [0089] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기전계발광소자(100)는 양극(110), 정공주입층(120), 정공수송층(130), 발광층(140), 전자수송층(150), 전자주입층(210) 및 음극(220)을 포함할 수 있다.
- [0090] 상기 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.
- [0091] 상기 정공주입층(120)은 양극(110)으로부터 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-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 상기 정공주입층(120)의 두께는 1 내지 150nm일 수 있다. 여기서, 상기 정공주입층(120)의 두께가 1nm 이상이면 정공 주입 특성을 향상시킬 수 있고, 150nm 이하이면 정공주입층(120)의 두께의 증가를 방지하여 구동 전압의 상승을 방지할 수 있다. 상기 정공주입층(120)은 유기전계발광소자의 구조나 특성에 따라 유기전계발광소자의 구성에 포함되지 않을 수도 있다.
- [0092] 상기 정공수송층(130)은 정공의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, NPD(N,N-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), spiro-TAD(2,2',7,7'-tetrakis(N,N-diphenylamino)-9,9-spirofluorene) 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 상기 정공수송층(130)의 두께는 1 내지 150nm일 수 있다. 여기서, 상기 정공수송층(130)의 두께가 1nm 이상이면 정공 수송 특성을 향상시킬 수 있고, 150nm 이하이면 정공수송층(130)의 두께의 증가를 방지하여 구동 전압의 상승을 방지할 수 있다.
- [0093] 상기 발광층(140)은 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 또는 노란색(Y)을 발광할 수 있으며, 인광 물질 또는 형광 물질로 이루어질 수 있다.
- [0094] 발광층(140)이 적색인 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트 물질을 포함하며, Ir(PIQ)₂(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium(III)), Ir(PIQ)₃(tris(1-phenylquinoline)iridium(III)) 및 PtOEP(octaethylporphine platinum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 도펀트를 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리 PBD:Eu(DBM)₃(Phen) 또는 Perylene을 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0095] 발광층(140)이 녹색인 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트 물질을 포함하며, 이리듐(iridium) 계열을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리, Alq₃(tris(8-

hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

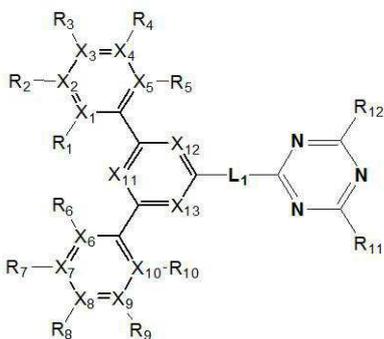
[0096] 발광층(140)이 청색인 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트 물질을 포함하며, 이리듐(iridium) 계열을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리, spiro-BDAVB(2,7-bis(4-diphenylamino)styryl)-9,9-spirofluorene), spiro-CBP(2,2',7,7'-tetrakis(carbazol-9-yl)-9,9-spirofluorene), 디스틸벤젠(DSB), 디스틸아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0097] 발광층(140)이 노란색인 경우, 옐로그린(Yellow-Green)(황색-녹색)을 발광하는 발광층 또는 그린(Green)을 발광하는 발광층의 단층 구조 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green)을 발광하는 발광층의 다층 구조로 이루어질 수 있다. 여기서 노란색 발광층은 옐로그린(Yellow-Green) 발광층 또는 그린(Green)을 발광하는 발광층 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green)을 발광하는 발광층의 다층 구조를 포함한다. 본 실시예에서는 옐로그린을 발광하는 노란색 발광층의 단층 구조를 예로 설명한다. 노란색 발광층은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 또는 BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminum) 중 선택된 적어도 하나의 호스트에 옐로그린을 발광하는 인광 옐로그린 도펀트로 이루어질 수 있다.

[0098] 상기 전자수송층(150)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 한다. 전자의 수송이 원활하지 못할 경우 발광층(140)으로 전자 주입이 되지 않게 되므로, 발광층(140)에서 정공과 전자가 결합하여 생성되는 여기자(exciton)가 생성될 확률이 낮아진다. 이로 인해 발광층(140)이 발광에 기여하지 못하므로, 유기전계발광소자의 수명이나 효율에 영향을 미치게 된다. 이에 본 발명의 발명자들은 전자수송층의 전자 주입 특성을 향상시키기 위한 여러 실험을 하게 되었다. 유기전계발광소자의 수명이나 효율 등에 영향을 주지 않고 구동전압의 상승이 없는 재료들의 여러 실험을 통하여 전자수송층에 전자수송 화합물로서 적어도 3개의 질소 원자를 포함하여 전자가 풍부한 화합물을 도입하였다. 본 발명의 화합물은 질소 원자 3개 이상을 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자수송층에서 발광층으로의 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 트리아진 코어에 대칭(symmetric)인 3개의 질소원자로 인해 풍부한 전자를 지니고 있지만 비극성(non-polar)인 것을 보완하기 위해, 극성(polar)이면서 상대적으로 높은 전기음성도를 가지는 터피리딘 코어와 트리아진 코어가 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어에 방향족 고리 링크(L₁)를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크(L₁)에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다.

[0099] 따라서, 상기 전자수송층(150)은 하기 화학식 1로 표시되는 전자수송 화합물로 이루어진다.

[0100] [화학식 1]

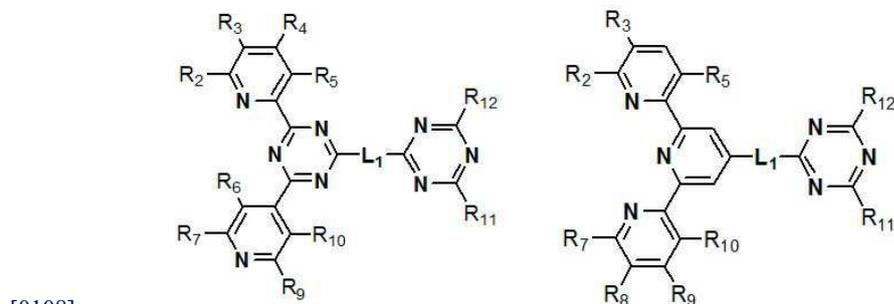
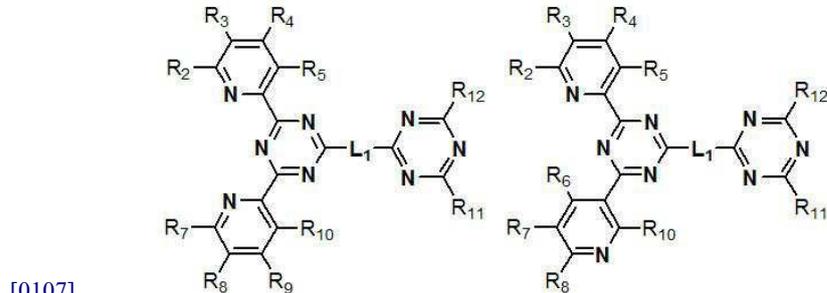
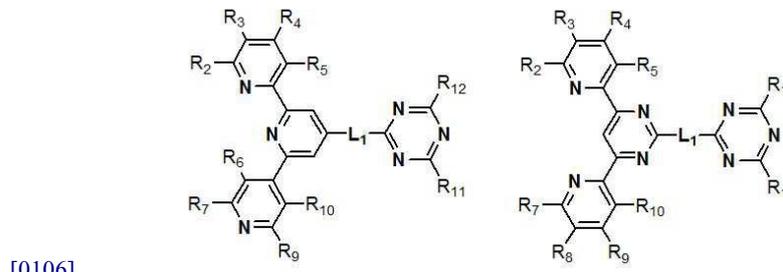
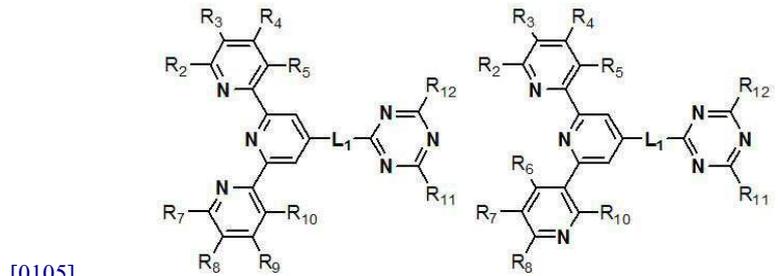


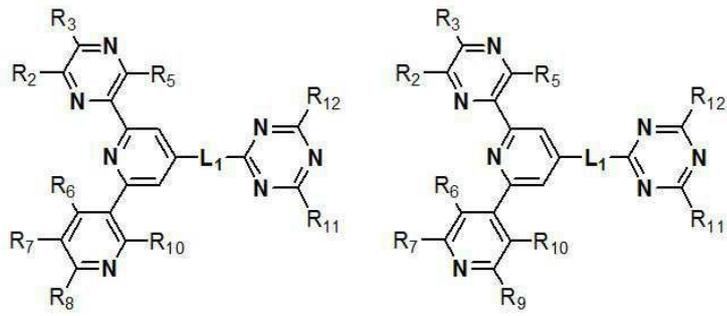
[0101] 상기 화학식 1에서, X₁ 내지 X₅ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₆ 내지 X₁₀ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₁₁ 내지 X₁₃은 1 내지 3개의 N을 포함하고, N에 해당되지 않는 X₁ 내지 X₁₃ 중 적어도 하나는 C, O, N, S 및 Si 중에서 선택된다. L₁은 탄소수 5 내지 50의 방향족 고리화합물 중에서 선택되거나, N, S, O 및 Si 원자 중에서 1개 이상 포함되며 탄소수 3 내지 50의 이형고리화합물 중에서 선택된다. R₁ 내지 R₁₂는 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 치환 또는 치환되지 않은 탄소수 3 내지 60의 헤테로 아릴기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 20의 알콕시기, 및 탄소수 1 내지 20의 아미노

기 중에서 선택된다.

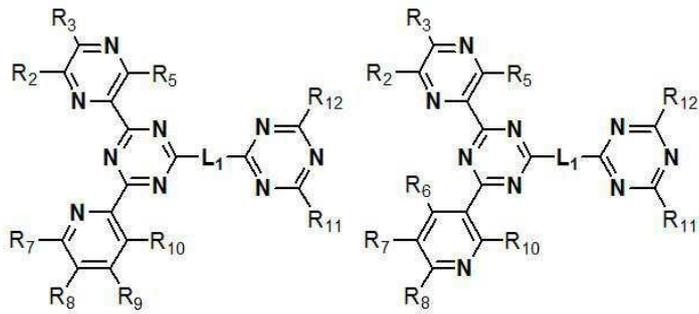
[0103] 상기 화학식 1에서, X₁ 내지 X₅ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₆ 내지 X₁₀ 중에서 적어도 1개 이상의 N을 포함하고, X₁₁ 내지 X₁₃은 1 내지 3개의 N을 포함하는 것은, 터피리딘 코어의 전자 밀도(electron density)를 균일하게 하여 전자 이동 능력을 향상시키기 위함이며, 어느 한쪽에 질소(N)가 편중되면 화합물의 HOMO나 LUMO 에너지 레벨이 바뀌기 때문이다. HOMO나 LUMO 에너지 레벨이 바뀌는 경우 전자수송층과 전하생성층 사이의 에너지 레벨 차이로 인하여 전하생성층에서 주입된 전자가 전자수송층으로 이동할 시 구동 전압이 상승하게 된다. 따라서, 본 발명의 화합물에서 질소(N)의 균형을 유지하여 구동 전압을 감소시킬 수 있다.

[0104] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나이다.

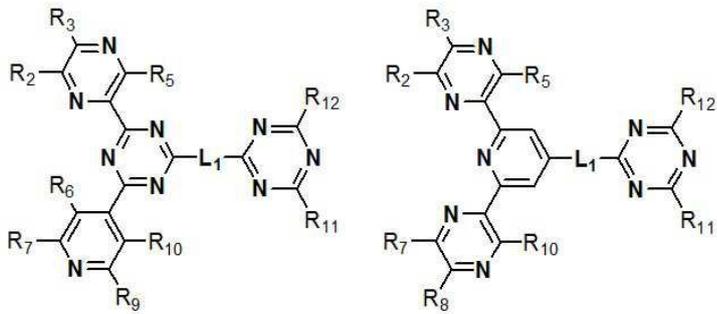




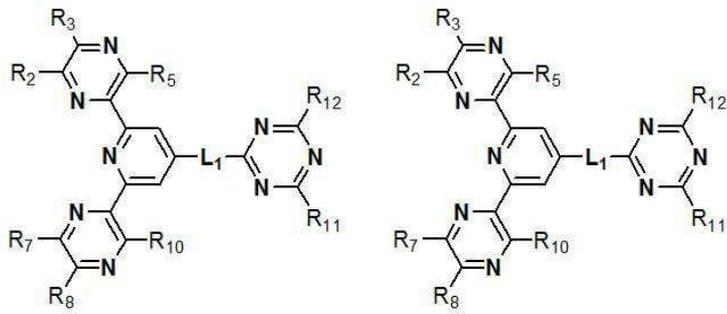
[0109]



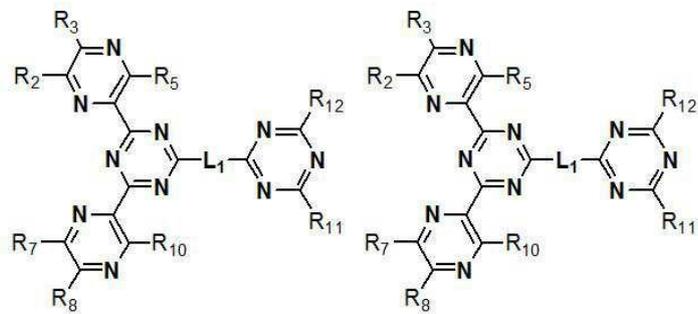
[0110]



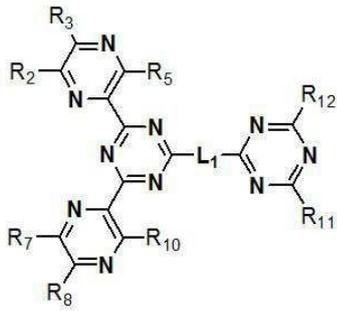
[0111]



[0112]



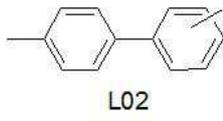
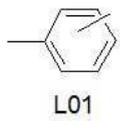
[0113]



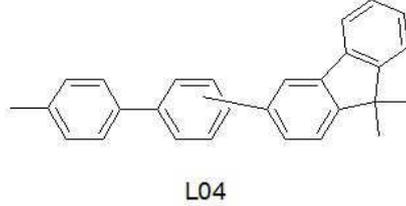
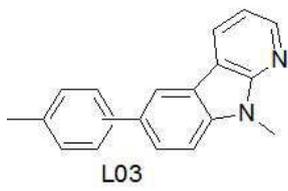
[0114]

[0115]

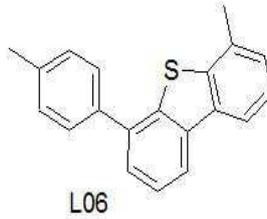
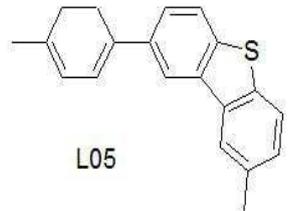
상기 L₁은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나이다.



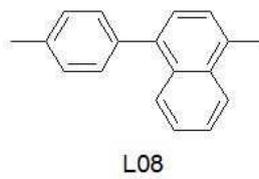
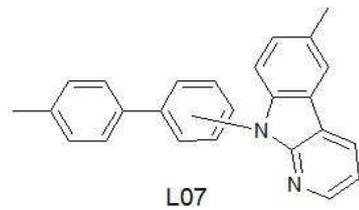
[0116]



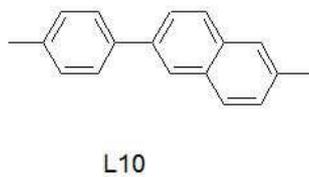
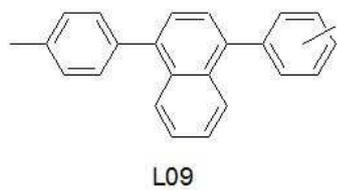
[0117]



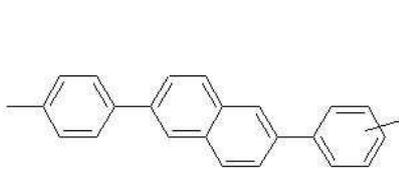
[0118]



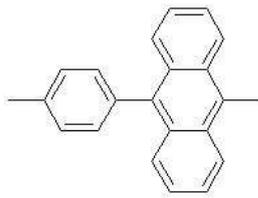
[0119]



[0120]

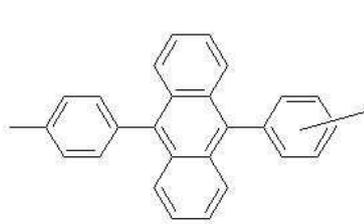


L11

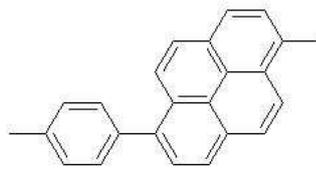


L12

[0121]

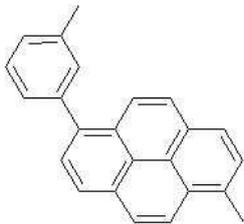


L13

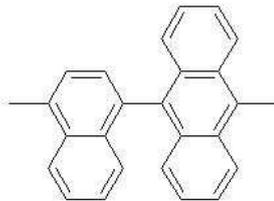


L14

[0122]

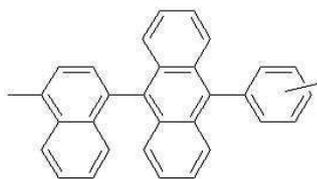


L15

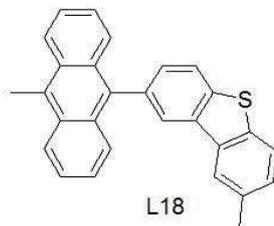


L16

[0123]

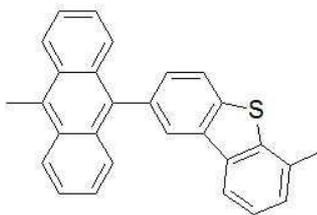


L17

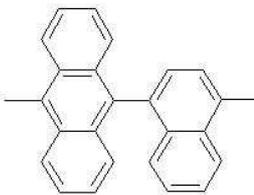


L18

[0124]

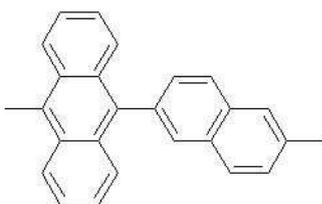


L19

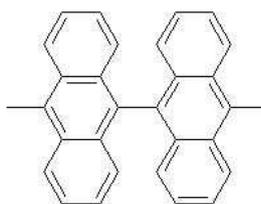


L20

[0125]

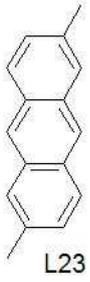


L21



L22

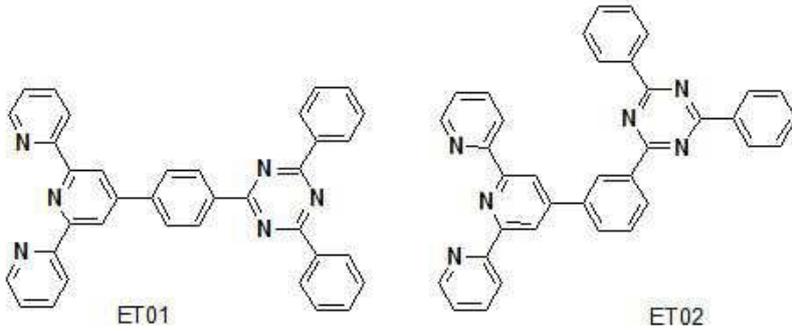
[0126]



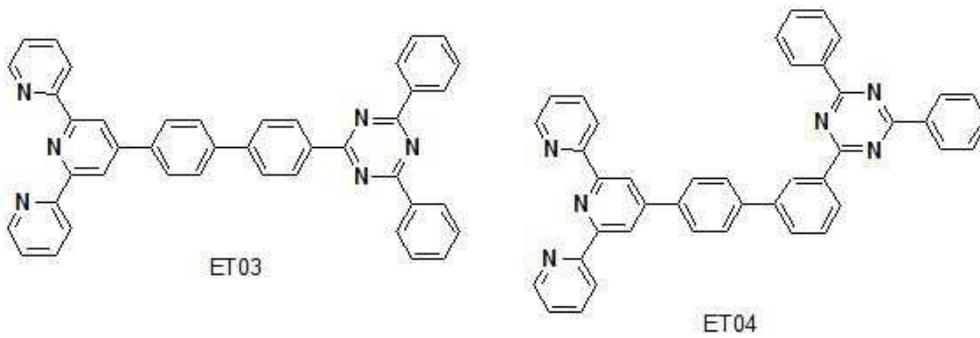
[0127]

[0128]

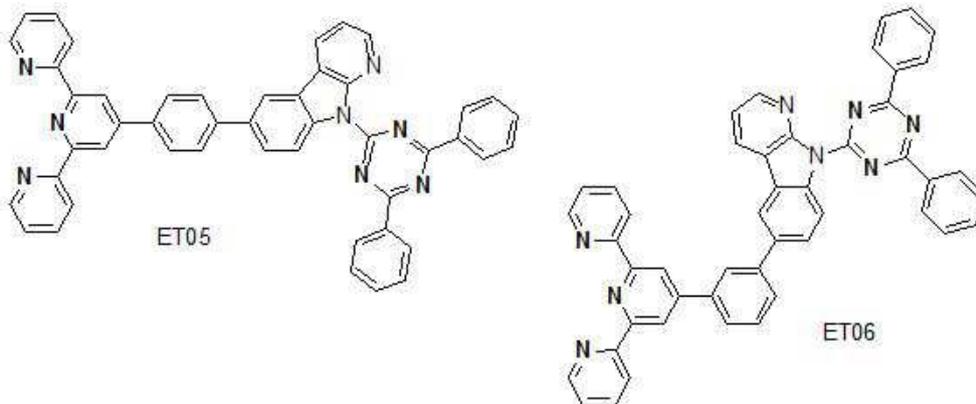
상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 표시되는 화합물들 중에서 선택된 어느 하나이다.



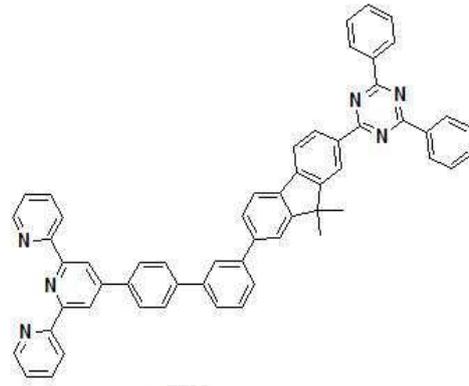
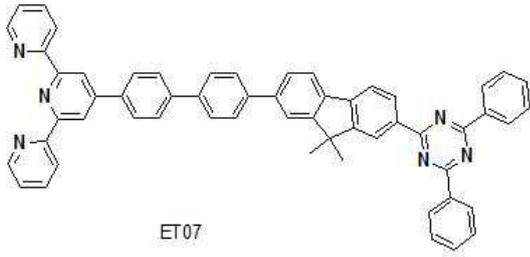
[0129]



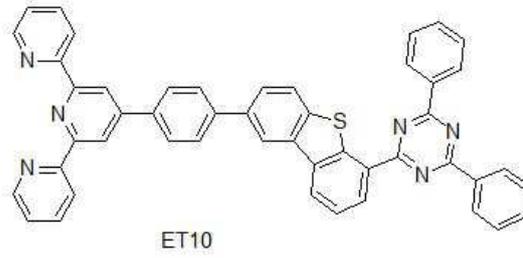
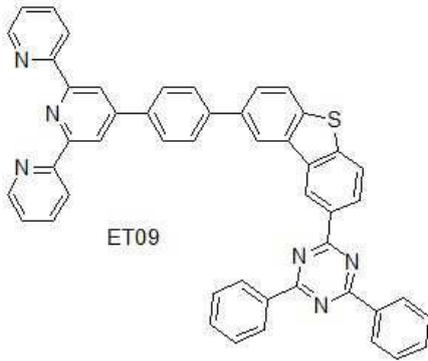
[0130]



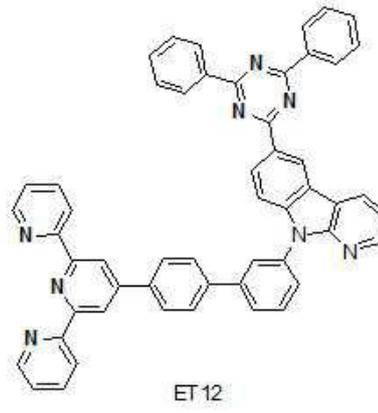
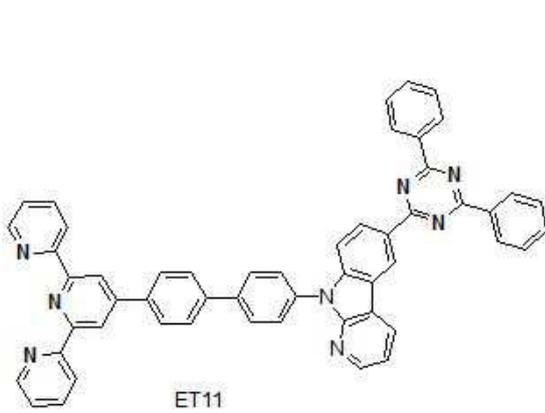
[0131]



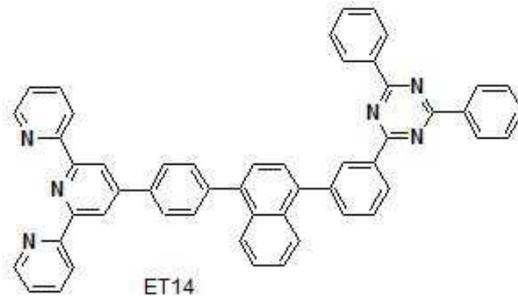
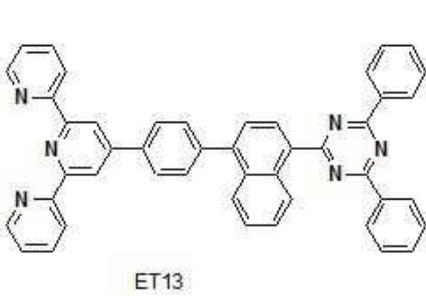
[0132]



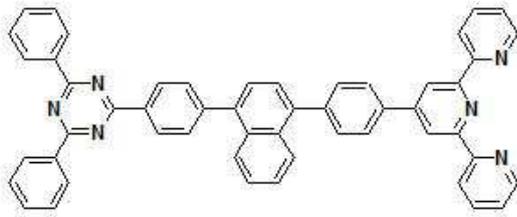
[0133]



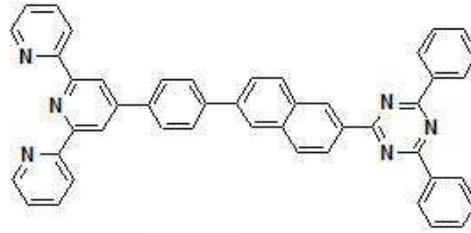
[0134]



[0135]

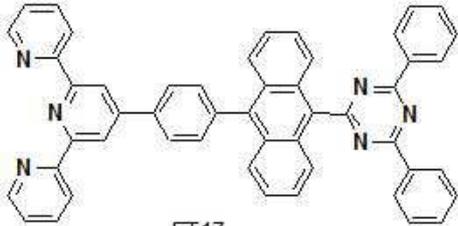


ET15

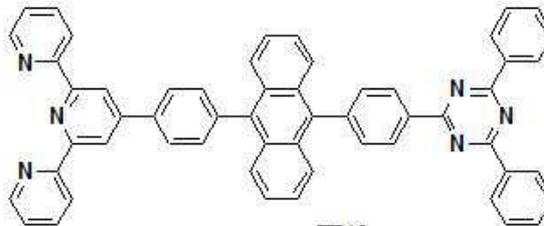


ET16

[0136]

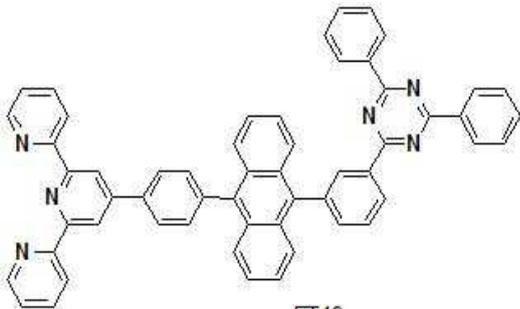


ET17

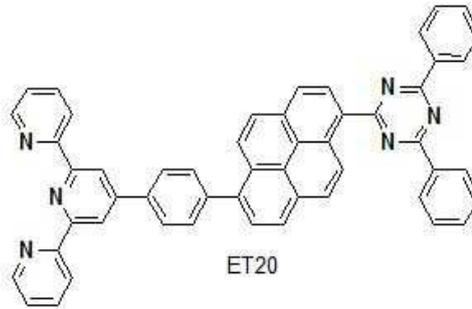


ET18

[0137]

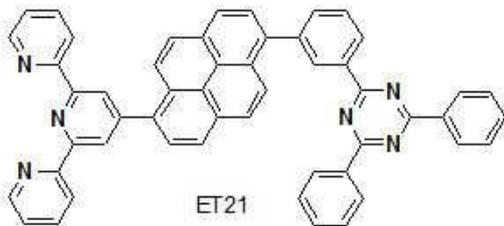


ET19

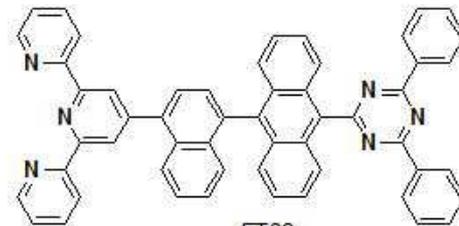


ET20

[0138]

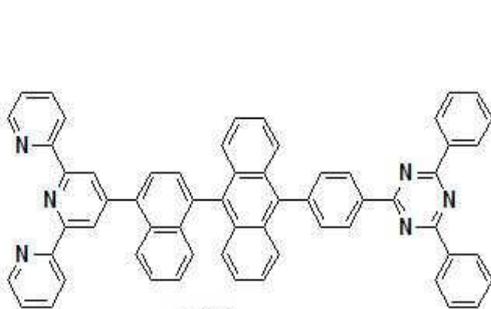


ET21

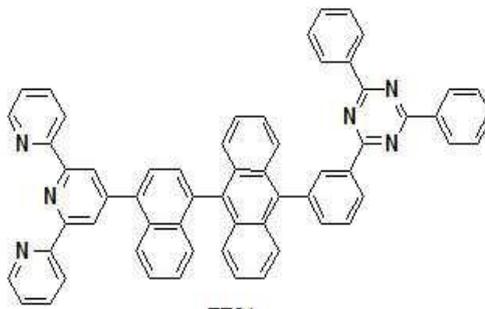


ET22

[0139]

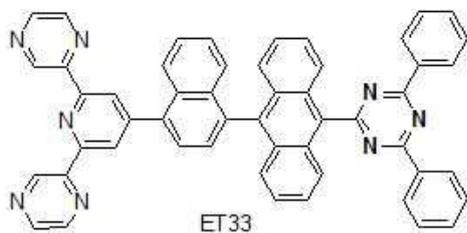
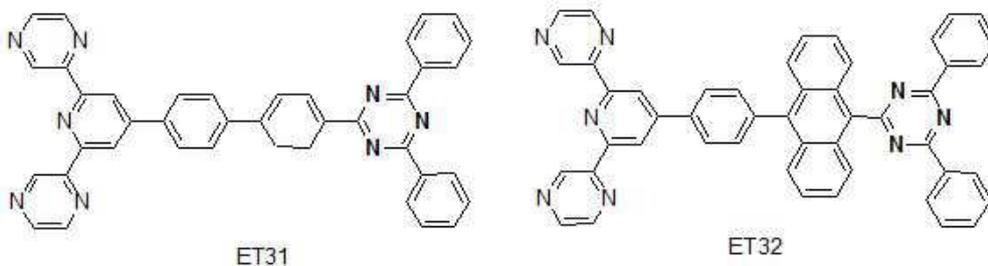
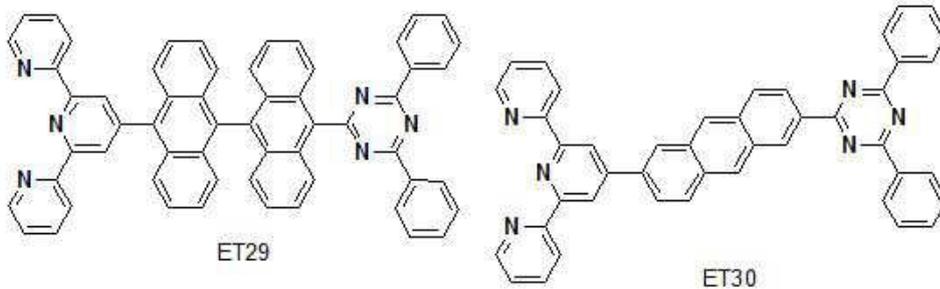
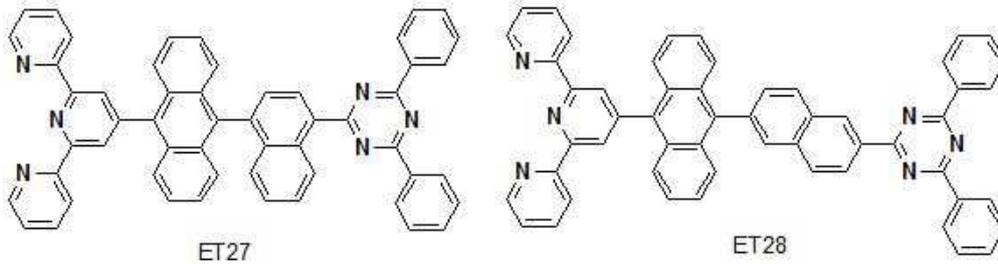
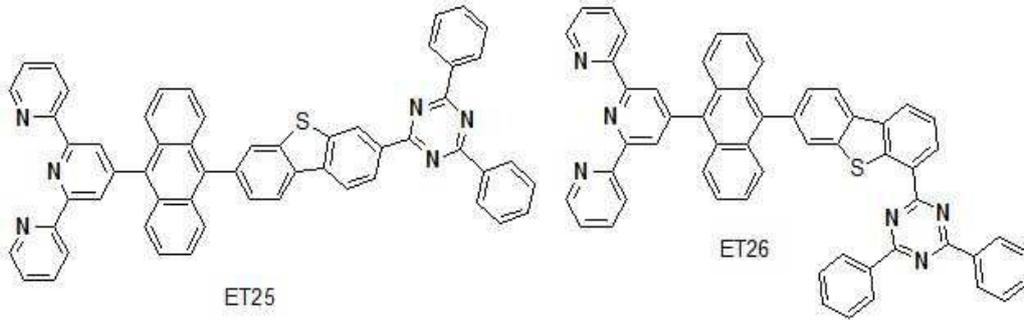


ET23



ET24

[0140]



[0146] 상기 전자수송층(150)의 두께는 1 내지 150nm일 수 있다. 여기서, 상기 전자수송층(150)의 두께가 1nm 이상이면 전자 수송 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 150nm 이하이면 전자수송층(150)의 두께의 증가를 방지하여 구동 전압의 상승을 방지할 수 있다.

[0147] 상기 전자주입층(210)은 전자의 주입을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq₃(tris(8-hydroxy quinolino)aluminum), PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), 및 BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminum)를 사용할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 반면, 전자주입층(210)은 금속화합물로

이루어질 수 있으며, 금속화합물은 예를 들어 LiQ, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, FrF, BeF₂, MgF₂, CaF₂, SrF₂, BaF₂ 및 RaF₂로 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 전자 주입 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있고, 50nm 이하이면 전자주입층(210)의 두께의 증가를 방지하여 구동 전압의 상승을 방지할 수 있다.

[0148] 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 유기전계발광소자가 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.

[0149] 상기와 같이, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어에 질소 원자 3개 이상을 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자수송층에서 발광층으로의 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 더 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다.

[0150] 따라서, 본 발명은 전자수송층에 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어들을 포함하는 화합물을 포함함으로써, 전자수송층에서 발광층으로의 전자를 효율적으로 전달하여 소자의 효율이나 소자의 수명 및 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0151] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다. 하기에서는 전술한 제1 실시예와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호를 붙여 그 설명을 생략하기로 한다.

[0152] 도 2를 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.

[0153] 상기 제1 발광부(ST1)는 하나의 발광소자 단위를 이루는 것으로, 제1 발광층(140)을 포함한다. 제1 발광층(140)은 적색, 녹색 또는 청색 중 어느 하나의 색을 발광할 수 있으나, 본 실시예에서는 청색을 발광하는 청색 발광층일 수 있다. 청색 발광층은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Dark Blue) 발광층 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나를 포함한다. 또는, 제1 발광층(140)은 청색 발광층 및 적색(Red) 발광층, 또는 청색 발광층 및 옐로그린(Yellow-Green) 발광층, 또는 청색 발광층 및 녹색(Green) 발광층으로 구성할 수도 있다.

[0154] 제1 발광부(ST1)는 양극(110)과 제1 발광층(140) 사이에 정공주입층(120)과 제1 정공수송층(130)을 포함하고, 제1 발광층(140) 상에 제1 전자수송층(150)을 포함한다. 따라서, 양극(110) 상에 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130), 제1 발광층(140) 및 제1 전자수송층(150)을 포함하는 제1 발광부(ST1)를 구성한다. 상기 정공주입층(120)은 소자의 구조나 특성에 따라 제1 발광부(ST1)의 구성에 포함되지 않을 수도 있다.

[0155] 상기 제1 전자수송층(150)은 전술한 제1 실시예와 동일하게 질소 원자를 포함하는 코어를 가지는 화합물로, 적어도 3개 이상의 질소 원자를 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 제1 전자수송층(150)에서 제1 발광층(140)으로의 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 높은 전기음성도를 가지는 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어가 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 제1 전자수송층(150)은 N형 전하생성층으로부터 전달받은 전하를 효율적으로 발광층(140)으로 전달할 수 있다.

[0156] 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 집합된 PN접합 전하생성층일 수 있다. 이때, 상기 PN접합 전하생성층(160)은 전하를 생성하거나 정공 및 전자로 분리하여 상기 발광층에 정공 및 전자를 주입한다. 즉, N형 전하생성층(160N)은 전자수송층(150)으로 전자를 전달하고, 전자수송층(150)은 양극에 인접한 제1 발광층(140)에 전자를 공급하고, 상기 P형 전하생성층(160P)은 제2 정공수송층(180)으로 정공을 전달하고, 제2 발광부(ST

2)의 제2 발광층에 정공을 공급함으로써, 다수의 발광층을 구비하는 유기전계발광소자의 발광 효율을 더욱 증대시킬 수 있으며, 구동 전압도 낮출 수 있다. 따라서, 상기 전하생성층(160)은 유기전계발광소자의 발광 효율이나 구동 전압, 소자의 수명에 중요한 영향을 미치게 된다.

[0157] 이에 본 발명자들은 N형 전하생성층의 전자 주입 특성을 향상시키기 위한 여러 실험을 하게 되었다. 그리고, 소자를 구동하면 N형 전하생성층에 도핑된 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 전자와 함께 이동하여 전자수송층으로 마이그레이션됨에 따라 전자수송층으로 주입되는 전자의 양이 줄어들어 구동 전압이 점점 상승하게 되고 수명에도 영향을 미치게 된다. 따라서, 구동 전압을 감소시키고 효율을 향상시킬 수 있는 N형 전하생성층의 재료에 대해서 여러 실험을 통하여 N형 전하생성층에 전술한 화합물을 도입하였다.

[0158] 따라서, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어에 적어도 3개 이상의 질소 원자를 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 N형 전하생성층에서 전자수송층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, N형 전하생성층에서 전자수송층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다.

[0159] 또한, 본 발명의 화합물은 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로의 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0160] 반면, 본 발명의 N형 전하생성층(160N)이 전술한 화합물로 구성되지 않는 경우, N형 전하생성층(160N)은 금속 또는 N형이 도핑된 유기물질로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 금속은 Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Dy 및 Yb로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다. 예를 들면, 상기 N형 도펀트는 알칼리 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 또는 알칼리 토금속 화합물일 수 있다. 자세하게는 상기 N형 도펀트는 Li, Be, Cs, K, Rb, Mg, Na, Ca, Sr, Eu, Fr, Ba, Ra 및 Yb로 이루어진 군에서 선택된 하나일 수 있다. 도펀트의 비율은 무피비로 호스트 전체 100% 대비 0.5% 이상 10% 이하로 혼합된다. 여기서, 도펀트의 일함수(work function)는 2.5eV 이상인 것이 바람직하다. 상기 호스트 물질은 질소 원자를 포함하는 헤테로고리를 갖는 탄소수가 20 내지 60의 유기물질일 수 있고, 예를 들어, Alq_3 (tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), 벤즈아졸(benzazole) 유도체 및 실롤(silole) 유도체로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다.

[0161] 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 F_4 -TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane), 요오드, $FeCl_3$, FeF_3 및 $SbCl_5$ 로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다. 또한, 상기 호스트는 NPB(N,N'-bis(naphthaen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 및 TNB(N,N,N',N'-tetra-naphthalenyl-benzidine)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질일 수 있다.

[0162] 한편, 상기 전하생성층(160) 상에 제2 정공수송층(180), 제2 발광층(190), 제2 전자수송층(200) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제2 발광부(ST2)가 위치한다. 제2 정공수송층(180) 및 제2 전자수송층(200)은 전술한 제1 발광부(ST1)의 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130) 및 제1 전자수송층(150)의 구성과 각각 동일하거나 다르게 이루어질 수 있다.

[0163] 제2 발광층(190)은 적색, 녹색 및 청색 중 하나의 색을 발광할 수 있으며, 본 실시예에서는 노란색(yellow)을 발광하는 노란색 발광층일 수 있다. 노란색 발광층은 옐로그린(Yellow-Green) 발광층 또는 그린(Green) 발광층의 단층 구조 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green) 발광층의 다층 구조로 이루어질 수 있다. 여기서 제2 발광층(190)은 옐로그린(Yellow-Green) 발광층 또는 그린(Green) 발광층 또는 옐로그린 발광층과 그린(Green) 발광층 또는 노란색 발광층과 적색(Red) 발광층 또는 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층

의 다층 구조를 포함한다. 본 실시예에서는 옐로그린을 발광하는 제2 발광층의 단층 구조를 예로 설명한다. 제2 발광층(190)은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 또는 BALq (Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminum) 중 선택된 적어도 하나의 호스트에 옐로그린을 발광하는 인광 옐로그린 도펀트로 이루어질 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0164] 상기 제2 발광부(ST2)는 전하생성층(160)과 상기 제2 발광층(190) 사이에 제2 정공수송층(180)을 포함하고, 제2 발광층(190) 상에 제2 전자수송층(200) 및 전자주입층(210)을 포함한다. 따라서, 전하생성층(160) 상에 제2 정공수송층(180), 제2 발광층(190), 제2 전자수송층(200) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제2 발광부(ST2)를 구성한다. 제2 발광부(ST2) 상에는 음극(220)이 구비되어 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기전계발광소자를 구성한다.

[0165] 전술한 본 발명의 제2 실시예에서는 제1 전자수송층(150)과 N형 전하생성층(160N)에 본 발명의 화합물을 각각 포함하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며 제1 전자수송층(150), 제2 전자수송층(200) 및 N형 전하생성층(160N) 중 적어도 하나가 본 발명의 화합물로 이루어질 수 있다.

[0166] 그러나, 본 발명의 화합물은 옐로그린 발광층의 제2 발광층(190)을 포함하는 제2 발광부(ST2)에 포함되는 것이 바람직하다. 옐로그린 발광층은 인광 발광층으로 전자이동도가 빠른 유기물층을 요구한다. 본 발명의 화합물은 전자이동도가 빠르고 삼중항에너지가 낮으므로 인광 발광층의 전자이동도 조건에 부합한다. 따라서, 본 발명의 화합물이 제2 발광부(ST2)에 포함되면 제2 발광부(ST2)의 전자이동도가 빨라지는 특성을 가진다. 그러므로, 본 발명의 화합물은 인광의 옐로그린을 발광하는 제2 발광부(ST2)에 위치함이 바람직하다. 한편, 형광 발광층은 전자이동도 특성보다 삼중항에너지가 높은 특성을 가지는 유기물층을 요구한다. 형광 발광층을 포함하는 발광부에 본 발명의 화합물이 포함되는 경우, 형광 발광층의 삼중항에너지 조건에 부합하지 않기 때문에, 본 발명의 화합물은 인광 발광층을 포함하는 발광부에 위치함이 바람직하다.

[0167] 상기와 같이, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어에 질소 원자를 적어도 3개 이상 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 N형 전하생성층에서 전자수송층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, N형 전하생성층에서 전자수송층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 따라서, 본 발명은 N형 전하생성층으로부터 전달되는 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다.

[0168] 또한, 본 발명의 화합물은 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기전계발광소자는 N형 전하생성층에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0169] 따라서, 본 발명의 유기전계발광소자는 발광부에 포함된 전자수송층과 N형 전하생성층들 중 적어도 하나에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층으로부터 전달되는 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다.

[0170] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다. 하기에서는 전술한 제1 및 제2 실시예와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호를 붙여 그 설명을 생략하기로 한다.

[0171] 도 3을 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.

[0172] 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 청색 발광층은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Dark Blue) 발광층 또는 스카이

블루(Sky Blue) 발광층 중 하나를 포함한다. 또는 제1 발광층(140)은 청색 발광층 및 적색(Red) 발광층, 또는 청색 발광층 및 옐로그린(Yellow-Green) 발광층, 또는 청색 발광층 및 녹색(Green) 발광층으로 구성할 수도 있다.

- [0173] 상기 제1 발광부(ST1)는 양극(110)과 제1 발광층(140) 사이에 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130)을 포함하고, 제1 발광층(140) 상에 제1 전자수송층(150)을 포함한다. 따라서, 양극(110) 상에 정공주입층(120), 제1 정공수송층(130), 제1 발광층(140) 및 제1 전자수송층(150)을 포함하는 제1 발광부(ST1)를 구성한다. 상기 정공주입층(120)은 소자의 구조나 특성에 따라 제1 발광부(ST1)의 구성에 포함되지 않을 수도 있다.
- [0174] 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 정공 및 전자를 주입한다.
- [0175] 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) 발광층 또는 그린(Green) 발광층 또는 옐로그린(yellow-green) 발광층과 그린(green) 발광층 또는 노란색 발광층과 적색(Red) 발광층 또는 녹색 발광층과 적색 발광층 또는 옐로그린 발광층과 적색 발광층의 다층 구조로 이루어질 수 있다. 상기 제2 발광부(ST2)는 제1 전하생성층(160)과 상기 제2 발광층(190) 사이에 제2 정공수송층(180)을 더 포함하고, 제2 발광층(190) 상에 제2 전자수송층(200)을 포함한다. 따라서, 제1 전하생성층(160) 상에 제2 정공수송층(180), 제2 발광층(190) 및 제2 전자수송층(200)을 포함하는 제2 발광부(ST2)를 구성한다.
- [0176] 본 발명의 제2 전자수송층(200)은 전술한 제1 실시예와 동일하게 전자수송 화합물로 이루어진다. 본 발명의 화합물은 질소 원자 3개 이상을 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 트리아진 코어에 대칭(symmetric)인 적어도 3개의 질소원자로 인해 풍부한 전자를 지니고 있지만 비극성인 것을 보완하기 위해, 극성이면서 높은 전기음성도를 가지는 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 따라서, 본 발명은 전자수송층에 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물을 포함함으로써, N형 전하생성층으로부터 전달받은 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, N형 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다.
- [0177] 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 정공 및 전자를 주입한다.
- [0178] 본 발명의 제2 전하생성층(230)의 N형 전하생성층(230N)은 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물로 이루어질 수 있다. 상기 화합물은 전자가 풍부한 질소(N)를 3개 이상 포함함으로써, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.
- [0179] 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 스카이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나를 포함한다. 또는 제1 발광층(140)은 청색 발광층 및 적색(Red) 발광층, 또는 청색 발광층 및 옐로그린(Yellow-Green) 발광층, 또는 청색 발광층 및 녹색(Green) 발광층으로 구성할 수도 있다.
- [0180] 상기 제3 발광부(ST3)는 제2 전하생성층(230)과 상기 제3 발광층(250) 사이에 제3 정공수송층(240)을 포함하고, 제3 발광층(250) 상에 제3 전자수송층(260)과 전자주입층(210)을 포함한다. 제3 전자수송층(260)은 전술한 제1 전자수송층(150)과 동일하게 이루어지므로 설명을 생략한다. 따라서, 제2 전하생성층(230) 상에 제3 정공수송층(240), 제3 발광층(250), 제3 전자수송층(260) 및 전자주입층(210)을 포함하는 제3 발광부(ST3)를 구성한다. 제

3 발광부(ST3) 상에는 음극(220)이 구비되어 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기전계발광소자를 구성한다.

[0181] 전술한 본 발명의 제3 실시예에서는 제2 전자수송층(200)과 제2 전하생성층의 N형 전하생성층(230N)에 화합물을 포함하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며 제1 전자수송층(150), 제2 전자수송층(200) 및 제3 전자수송층(260), 제1 전하생성층(160)의 N형 전하생성층(160N) 및 제2 전하생성층(230N)의 N형 전하생성층(230N) 중 적어도 하나 이상이 본 발명의 화합물로 이루어질 수 있다.

[0182] 그러나, 본 발명의 화합물은 옐로그린 발광층의 제2 발광층(190)을 포함하는 제2 발광부(ST2)에 포함되는 것이 바람직하다. 옐로그린 발광층은 인광 발광층으로 전자기동도가 빠른 유기물층을 요구한다. 본 발명의 화합물은 전자기동도가 빠르고 삼중항에너지가 낮으므로 인광 발광층의 전자기동도 조건에 부합한다. 따라서, 본 발명의 화합물이 제2 발광부(ST2)에 포함되면 제2 발광부(ST2)의 전자기동도가 빨라지는 특성을 가진다. 그러므로, 본 발명의 화합물은 인광의 옐로그린을 발광하는 제2 발광부(ST2)에 위치함이 바람직하다. 또한, 인광 발광층이 제1 발광부(ST1)에 위치하는 경우나, 인광 발광층이 제3 발광부(ST3)에 위치하는 경우에는 본 발명의 화합물은 제1 발광부(ST1) 또는 제3 발광부(ST3)에 위치할 수도 있다. 한편, 형광 발광층은 전자기동도 특성보다 삼중항에너지가 높은 특성을 가지는 유기물층을 요구한다. 형광 발광층을 포함하는 발광부에 본 발명의 화합물이 포함되는 경우, 형광 발광층의 삼중항에너지 조건에 부합하지 않기 때문에, 본 발명의 화합물은 인광 발광층을 포함하는 발광부에 위치함이 바람직하다.

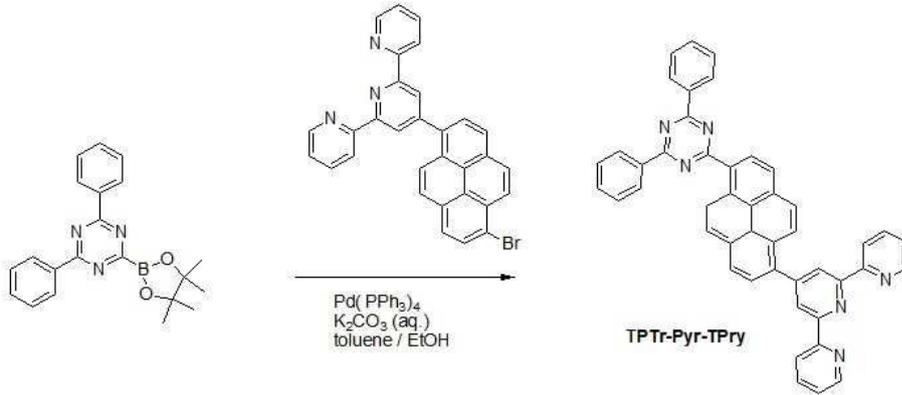
[0183] 상기와 같이, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어에 질소 원자를 적어도 3개 이상 포함하여 전자가 풍부해지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 N형 전하생성층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, N형 전하생성층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 따라서, 본 발명은 전자수송층 또는 N형 전하생성층에 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물을 포함함으로써, N형 전하생성층으로부터 발광층으로 전자를 효율적으로 전달하여 소자의 수명이나 소자의 효율 및 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0184] 또한, 본 발명의 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물은 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다. 따라서, 본 발명은 N형 전하생성층에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0185] 따라서, 본 발명의 유기전계발광소자는 발광부에 포함된 전자수송층과 N형 전하생성층들 중 적어도 하나에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층으로부터 전달되는 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다. N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달이 원활해지므로 전자 주입이 원활하지 못해서 생기는 수명이 저하되는 문제점을 개선할 수 있다. 그리고 전자수송층과 N형 전하생성층 간의 LUMO 에너지 레벨 차이로 인해 N형 전하생성층으로 주입된 전자가 전자수송층으로 이동할 때 생기는 구동 전압이 상승되는 문제점을 개선할 수 있다.

[0186] 이하, 본 발명의 전자수송 화합물의 합성예에 관하여 하기 실시예에서 상술하기로 한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

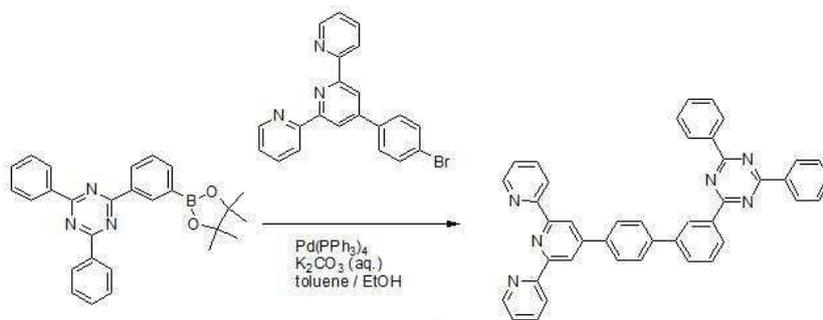
[0187] 화합물 TPTr-Pyr-TPry 의 합성



[0188]

[0189] 질소 분위기하에서 2-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보로란-2-일)-4,6-디페닐-1,3,5-트리아진 (2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)-4,6-diphenyl-1,3,5-triazine) (5g 13.92mmol), 2-(4-(1-브로모피렌-6-일)-6-피리딘-2-일)피리딘-2-일)피리딘 (2-(4-(1-bromopyren-6-yl)-6-(pyridin-2-yl)pyridin-2-yl)pyridine) (5.94g 11.6mmol), 테트라키스트리페닐포스핀 팔라듐(0) (tetrakis(triphenylphosphine) palladium (0)) (Pd(PPh₃)₄) (0.53g 0.46mmol), 포타슘 카보네이트 (potassium carbonate) 수용액 (4M, 10ml), 톨루엔 (toluene) 30ml, 에탄올 (ethanol) 10ml을 넣고 12시간 환류 교반시켰다. 반응이 끝난 후 물 (H₂O) 50ml을 넣고 3시간 교반 후 감압여과를 하고 메틸렌 클로라이드 (methylene chloride) 와 헥산 (hexane)을 용리액 (eluent)으로 사용하여 컬럼 크로마토그래피 (column chromatography)로 분리 후 MC 재결정하여 화합물 TPTr-Pyr-TPry (5.6g, 수율 84.6%)를 얻었다.

[0190] 화합물 TPTr-Phn-TPry 의 합성



[0191]

[0192] 질소 분위기하에서 2-(3-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보로란-2-일)페닐)-4,6-디페닐-1,3,5-트리아진 (2-(3-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)phenyl)-4,6-diphenyl-1,3,5-triazine) (5g, 11.49mmol), 2-(4-(4-브로모페닐)-6-(피리딘-2-일)피리딘-2-일)피리딘 (2-(4-(4-bromophenyl)-6-(pyridin-2-yl)pyridin-2-yl)pyridine) (3.71g, 9.57mmol), 테트라키스트리페닐포스핀 팔라듐 (tetrakis(triphenylphosphine) palladium (0)) (Pd(PPh₃)₄) (0.55g 0.48mmol), 포타슘 카보네이트 (potassium carbonate) 수용액 (4M, 10ml), 톨루엔 (toluene) 30ml, 에탄올 (ethanol) 10ml을 넣고 12시간 환류 교반시켰다. 반응이 끝난 후 물 (H₂O) 50ml을 넣고 3시간 교반 후, 감압여과를 하였다. 메틸렌 클로라이드 (methylene chloride)와 헥산 (hexane)을 용리제 (eluent)로 사용하여 컬럼 크로마토그래피 (column chromatography)로 분리 후 MC 재결정하여 화합물 TPTr-Pyr-TPry (5.01g, 수율 84.6%)를 얻었다.

[0193] 이하, 본 발명의 유기전계발광소자를 제작한 실시예를 개시한다. 하기 전자수송층의 재료 등이 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0194] <비교예 >

[0195] 기관 상에 청색 발광층과 제1 전자수송층을 포함하는 제1 발광부, 전하생성층, 노란색 발광층과 제2 전자수송층을 포함하는 제2 발광부 및 음극을 형성하여 유기전계발광소자를 제조하였다. 여기서, 제1 및 제2 전자수송층은 안트라센 화합물로 형성하였다.

- [0196] <실시예 1>
- [0197] 전술한 비교예와 동일한 구성으로, 상기 제1 전자수송층은 상기 화합물 TPTr-Pyr-TPry로 형성하였다.
- [0198] <실시예 2>
- [0199] 전술한 비교예와 동일한 구성으로, 상기 제2 전자수송층은 상기 화합물 TPTr-Phn-TPry로 형성하였다.
- [0200] 상기 비교예와 실시예들에서 전자수송층의 재료 등이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.
- [0201] 전술한 비교예 및 실시예들에 따라 제조된 소자의 구동전압, 효율 및 수명을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다. (구동전압, 효율 및 수명은 비교예의 값을 100%로 보고 그에 따른 실시예들의 값을 퍼센트로 표시하였고, 소자의 구동 전류 밀도는 10mA/cm²이다.)
- [0202] 또한, 비교예와 실시예 1에 따라 제작된 소자의 전압에 따른 전류밀도를 측정하여 도 4에 나타내었고, 휘도에 따른 양자효율을 측정하여 도 5에 나타내었고, 시간에 따른 휘도를 측정하여 도 6에 나타내었다. 또한, 비교예와 실시예 2에 따라 제조된 소자의 전압에 따른 전류밀도를 측정하여 도 7에 나타내었고, 휘도에 따른 양자효율을 측정하여 도 8에 나타내었고, 시간에 따른 휘도를 측정하여 도 9에 나타내었다.
- [0203] 그리고, 비교예들과 실시예들에서는 발광층으로 옐로그린 발광층을 예로 들었으나, 다른 색을 발광하는 발광부에 포함된 발광층이나 전자수송층에 적용하는 것도 가능하다.

표 1

	구동전압(V)	효율(Cd/A)	수명(T95)
비교예	100%	100%	100%
실시예1	100%	105%	153%
실시예2	93%	97%	143%

- [0204]
- [0205] 상기 표 1, 도 4 내지 도 6을 참조하면, 안트라센 화합물을 제1 및 제2 전자수송층에 사용한 비교예에 비해, 화합물 TPTr-Pyr-TPry를 제1 전자수송층에 사용한 실시예 1은 구동전압이 동일하되 효율이 5% 증가하였고 수명이 53% 증가하였다.
- [0206] 도 4는 전압에 따른 전류밀도를 도시한 것으로, 비교예와 실시예 1의 구동 전압이 동일함을 알 수 있다. 도 5는 휘도에 따른 양자효율을 도시한 것으로 실시예 1이 비교예와 비교하여 효율이 향상되었음을 알 수 있다. 도 6은 시간에 따른 휘도를 도시한 것으로 실시예 1이 비교예와 비교하여 수명이 향상되었음을 알 수 있다. 수명은 초기 발광 휘도 100%에서 시간에 따른 발광 휘도를 측정된 것이다.
- [0207] 또한, 표 1, 도 7 내지 9를 참조하면, 안트라센 화합물을 제1 및 제2 전자수송층에 사용한 비교예에 비해, 화합물 TPTr-Phn-TPry를 제2 전자수송층에 사용한 실시예 2는 구동전압이 7% 감소하였고 효율이 3% 감소하였고 수명이 43% 증가하였다.
- [0208] 도 7은 전압에 따른 전류밀도를 도시한 것으로, 실시예 2가 비교예와 비교하여 구동 전압이 감소하였음을 알 수 있다. 도 8은 휘도에 따른 양자효율을 도시한 것으로 실시예 2가 비교예와 비교하여 효율이 감소하였음을 알 수 있다. 도 9는 시간에 따른 휘도를 도시한 것으로 실시예 2가 비교예와 비교하여 수명이 향상되었음을 알 수 있다. 수명은 초기 발광 휘도 100%에서 시간에 따른 발광 휘도를 측정된 것이다.
- [0209] 상기 결과로부터, 본 발명의 화합물을 전자수송층으로 구성함으로써, 소자의 구동 전압이 감소하고 효율이나 수명이 증가하였음을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 화합물을 포함하는 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자는, 상기 화합물을 포함하지 않은 전자수송층이 적용된 유기전계발광소자에 비하여, 제1 전극 방향으로의 전자 주입과 제2 전극 방향으로의 정공 주입이 향상되어 구동 전압이 상대적으로 감소되고 수명이 상대적으로 향상됨을 알 수 있다.
- [0210] 상기와 같이, 본 발명의 화합물은 질소 원자를 포함하는 코어에 질소 원자를 3개 이상 포함하여 전자가 풍부해 지므로, 빠른 전자 이동도를 가져 전자의 수송을 용이하게 한다. 또한, 본 발명의 화합물은 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 비극성인 트리아진 코어에 극성인 터피리딘 코어와 결합하여 전자의 수송 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 화합물은 방향족 고리 내에 질소를 포함하는 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이에 방향족 고리 링크를 삽입하여 전

자 특성이 강한 트리아진 코어와 터피리딘 코어를 떨어뜨려 한쪽으로 전자가 국한되는 것을 방지함으로써 원활한 전자 주입이 가능하다. 즉, 방향족 고리 링크에 의해 트리아진 코어와 터피리딘 코어 사이의 전자 균형을 유지할 수 있으므로, 전자수송층에서 발광층으로의 원활한 전자 주입이 가능하다. 따라서, 본 발명은 전자수송층 또는 N형 전하생성층에 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 화합물을 포함함으로써, N형 전하생성층 또는 전자수송층으로부터 발광층으로의 전자를 효율적으로 전달하여 구동 전압을 감소시키고, 소자의 효율 및 소자의 수명이나 소자의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0211] 또한, 질소 원자를 포함하는 코어와 전기음성도가 상대적으로 높은 코어를 포함하는 본 발명의 화합물은 전자가 상대적으로 풍부한 sp^2 혼성 오비탈의 질소(N)를 포함하고, 이 질소가 N형 전하생성층의 도펀트인 알칼리금속 또는 알칼리 토금속과 결합(binding)하여 갭 스테이트(gap state)를 형성한다. 따라서, 형성된 갭 스테이트에 의해, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다. 따라서, 본 발명은 N형 전하생성층에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0212] 따라서, 본 발명의 유기전계발광소자는 발광부에 포함된 전자수송층과 N형 전하생성층들 중 적어도 하나에 본 발명의 화합물을 사용함으로써, N형 전하생성층으로부터 전달되는 전자를 효율적으로 발광층에 전달할 수 있다. N형 전하생성층에서 전자수송층으로 전자의 전달이 원활해지므로 전자 주입이 원활하지 못해서 생기는 수명이 저하되는 문제점을 개선할 수 있다. 그리고 전자수송층과 N형 전하생성층 간의 LUMO 에너지 레벨 차이로 인해 N형 전하생성층으로 주입된 전자가 전자수송층으로 이동할 때 생기는 구동 전압이 상승되는 문제점을 개선할 수 있다.

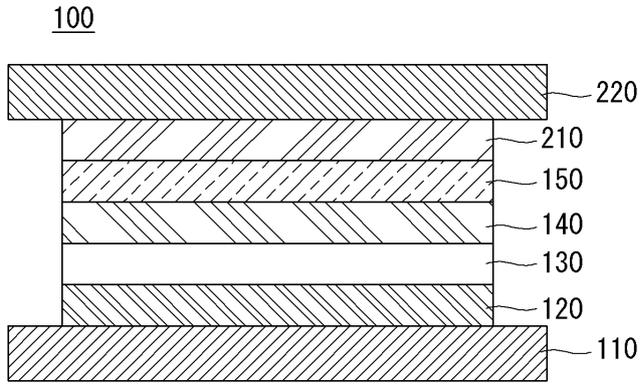
[0213] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

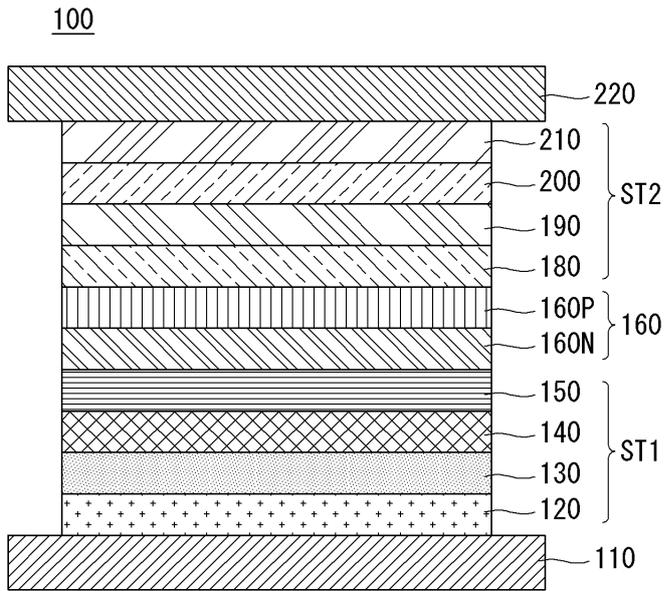
- [0214]
- | | |
|-----------------|-----------------|
| 100 : 유기전계발광소자 | 110 : 양극 |
| 120 : 정공주입층 | 130 : 제1 정공수송층 |
| 140 : 청색 발광층 | 150 : 제1 전자수송층 |
| 160 : 전하생성층 | 160N : N형 전하생성층 |
| 160P : P형 전하생성층 | 180 : 제2 정공수송층 |
| 190 : 노란색 발광층 | 200 : 제2 전자수송층 |
| 210 : 전자주입층 | 220 : 음극 |

도면

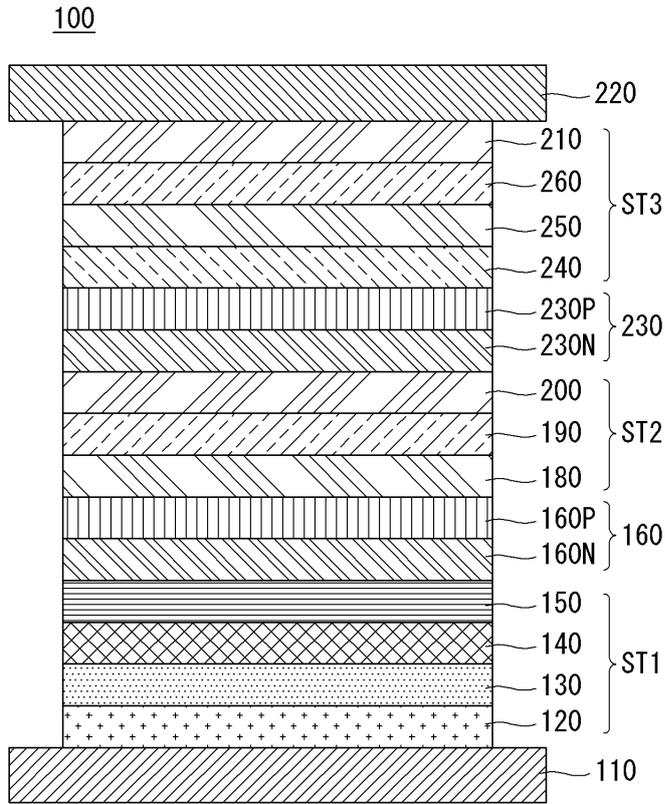
도면1



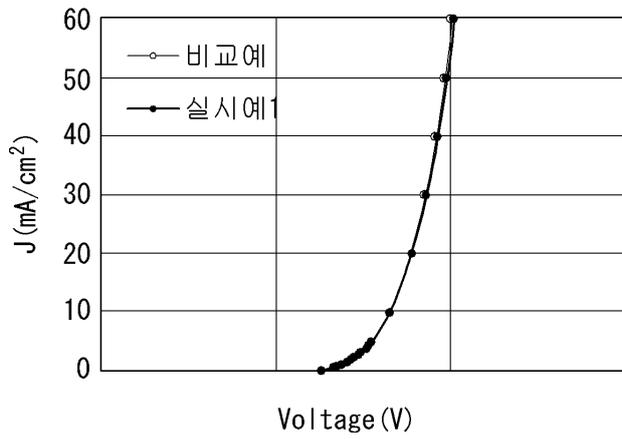
도면2



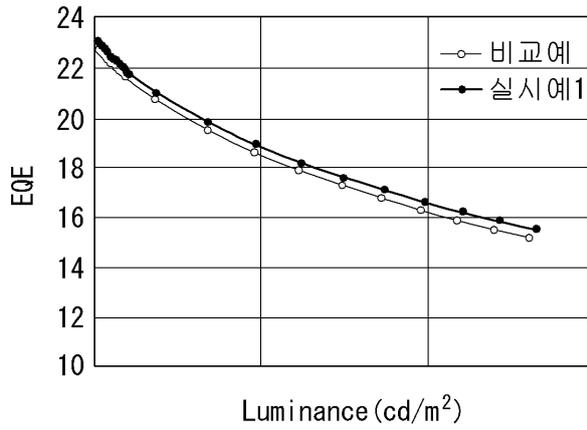
도면3



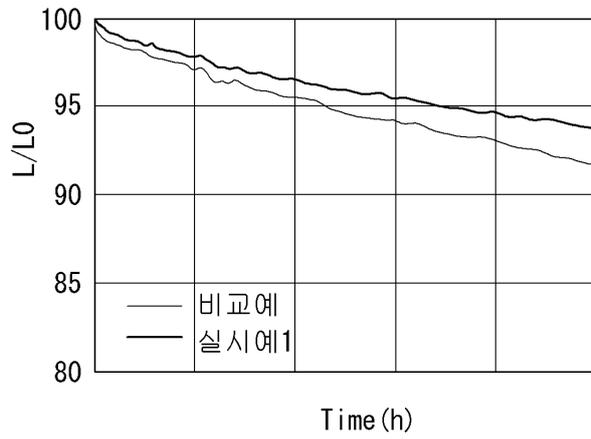
도면4



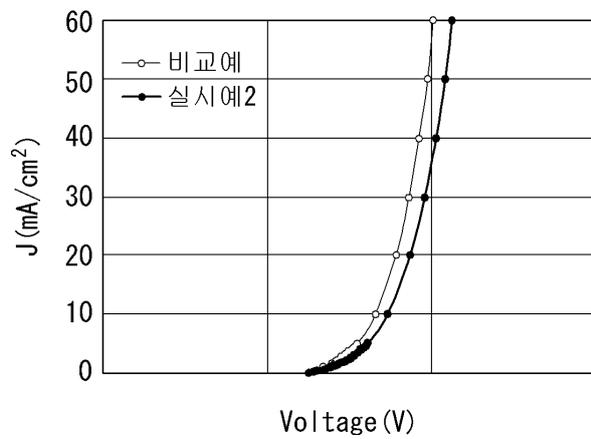
도면5



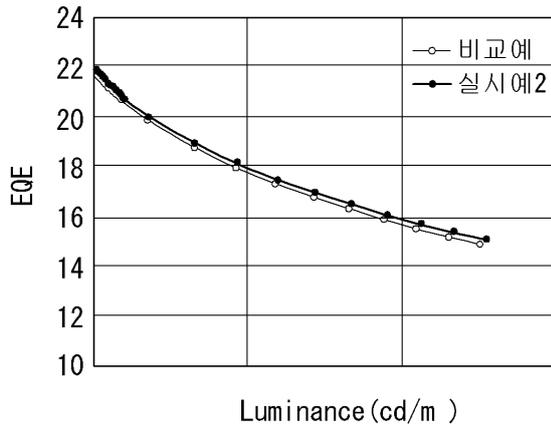
도면6



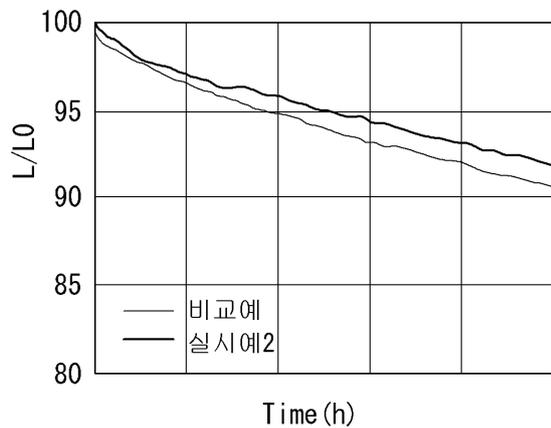
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 36

【변경전】

제31 항에 있어서,

상기 2개 이상의 발광부들은 상기 제2 발광부와 상기 음극 사이에 위치하며, 제3 발광층과 제3 전자수송층을 포함하는 제3 발광부를 더욱 포함하고,

상기 전하 생성층은 상기 제2 발광부와 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발광소자.

【변경후】

제31 항에 있어서,

상기 2개 이상의 발광부들은 상기 제2 발광부와 상기 제 2전극 사이에 위치하며, 제3 발광층과 제3 전자수송층을 포함하는 제3 발광부를 더욱 포함하고,

상기 전하 생성층은 상기 제2 발광부와 제3 발광부 사이에 위치하는 제2 N형 전하생성층을 포함하는 유기전계발

광소자.