

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0073598

(43) 공개일자 2020년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C07D 493/04 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C07D 493/04 (2013.01)

H01L 27/3244 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0161942

(22) 출원일자 2018년12월14일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

윤대위

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

서보민

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

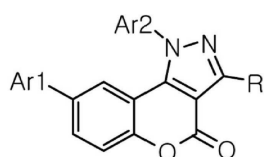
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

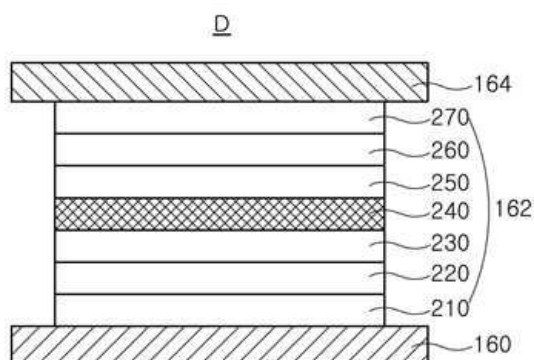
(54) 발명의 명칭 유기 화합물과 이를 포함하는 유기발광다이오드 및 유기발광 표시장치

(57) 요약

본 발명은, 하기 화학식으로 표시되는 유기 화합물 및 이를 이용하는 유기발광다이오드와 유기발광표시장치를 제공한다.



대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 51/0071 (2013.01)

H01L 51/5024 (2013.01)

(72) 발명자

김춘기

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

최동훈

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

조민주

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

최수나

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

고두말라, 말레삼

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

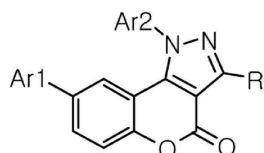
명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식1로 표시되며, Ar1은 질소 원소를 포함하는 C12~C60의 헤테로아릴기이고, Ar2는 C6~C30의 아릴기이며, R은 C1~C10의 알킬기인 유기 화합물.

[화학식1]



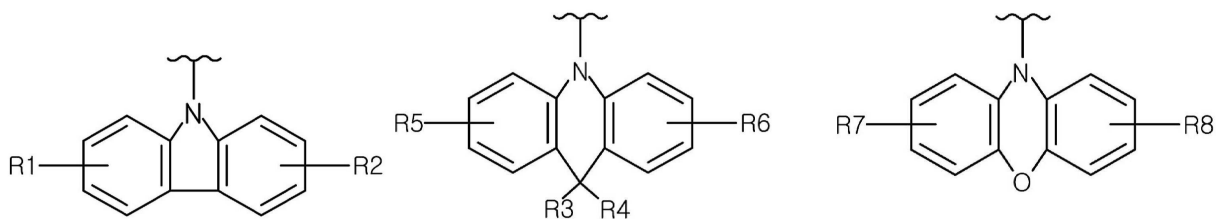
청구항 2

제 1 항에 있어서,

Ar1은 하기 화학식2에서 선택되고,

R1, R2, R5 내지 R8 각각은 독립적으로 수소, 카바줄기, 아릴아민기로부터 선택되며, R3 및 R4 각각은 독립적으로 C1~C10의 알킬기, C6 내지 C30의 아릴기로부터 선택되거나 서로 결합되어 축합환을 이루는 유기 화합물.

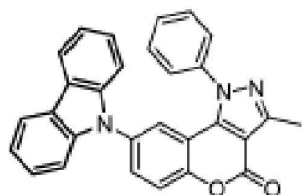
[화학식2]



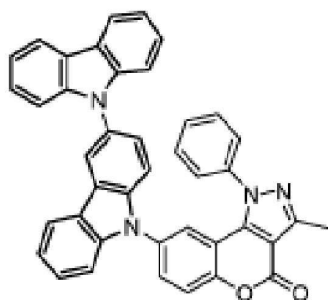
청구항 3

제 1 항에 있어서,

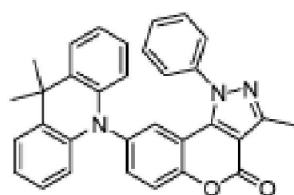
상기 화학식1로 표시되는 유기 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나인 유기 화합물.



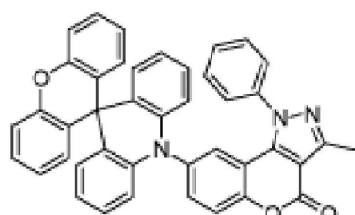
Compound 1



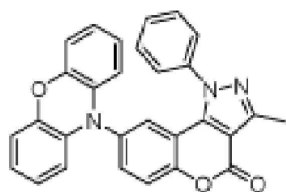
Compound 2



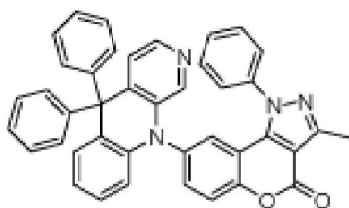
Compound 3



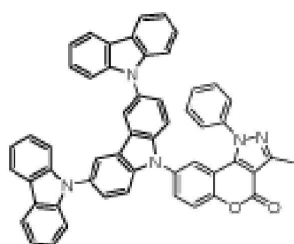
Compound 4



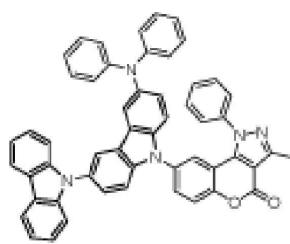
Compound 5



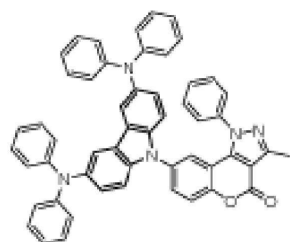
Compound 6



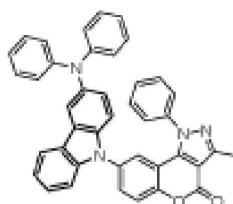
Compound 7



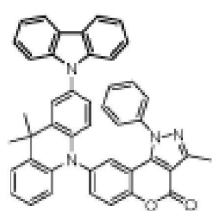
Compound 8



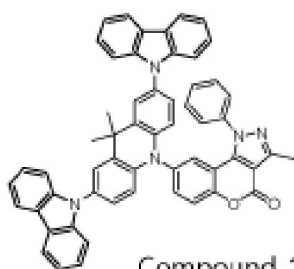
Compound 9



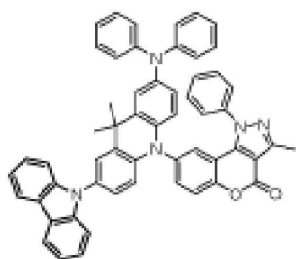
Compound 10



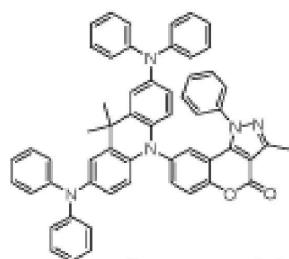
Compound 11



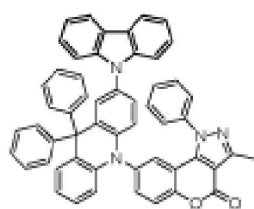
Compound 12



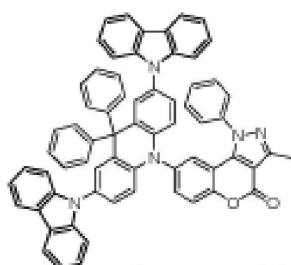
Compound 13



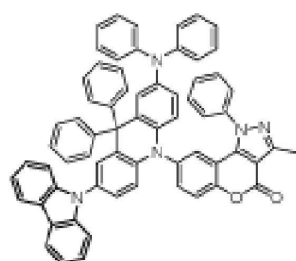
Compound 14



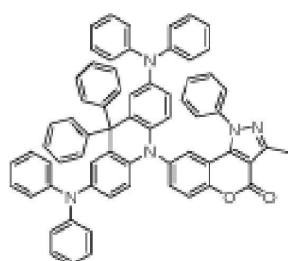
Compound 15



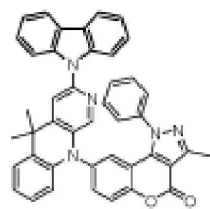
Compound 16



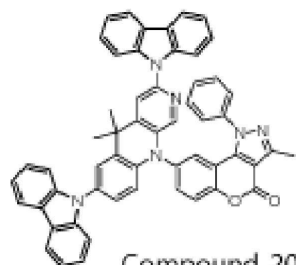
Compound 17



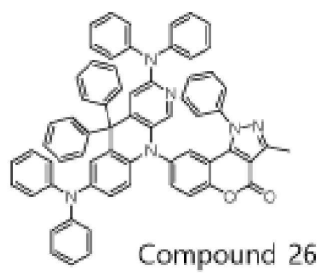
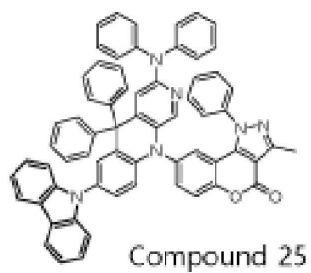
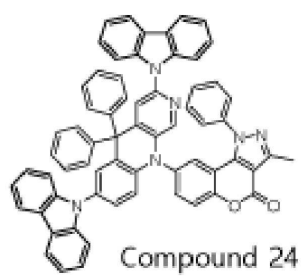
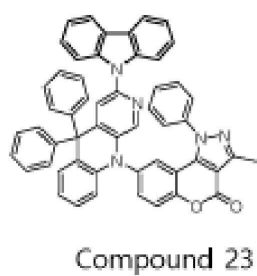
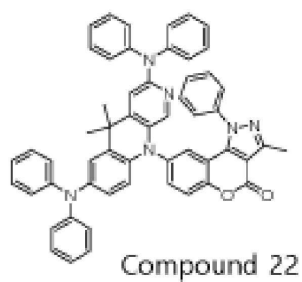
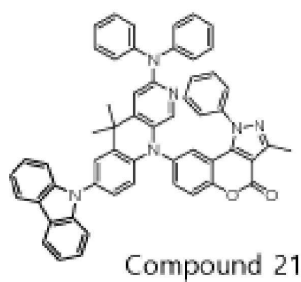
Compound 18



Compound 19



Compound 20



청구항 4

제 1 전극과;

상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과;

상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광물질층을 포함하고,

상기 제 1 발광물질층은 제 1 항 내지 제 3 항 중 하나의 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 제 1 호스트로 이용되고, 상기 제 1 발광물질층은 지연 형광 물질인 제 1 도펀트를 더 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 호스트의 삼중항 에너지는 상기 제 1 도펀트의 삼중항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($\text{HOMO}_{\text{host}}$)과 상기 제 1 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($\text{HOMO}_{\text{Dopant}}$) 차이($|\text{HOMO}_{\text{host}} - \text{HOMO}_{\text{Dopant}}|$) 또는 상기 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($\text{LUMO}_{\text{host}}$)과 상기 제 1 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($\text{LUMO}_{\text{Dopant}}$) 차이($|\text{LUMO}_{\text{host}} - \text{LUMO}_{\text{Dopant}}|$)는 0.5eV 이하인 유기발광다이오드.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 발광물질층은 형광 물질인 제 2 도펀트를 더 포함하며,

상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 도펀트의 제 1 삼중항 에너지는 상기 제 1 호스트의 제 2 삼중항 에너지보다 작고 상기 제 2 도펀트의 제 3 삼중항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

제 2 호스트와 형광 물질인 제 2 도펀트를 포함하며 상기 제 1 전극과 상기 제 1 발광물질층 사이에 위치하는 제 2 발광물질층을 더 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 발광물질층 사이에 위치하는 전자차단층을 더 포함하고, 상기 제 2 호스트는 상기 전자차단층의 물질과 동일한 유기발광다이오드.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

제 3 호스트와 형광 물질인 제 3 도펀트를 포함하며 상기 제 1 발광물질층과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 3 발광물질층을 더 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 전극과 상기 제 3 발광물질층 사이에 위치하는 정공차단층을 더 포함하고, 상기 제 3 호스트는 상기 정공차단층의 물질과 동일한 유기발광다이오드.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 상기 제 2 및 제 3 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 호스트의 단일항 에너지와 삼중항 에너지 각각은 상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항 에너지보다 크고,

상기 제 2 호스트의 단일항 에너지는 상기 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 크며,

상기 제 3 호스트의 단일항 에너지는 상기 제 3 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 상기 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 유기발광다이오드.

청구항 17

기판과;

상기 기판 상부에 위치하는 제 4 항의 유기발광다이오드와;

상기 기판과 상기 유기발광다이오드 사이에 위치하며 상기 유기발광다이오드에 연결되는 박막트랜지스터를 포함하는 유기발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 화합물에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 높은 삼중항 에너지를 갖는 유기 화합물과, 이를 포함하는 유기발광다이오드 및 유기발광 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 표시장치의 대형화에 따라 공간 점유가 적은 평면표시소자의 요구가 증대되고 있는데, 이러한 평면표시소자 중 하나로써 유기발광다이오드를 포함하며 유기전계발광소자(organic electroluminescent device: OLED)라고도 불리는 유기발광 표시장치(organic light emitting display (OLED) device)의 기술이 빠른 속도로 발전하고 있다.

[0004] 유기발광다이오드는 전자 주입 전극(음극)과 정공 주입 전극(양극) 사이에 형성된 유기 발광층에 전하를 주입하면 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다. 플라스틱 같은 휘 수 있는(flexible) 투명 기판 위에도 소자를 형성할 수 있을 뿐 아니라, 낮은 전압에서 (10V이하) 구동이 가능하고, 또한 전력 소모가 비교적 적으며, 색순도가 뛰어나다는 장점이 있다.

[0005] 양극과 음극으로부터의 정공과 전자는 발광물질층에서 결합하여 엑시톤(exciton)을 형성하며 불안정한 에너지 상태로 여기 되었다가 안정한 에너지 상태로 돌아오며 빛을 방출하게 된다.

- [0006] 최근, 발광물질층의 발광체, 즉 도펀트로서 지연 형광 화합물이 이용되고 있다. 지연 형광 도펀트에서는, 삼중항 여기자가 역계간전이(reverse inter-system crossing, RISC) 현상에 의해 단일항 여기자로 전환됨으로써 높은 발광 효율을 갖는다.
- [0007] 이와 같은 지연 형광 화합물은 FADF (field activated delayed fluorescence) 화합물 또는 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 화합물로 지칭되기도 한다.
- [0008] 한편, 도펀트는 농도 소광 현상으로 급격한 효율감소가 발생하기 때문에, 발광물질층은 호스트를 더 포함한다. 지연 형광 화합물에서 형성된 여기자를 지연 형광 화합물에만 가두기 위해, 호스트는 도펀트보다 높은 삼중항 에너지를 가져야 한다.
- [0009] 예를 들어, 지연 형광 화합물의 청색 발광을 위해, DPEPO와 같이 높은 삼중항 에너지를 갖는 물질이 호스트로 개발되었다. 그러나, Bis[2-(diphenylphosphino)-phenyl]ether oxide(DPEPO) 화합물은 포스핀 옥사이드 모이어티를 포함하여 n-타입 특성을 갖는다. 이에 따라 정공과 전자의 재결합 영역(recombination zone)이 발광물질층에서 양극인 제 1 전극 측에 치우쳐서 발생한다.
- [0010] 또한, p-타입 특성을 갖는 CBP가 호스트로 이용되는 경우, 정공과 전자의 재결합 영역이 발광물질층에서 음극인 제 2 전극 측에 치우쳐서 발생한다.
- [0011] 이와 같이, 종래 호스트 물질을 이용하는 경우, 정공과 전자의 재결합 영역이 발광물질층의 중앙이 아니기 때문에, 유기발광다이오드 및 유기발광표시장치의 효율과 수명이 저하되는 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 종래 유기발광다이오드 및 유기발광 표시장치에서의 낮은 발광 효율과 수명 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명은, 하기 화학식1로 표시되며, Ar1은 질소 원소를 포함하는 C12~C60의 헤테로아릴기이고, Ar2는 C6~C30의 아릴기이며, R은 C1~C10의 알킬기인 유기 화합물을 제공한다.

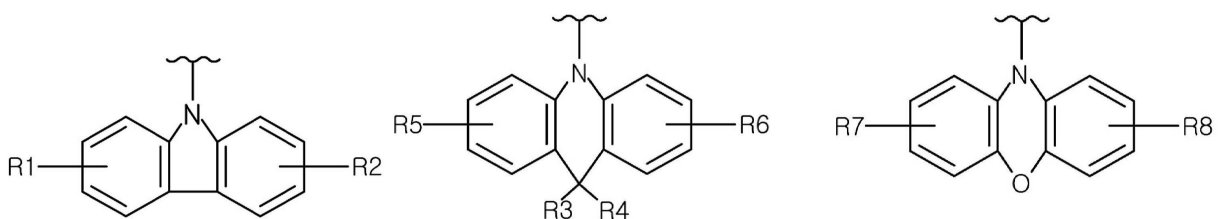
- [0016] [화학식1]



- [0017]

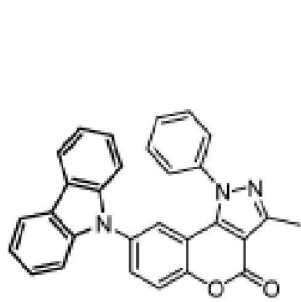
- [0018] 본 발명의 유기 화합물에 있어서, Ar1은 하기 화학식2에서 선택되고, R1, R2, R5 내지 R8 각각은 독립적으로 수소, 카바줄기, 아릴아민기로부터 선택되며, R3 및 R4 각각은 독립적으로 C1~C10의 알킬기, C6 내지 C30의 아릴기로부터 선택되거나 서로 결합되어 축합환을 이룰 수 있다.

- [0019] [화학식2]

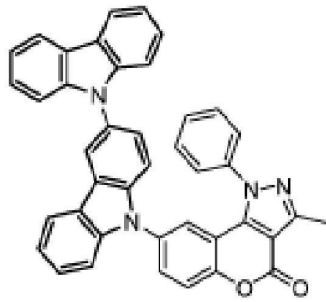


- [0020]

[0021] 상기 화학식1로 표시되는 유기 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나일 수 있다.

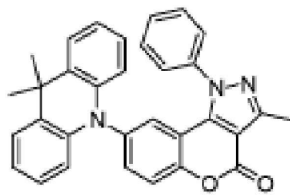


Compound 1

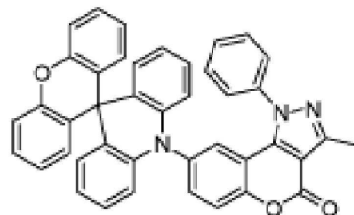


Compound 2

[0022]

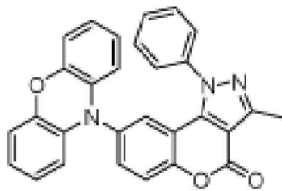


Compound 3

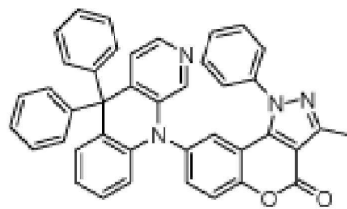


Compound 4

[0023]

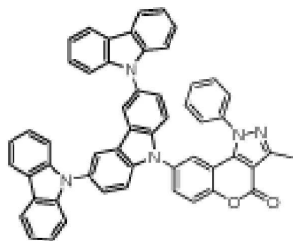


Compound 5

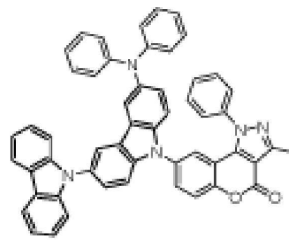


Compound 6

[0024]

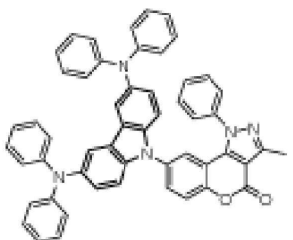


Compound 7

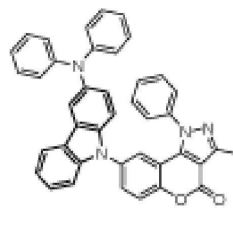


Compound 8

[0025]

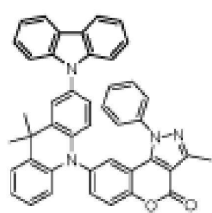


Compound 9

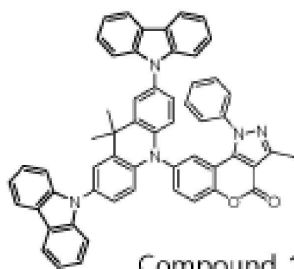


Compound 10

[0026]

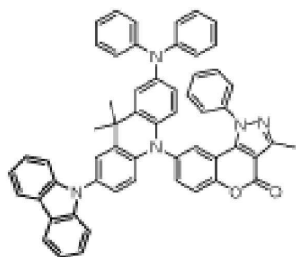


Compound 11

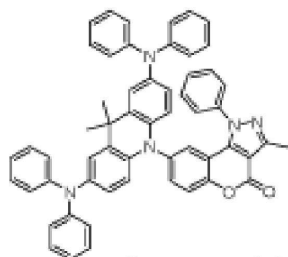


Compound 12

[0027]

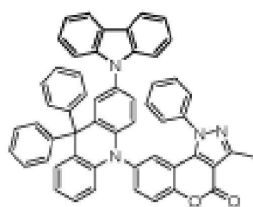


Compound 13

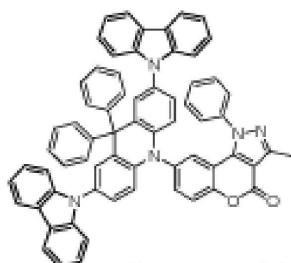


Compound 14

[0028]

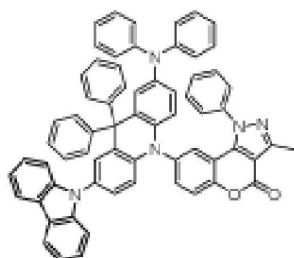


Compound 15

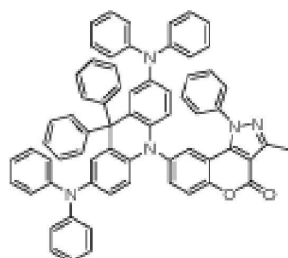


Compound 16

[0029]

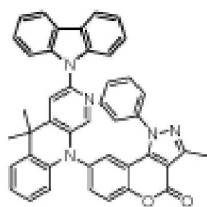


Compound 17

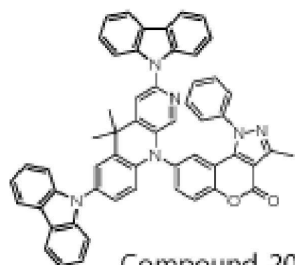


Compound 18

[0030]

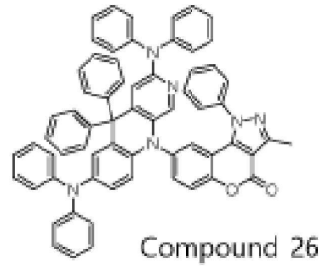
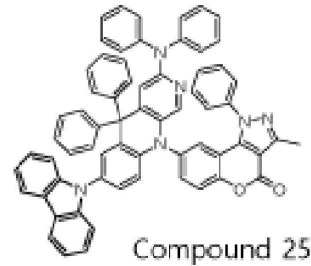
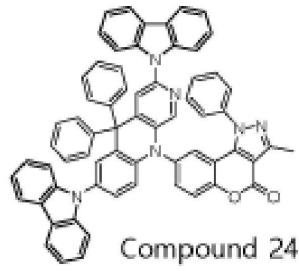
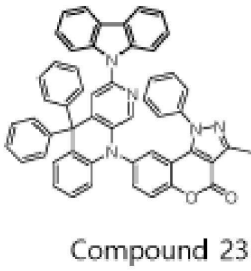
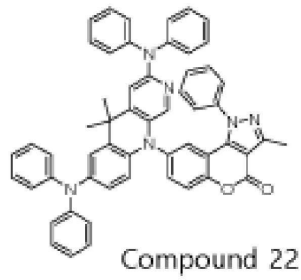
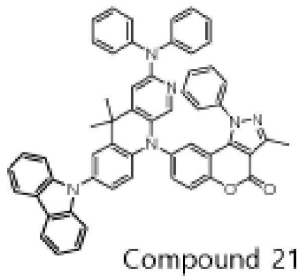


Compound 19



Compound 20

[0031]



다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 전극과; 상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과; 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광물질층을 포함하고,

상기 제 1 발광물질층은 전술한 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드를 제공한다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 유기 화합물은 제 1 호스트로 이용되고, 상기 제 1 발광물질층은 지연 형광 물질인 제 1 도펀트를 더 포함할 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 호스트의 삼중항 에너지는 상기 제 1 도펀트의 삼중항 에너지보다 클 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Host}$)과 상기 제 1 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Dopant}$) 차이($|HOMO_{Host} - HOMO_{Dopant}|$) 또는 상기 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Host}$)과 상기 제 1 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Dopant}$) 차이($|LUMO_{Host} - LUMO_{Dopant}|$)는 0.5eV 이하일 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 발광물질층은 형광 물질인 제 2 도펀트를 더 포함하며, 상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 클 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 도펀트의 제 1 삼중항 에너지는 상기 제 1 호스트의 제 2 삼중항 에너지보다 작고 상기 제 2 도펀트의 제 3 삼중항 에너지보다 클 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 제 2 호스트와 형광 물질인 제 2 도펀트를 포함하며 상기 제 1 전극과 상기 제 1 발광물질층 사이에 위치하는 제 2 발광물질층을 더 포함할 수 있다.

본 발명의 유기발광다이오드는, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 발광물질층 사이에 위치하는 전자차단층을 더 포함하고, 상기 제 2 호스트는 상기 전자차단층의 물질과 동일할 수 있다.

- [0044] 본 발명의 유기발광다이오드는, 제 3 호스트와 형광 물질인 제 3 도펀트를 포함하며 상기 제 1 발광물질층과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 3 발광물질층을 더 포함할 수 있다.
- [0045] 본 발명의 유기발광다이오드는, 상기 제 2 전극과 상기 제 3 발광물질층 사이에 위치하는 정공차단층을 더 포함하고, 상기 제 3 호스트는 상기 정공차단층의 물질과 동일할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 상기 제 2 및 제 3 도펀트의 단일항 에너지보다 클 수 있다.
- [0047] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 호스트의 단일항 에너지와 삼중항 에너지 각각은 상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항 에너지보다 크고, 상기 제 2 호스트의 단일항 에너지는 상기 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 크며, 상기 제 3 호스트의 단일항 에너지는 상기 제 3 도펀트의 단일항 에너지보다 클 수 있다.
- [0048] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 상기 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 클 수 있다.
- [0049] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기관과; 상기 기관 상부에 위치하는 전술한 유기발광다이오드와; 상기 기관과 상기 유기발광다이오드 사이에 위치하며 상기 유기발광다이오드에 연결되는 박막트랜지스터를 포함하는 유기발광 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0051] 본 발명의 유기 화합물은 크로메노피라졸(chromenopyrazole)의 전자받개 모이어티와 이에 연결된 전자주개 모이어티를 포함하며, 높은 삼중항 에너지와 바이폴라(bipolar, 양극성) 특성을 갖는다.
- [0052] 따라서, 본 발명의 유기 화합물이 유기 발광층에서 호스트로 이용되는 경우, 발광효율이 향상된다.
- [0053] 또한, 본 발명의 유기 화합물이 유기 발광층에서 호스트로서 지연 형광 도펀트와 함께 이용되면, 지연 형광 도펀트의 여기자가 지연 형광 도펀트 내에 가두어짐으로써, 발광 효율이 더욱 향상된다.
- [0054] 더욱이, 본 발명의 유기 화합물은 바이폴라 특성을 갖기 때문에, 정공과 전자의 재결합 영역이 발광물질층의 중앙에서 발생하여 수명이 향상된다.
- [0055] 즉, 본 발명의 유기발광다이오드와 유기발광 표시장치는 높은 삼중항 에너지를 갖는 바이폴라 특성의 유기 화합물을 호스트로 이용함으로써, 발광 효율과 수명 측면에서 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0057] 도 1은 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 개략적인 회로도이다.
- 도 2는 본 발명의 유기발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 4a 및 도 4b 각각은 본 발명에 따른 화합물1의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 5a 및 도 5b 각각은 본 발명에 따른 화합물2의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 6a 및 도 6b 각각은 본 발명에 따른 화합물3의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 7a 및 도 7b 각각은 본 발명에 따른 화합물4의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 8a 및 도 8b 각각은 본 발명에 따른 화합물5의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 9a 및 도 9b 각각은 본 발명에 따른 화합물6의 LUMO와 HOMO 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 유기 화합물의 정공 이동 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 유기 화합물의 전자 이동 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0058] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0059] 도 1은 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 개략적인 회로도이다.
- [0060] 도 1에 도시한 바와 같이, 유기발광 표시장치에는, 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL), 데이터 배선(DL) 및 파워 배선(PL)이 형성되고, 화소영역(P)에는, 스위칭 박막트랜지스터(Ts), 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 발광다이오드(D)가 형성된다.
- [0061] 스위칭 박막트랜지스터(Ts)는 게이트 배선(GL) 및 데이터 배선(DL)에 연결되고, 구동 박막트랜지스터(Td) 및 스토리지 커패시터(Cst)는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 파워 배선(PL) 사이에 연결된다. 발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결된다.
- [0062] 이러한 유기발광 표시장치에서는, 게이트 배선(GL)에 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되면, 데이터 배선(DL)에 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0063] 구동 박막트랜지스터(Td)는 게이트 전극에 인가된 데이터 신호에 따라 턴-온 되며, 그 결과 데이터 신호에 비례하는 전류가 파워 배선(PL)으로부터 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 발광다이오드(D)로 흐르게 되고, 발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 흐르는 전류에 비례하는 휘도로 발광한다.
- [0064] 이때, 스토리지 커패시터(Cst)에는 데이터신호에 비례하는 전압으로 충전되어, 일 프레임(frame) 동안 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극의 전압이 일정하게 유지되도록 한다.
- [0065] 따라서, 유기발광 표시장치는 원하는 영상을 표시할 수 있다.
- [0067] 도 2는 본 발명의 유기발광 표시장치의 개략적인 단면도이고, 도 3는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0068] 도 2에 도시된 바와 같이, 유기발광 표시장치(100)는 기판(110) 상에 위치하는 박막트랜지스터(Tr)와 박막트랜지스터(Tr)에 연결되는 유기발광다이오드(D)를 포함한다.
- [0069] 기판(110)은 유리기판 또는 플라스틱 기판일 수 있다. 예를 들어, 기판(110)은 폴리이미드로 이루어질 수 있다.
- [0070] 기판(110) 상에는 버퍼층(120)이 형성되고, 버퍼층(120) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 버퍼층(120)은 생략될 수 있다.
- [0071] 버퍼층(120) 상에는 반도체층(122)이 형성된다. 반도체층(122)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0072] 반도체층(122)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 반도체층(122) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(122)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(122)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(122)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(122)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0073] 반도체층(122) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(124)이 형성된다. 게이트 절연막(124)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0074] 게이트 절연막(124) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(130)이 반도체층(122)의 중앙에 대응하여 형성된다.
- [0075] 도 2에서는, 게이트 절연막(124)이 기판(110) 전면에서 형성되어 있으나, 게이트 절연막(124)은 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패턴닝될 수도 있다.

- [0076] 게이트 전극(130) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(132)이 형성된다. 층간 절연막(132)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0077] 층간 절연막(132)은 반도체층(122)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)을 갖는다. 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 게이트 전극(130)의 양측에 게이트 전극(130)과 이격되어 위치한다.
- [0078] 여기서, 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 게이트 절연막(124) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(124)이 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 층간 절연막(132) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0079] 층간 절연막(132) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(140)과 드레인 전극(142)이 형성된다.
- [0080] 소스 전극(140)과 드레인 전극(142)은 게이트 전극(130)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)을 통해 반도체층(122)의 양측과 접촉한다.
- [0081] 반도체층(122)과, 게이트전극(130), 소스 전극(140), 드레인전극(142)은 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다.
- [0082] 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층(120)의 상부에 게이트 전극(130), 소스 전극(142) 및 드레인 전극(144)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0083] 이와 달리, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0084] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소영역을 정의하며, 게이트 배선과 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자가 더 형성된다. 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다.
- [0085] 또한, 파워 배선이 데이터 배선 또는 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.
- [0086] 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(142)을 노출하는 드레인 콘택홀(152)을 갖는 보호층(150)이 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.
- [0087] 보호층(150) 상에는 드레인 콘택홀(152)을 통해 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(142)에 연결되는 제 1 전극(160)이 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다. 제 1 전극(160)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(160)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0088] 한편, 본 발명의 표시패널(110)이 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 제 1 전극(160) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0089] 또한, 보호층(150) 상에는 제 1 전극(160)의 가장자리를 덮는 बैं크층(166)이 형성된다. बैं크층(166)은 화소영역에 대응하여 제 1 전극(160)의 중앙을 노출한다.
- [0090] 제 1 전극(160) 상에는 유기 발광층(162)이 형성된다. 유기 발광층(162)은 발광물질로 이루어지는 발광물질층(emitting material layer)의 단일층 구조일 수 있다. 또한, 발광 효율을 높이기 위해, 유기 발광층(162)은 다중 구조를 가질 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 유기 발광층(162)은 제 1 및 제 2 전극(160, 164) 사이에 위치하는 발광 물질층(240)과, 제 1 전극(160)과 발광 물질층(240) 사이에 위치하는 정공 수송층(hole transporting layer, 220)과, 제 2 전극(164)과 발광 물질층(240) 사이에 위치하는 전자 수송층(electron transporting layer, 260)을 포함할 수 있다.
- [0092] 또한, 유기 발광층(162)은 제 1 전극(160)과 정공 수송층(220) 사이에 위치하는 정공 주입층(hole injection layer, 210)과, 제 2 전극(164)과 전자 수송층(260) 사이에 위치하는 전자 주입층(electron injection layer,

270)을 더 포함할 수도 있다.

[0093] 또한, 유기 발광층(162)은 정공 수송층(220)과 발광물질층(240) 사이에 위치하는 전자 차단층(electron blocking layer, 230)과 발광 물질층(240)과 전자 수송층(260) 사이에 위치하는 정공 차단층(hole blocking layer, 250)을 더 포함할 수도 있다.

[0094] 유기 발광층(162)이 형성된 기관(110) 상부로 제 2 전극(164)이 형성된다. 제 2 전극(164)은 표시영역의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(164)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

[0095] 제 1 전극(160), 유기발광층(162) 및 제 2 전극(164)는 유기발광다이오드(D)를 이룬다.

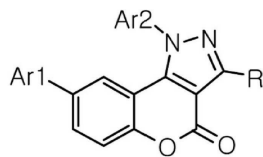
[0096] 제 2 전극(164) 상에는, 외부 수분이 유기발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(encapsulation film, 170)이 형성된다. 인캡슐레이션 필름(170)은 제 1 무기 절연층(172)과, 유기 절연층(174)과 제 2 무기 절연층(174)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0097] 또한, 인캡슐레이션 필름(170) 상에는 외부광 반사를 줄이기 위한 편광판(미도시)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 편광판은 원형 편광판일 수 있다.

[0098] 또한, 인캡슐레이션 필름(170) 또는 편광판 상에 커버 윈도우(미도시)가 부착될 수 있다. 이때, 기관과 커버 윈도우가 플렉서블 특성을 가져, 플렉서블 표시장치를 이룰 수 있다.

[0100] 유기 발광층(162)은 하기 화학식으로 표시되는 유기 화합물을 포함한다.

[0101] [화학식1]

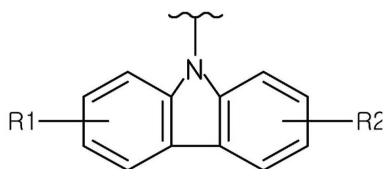


[0102]

[0103] 화학식1에서, Ar1은 질소 원소를 포함하는 C12~C60의 헤테로아릴기일 수 있고, Ar2는 C6~C30의 아릴기일 수 있다. 또한, R은 C1~C10의 알킬기일 수 있다.

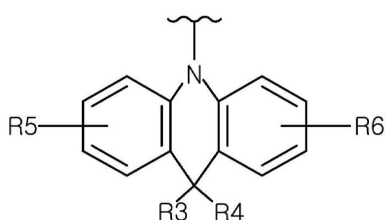
[0104] 예를 들어, Ar1은 하기 화학식2-1 또는 하기 화학식2-2로 표시될 수 있다.

[0106] [화학식2-1]



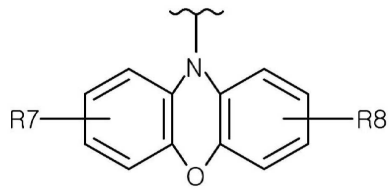
[0107]

[0108] [화학식2-2]



[0109]

[0110] [화학식2-3]

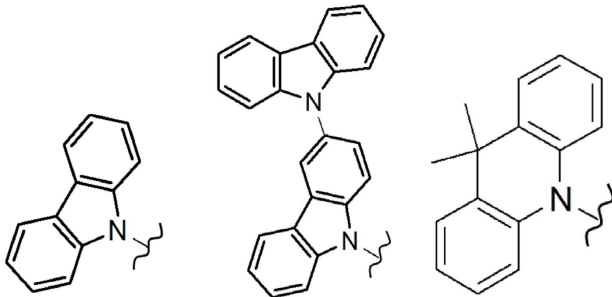


[0111]

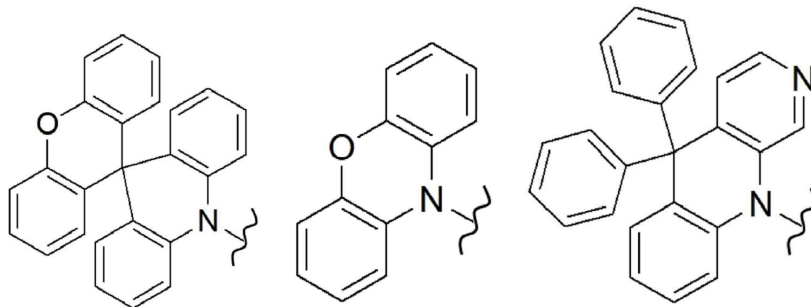
[0112] 화학식2-1에서 R1 및 R2 각각은 독립적으로 수소, 카바졸기, 아릴아민기로부터 선택될 수 있다. 화학식2-2에서, R3 및 R4 각각은 독립적으로 C1~C10의 알킬기, C6 내지 C30의 아릴기로부터 선택되거나 서로 결합되어 축합환(fused ring)을 이룰 수 있다. 또한, 화학식2-2에서, R5 및 R6 각각은 독립적으로 수소, 카바졸기, 아릴아민기로부터 선택될 수 있다. 화학식3에서, R7 및 R8 각각은 독립적으로 수소, 카바졸기, 아릴아민기로부터 선택될 수 있다.

[0114] 예를 들어, Ar1은 하기 화학식3의 헤테로아릴기에서 선택될 수 있다.

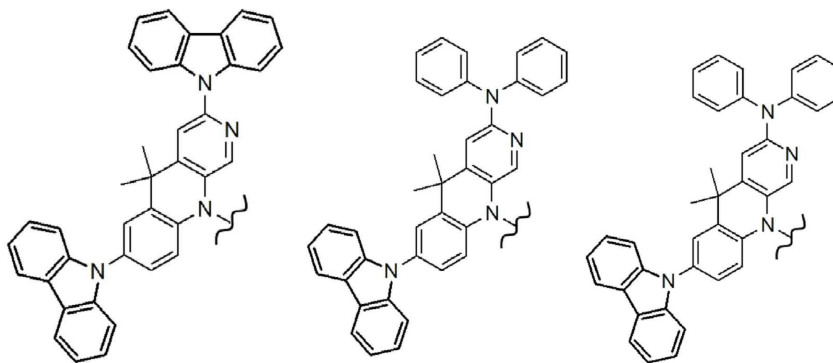
[0115] [화학식3]



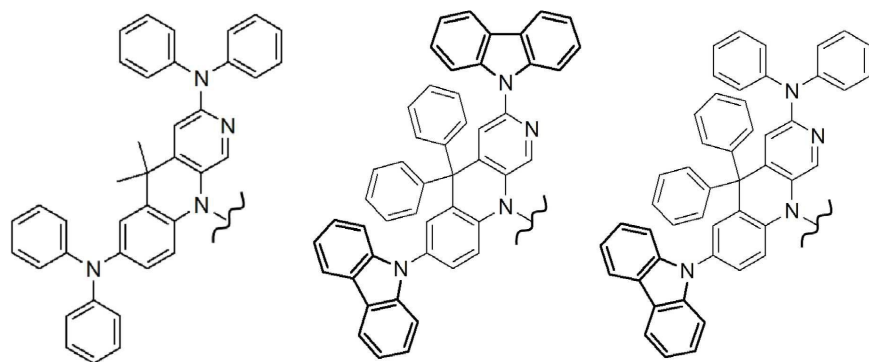
[0116]



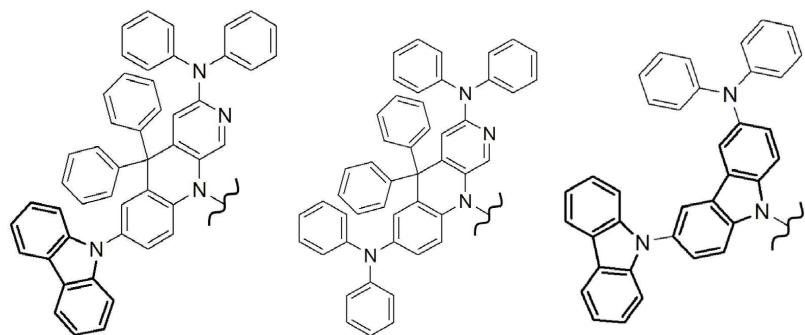
[0117]



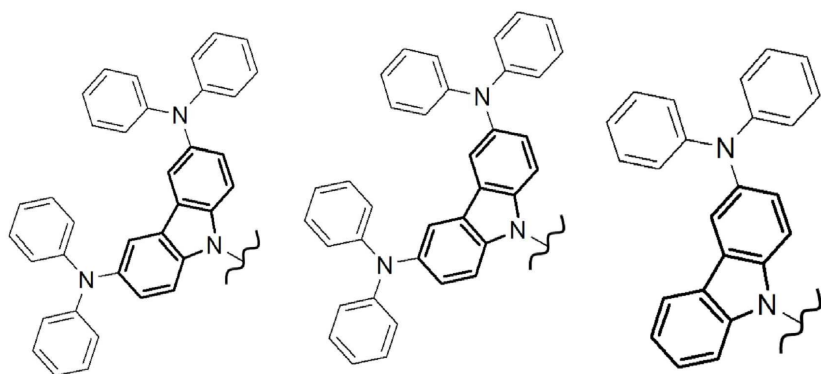
[0118]



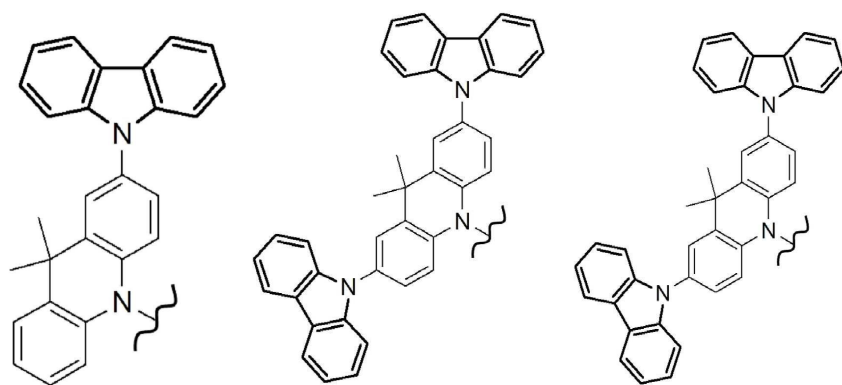
[0119]



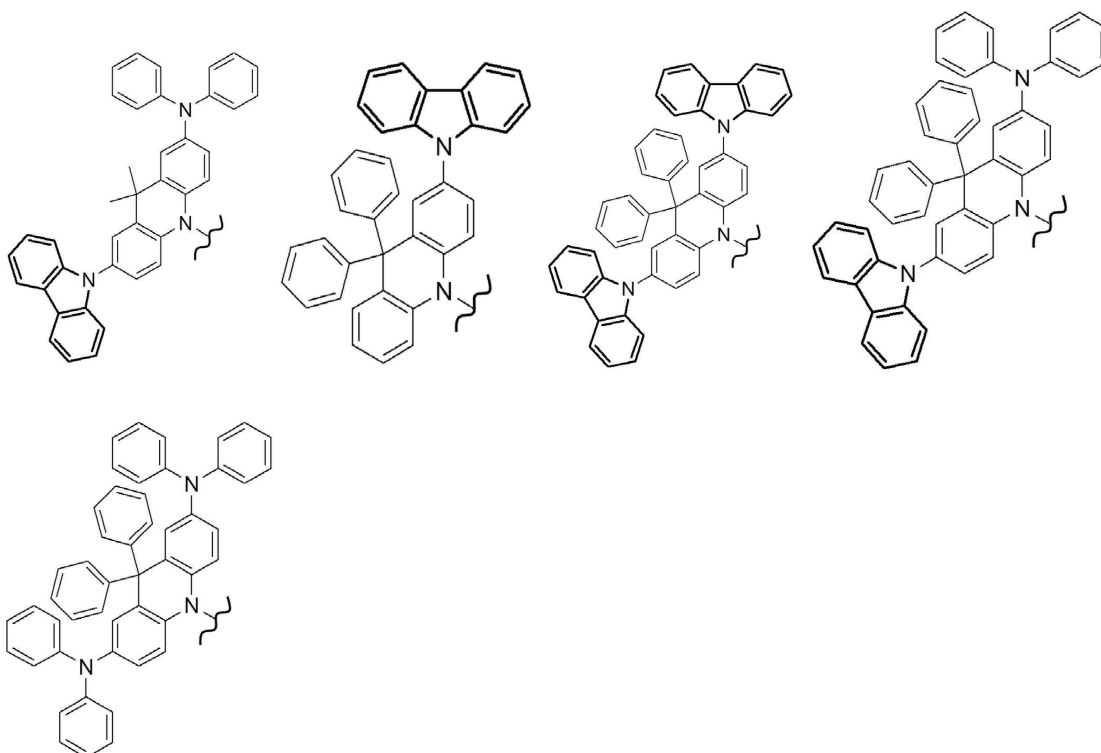
[0120]



[0121]



[0122]



[0123]

[0124] 또한, 화학식1에서, Ar2는 페닐기일 수 있고, R은 메틸기일 수 있다.

[0126] 본 발명의 유기 화합물은 크로메노피라졸(chromenopyrazole) 코어를 가지며 이에 따라 유기 화합물은 높은 삼중항 에너지를 갖는다.

[0127] 또한, 크로메노피라졸이 전자받개 모이어티로 이용되고 전자받개 모이어티(예를 들어 카바졸)가 전자받개 모이어티에 연결됨으로써, 본 발명의 유기 화합물은 바이폴라 특성을 갖는다.

[0128] 따라서, 본 발명의 유기 화합물이 발광물질층의 호스트로 이용되는 경우, 유기발광다이오드 및 유기발광 표시장치의 발광효율과 수명이 향상된다.

[0129] 예를 들어, 높은 삼중항 에너지를 갖는 호스트인 DPEPO 화합물은 n-타입 특성을 갖기 때문에, 정공과 전자의 재결합이 발광물질층의 중앙에서 발생되지 않는다. 그러나, 본 발명의 유기 화합물은 높은 삼중항 에너지를 가지면서도 바이폴라 특성을 가져 정공과 전자의 밸런스가 향상됨으로써, 정공과 전자의 재결합이 발광물질층의 중앙에서 일어난다. 따라서, 유기발광다이오드 및 유기발광 표시장치의 수명 단축 없이 발광효율이 향상된다.

[0130] 본 발명의 유기 화합물은 유기발광층(162), 보다 정확히는 유기발광층(162)의 발광물질층(240)에 포함된다. 발광물질층(240)에서, 유기 화합물은 호스트(host)로 이용되며, 발광물질층(240)은 (dopant)를 더 포함할 수 있다. 도펀트는 호스트에 대하여 약 1~40의 중량비(wt%)를 갖는다. 이때 도펀트는 지연형광 도펀트, 형광 도펀트, 인광 도펀트 중 적어도 하나일 수 있다.

[0131] 예를 들어, 발광물질층(240)이 본 발명의 유기 화합물인 호스트와 지연 형광 도펀트를 포함하는 경우, 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨(HOMO_{host})과 지연 형광 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨(HOMO_{dopant}) 차이 (|HOMO_{host}-HOMO_{dopant}|) 또는 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨(LUMO_{host})과 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨(LUMO_{dopant}) 차이 (|LUMO_{host}-LUMO_{dopant}|)는 0.5eV이하가 되도록 한다. 이에 따라, 호스트에서 지연 형광 도펀트로의 전하이동(charge transfer) 효율이 향상된다.

[0132] 이때, 지연 형광 도펀트의 삼중항 에너지가 호스트의 삼중항 에너지보다 작고, 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지와 지연 형광 도펀트의 삼중항 에너지의 차이(ΔE_{ST})는 0.3eV이하인 것을 특징으로 한다. ΔE_{ST} 가 작을수록 발광효율이 증가하며, 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항 에너지의 차이(ΔE_{ST})가 비교적 큰 약 0.3eV가

되더라도 전계에 의해 단일항 상태(S_1) 여기자와 삼중항 상태(T_1) 여기자가 중간 상태(I_1)로 전이 될 수 있다.
($\Delta E_{ST} \leq 0.3$)

[0133] 한편, 발광물질층(240)은 본 발명의 유기 화합물을 호스트로 포함하고 지연 형광 도펀트(제 1 도펀트)와 형광 도펀트(제 2 도펀트)를 포함할 수 있다. 도핑된 제 1 및 제 2 도펀트의 합은 호스트에 대하여 약 1~40wt%일 수 있다.

[0134] 이때, 제 1 도펀트의 단일항 에너지는 제 2 도펀트의 단일항 에너지보다 크다. 또한, 제 1 도펀트의 삼중항 에너지는 호스트의 삼중항 에너지보다 작고 제 2 도펀트의 삼중항 에너지보다 크다.

[0135] 발광물질층(240)이 호스트 물질과 제 1 및 제 2 도펀트 물질을 포함함으로써, 발광 효율 및 색감이 더욱 향상된다. 즉, 호스트에서 제 1 도펀트로 에너지 전이가 일어나고, 제 1 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항에너지가 제 2 도펀트로 전달되어 제 2 도펀트에서 발광이 일어나기 때문에, 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 증가하고 반치폭이 좁아진다.

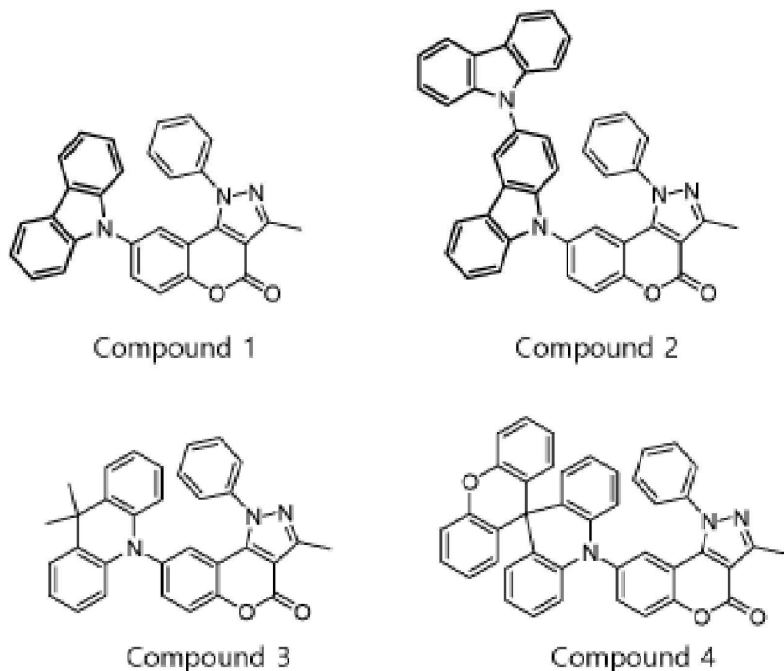
[0136] 지연 형광 특성을 갖는 제 1 도펀트는 높은 양자효율을 갖지만 반치폭이 넓기 때문에 색순도가 좋지 않고, 형광 물질인 제 2 도펀트는 반치폭이 좁기 때문에 색순도에서 장점을 갖지만 삼중항 여기자가 발광에 참여하지 못하기 때문에 낮은 양자효율을 갖는다.

[0137] 그러나, 발광물질층(340)이 지연 형광 물질인 제 1 도펀트와 형광 물질인 제 2 도펀트를 포함하는 경우, 발광 효율과 색순도 모두에서 장점을 갖게 된다.

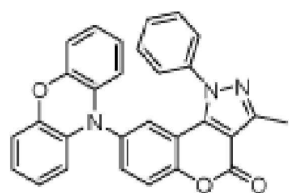
[0138] 이때 높은 삼중항 에너지를 갖는 바이폴라 특성의 호스트인 본 발명의 유기 화합물이 이용됨으로써, 발광 효율이 더욱 향상된다.

[0140] 예를 들어, 화학식1의 유기 화합물은 하기 화학식4의 화합물 중 어느 하나일 수 있다.

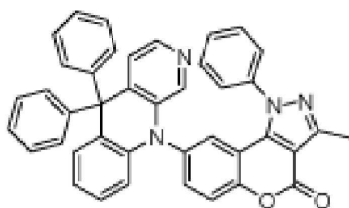
[0141] [화학식4]



[0143]

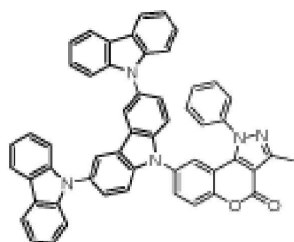


Compound 5

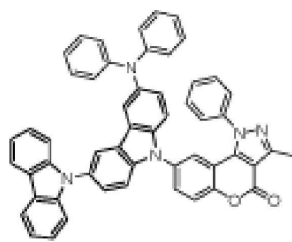


Compound 6

[0144]

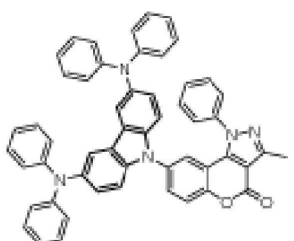


Compound 7

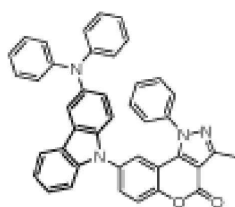


Compound 8

[0145]

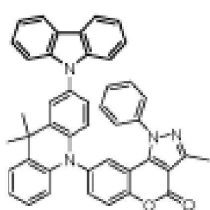


Compound 9

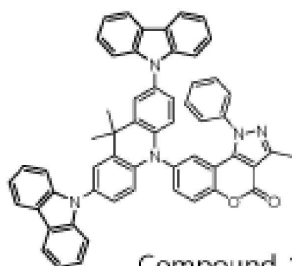


Compound 10

[0146]

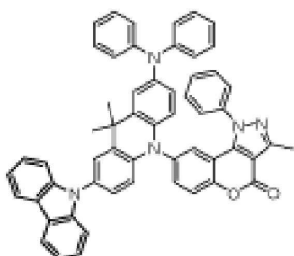


Compound 11

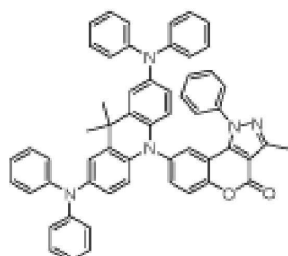


Compound 12

[0147]

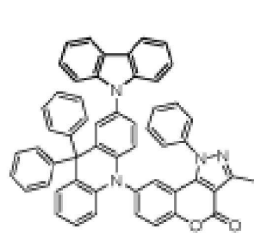


Compound 13

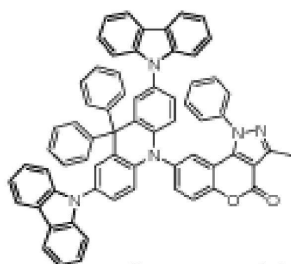


Compound 14

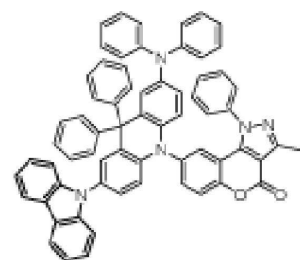
[0148]



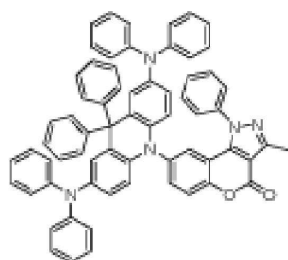
Compound 15



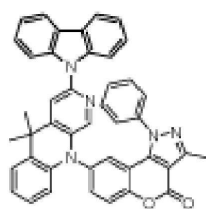
Compound 16



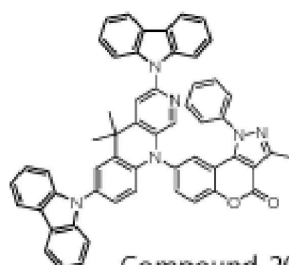
Compound 17



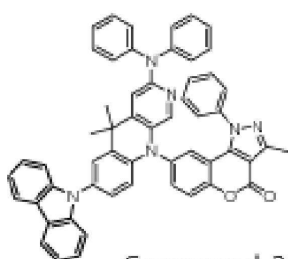
Compound 18



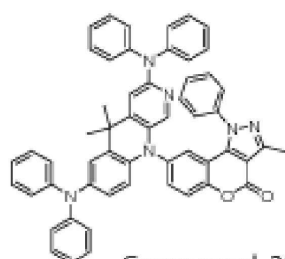
Compound 19



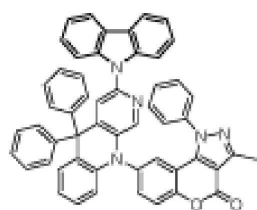
Compound 20



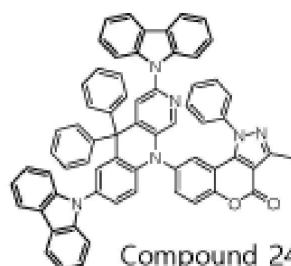
Compound 21



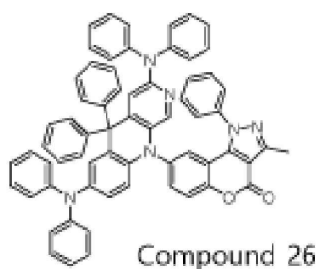
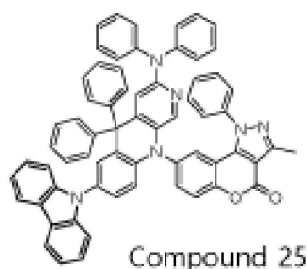
Compound 22



Compound 23



Compound 24



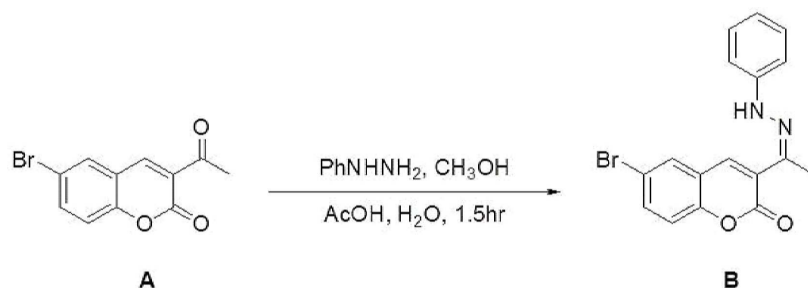
[0154]

[0156] [유기 화합물의 합성]

[0157] 1. 화합물1의 합성

[0158] (1) 화합물B

[0159] [반응식1-1]

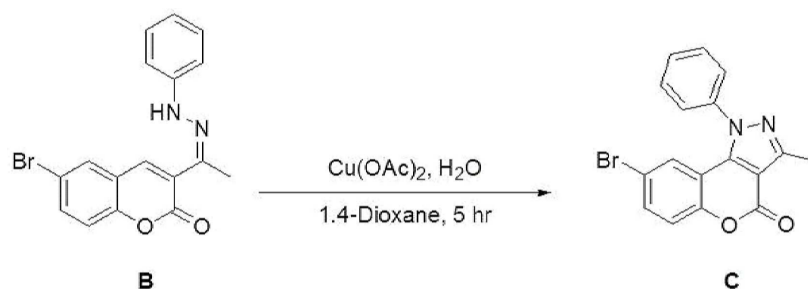


[0160]

[0161] 화합물A(1.0 g, 3.8 mmol)을 methanol(5 mL)에 녹이고 60℃에서 교반하였다. 반응 용기에 phenylhydrazine(0.41 mL, 4.1 mmol), acetic acid (10 mL), 증류수(5 mL) 혼합용액을 드롭핑 깔때기(dropping funnel)를 이용하여 서서히 첨가하고, 30분간 교반하였다. 반응 용액을 실온으로 냉각 시키고, 감압 여과하여 오렌지-레드(orange-red)색의 침전물을 분리하였다. 침전물을 증류수로 씻어, 화합물B를 얻었다. (1.26 g, 수율 94%)

[0162] (2) 화합물C

[0163] [반응식1-2]

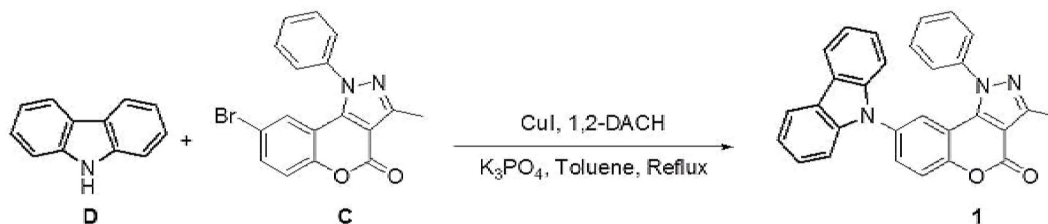


[0164]

[0165] 1,4-dioxan(100 mL)에 copper(II) acetate monohydrate(0.34 g, 1.7 mmol)와 화합물B(1.2 g, 3.4 mmol)를 녹이고, 70℃에서 5시간 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각하고, 형성된 침전물을 감압여과하여 제거하였다. 혼합 용매(ethylacetate:hexane=1:9)를 이용한 실리카 컬럼 크로마토그래피(silica column chromatography)를 진행하여 화합물C를 얻었다. (1.1 g, 수율 92%)

[0166] (3) 화합물1

[0167] [화학식1-3]

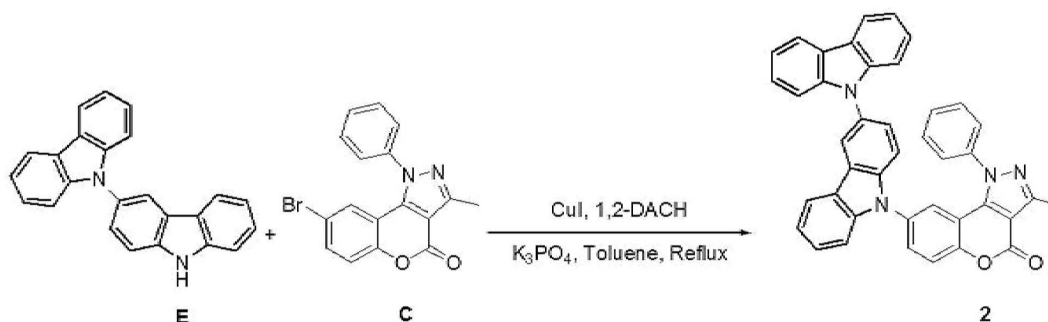


[0168]

[0169] 질소 가스 하에서, toluene(30 mL)에 화합물C(1.0 g, 2.8 mmol), 화합물D(0.52 g, 3.1 mmol), K_3PO_4 (1.8 g, 8.4 mmol)을 녹이고 15분간 환류시켰다. 반응 혼합물의 온도를 60℃로 올렸다. $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ (0.019 g, 0.08 mmol)과 tri-tert-butylphosphine (0.68 mL, 0.17 mmol, 50 wt% in Xylene)을 첨가하고 8시간 환류시켰다. 반응 혼합물은 실온으로 식히고 감압여과 한 후, CH_2Cl_2 로 씻어 주었다. 유기 용매를 제거하고 얻은 갈색의 반응 혼합물에 혼합용매(CH_2Cl_2 :Hexane=1:1)를 이용한 실리카 컬럼 크로마토그래피를 진행함으로써, 흰색의 화합물1을 얻었다. (1.15 g, 수율 93%)

[0171] 2. 화합물2의 합성

[0172] [반응식2]

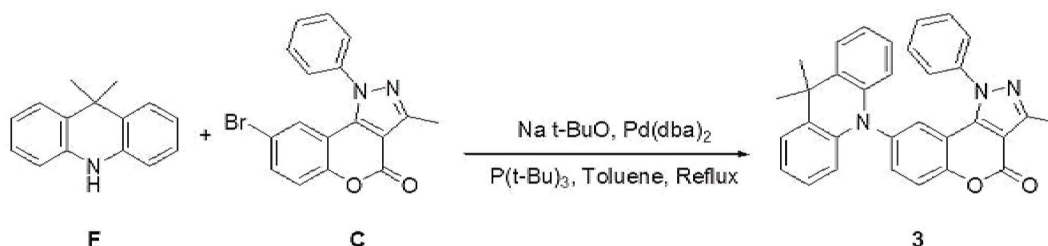


[0173]

[0174] 화합물1의 합성 단계에서, 화합물D 대신에 화합물E를 이용하여 화합물2를 얻었다. (2.2 g, 수율 86 %)

[0176] 3. 화합물3의 합성

[0177] [반응식3]



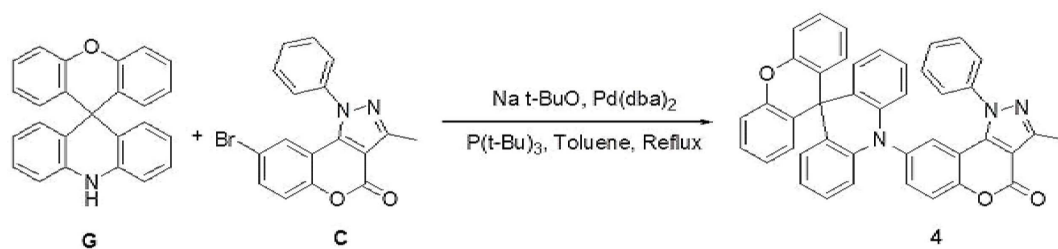
[0178]

[0179] 질소 조건하에서, 화합물C(1.30 g, 3.66 mmole), 화합물F(0.95 g, 4.54 mmole), sodium tert-butoxide(1.00 g, 10.4 mmol)를 toluene(200 mL)에 녹였다. $\text{Pd}(\text{dba})_2$ (0.3 g, 5.22 mmol)와 $\text{P}(\text{tBu})_3$ (0.22 g, 1.09 mmol) 용액 (toluene 30 mL)을 반응 용기에 서서히 첨가하고 15시간 환류시켰다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 셀라이트(celite)를 이용하여 침전물들을 제거하고 용매를 건조시켰다.

[0180] 실리카 컬럼 크로마토 그래피를 진행하여 화합물3을 얻었다. (1.52 g, 수율 86%) 얻었다.

[0182] 4. 화합물4의 합성

[0183] [반응식4]

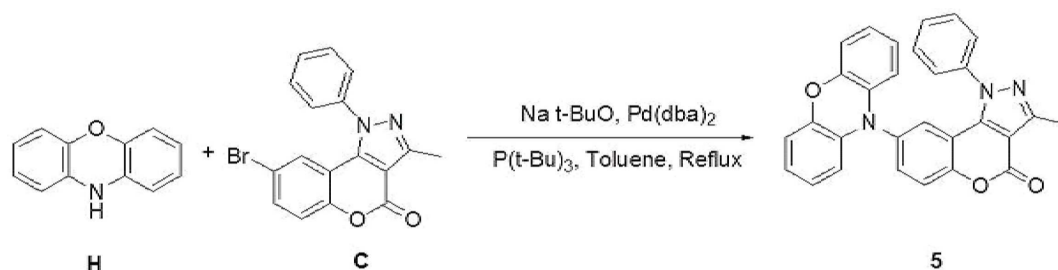


[0184]

[0185] 화합물3의 합성 단계에서, 화합물F 대신에 화합물G를 이용하여 화합물4를 얻었다. (1.68 g, 수율 74 %)

[0187] 5. 화합물5의 합성

[0188] [반응식5]

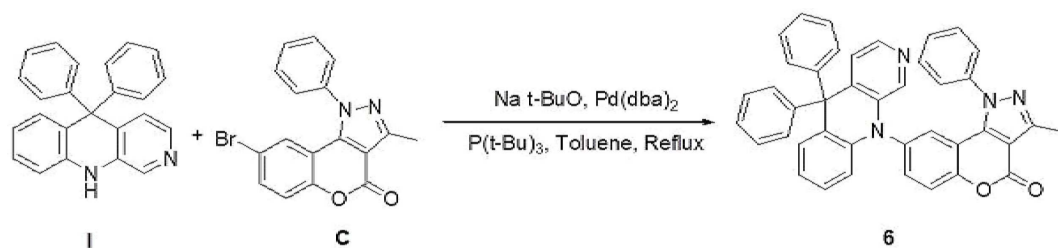


[0189]

[0190] 화합물3의 합성 단계에서, 화합물F 대신에 화합물H를 이용하여 화합물5를 얻었다. (1.26 g, 수율 75 %)

[0192] 6. 화합물6의 합성

[0193] [반응식6]



[0194]

[0195] 화합물3의 합성 단계에서, 화합물F 대신에 화합물I를 이용하여 화합물6을 얻었다. (1.09 g, 수율 49 %)

[0197] 화학식4의 화합물1 내지 화합물6의 물리적 특성(HOMO레벨, LUMO레벨, 에너지 밴드갭(Eg), 단일항 에너지(S1), 삼중항 에너지(T1))을 측정하여 아래 표1에 기재하였다. (단위 [eV]) 화합물1의 LUMO와 HOMO 분포를 도 4a 및 도 4b에 도시하였고, 화합물2의 LUMO와 HOMO 분포를 도 5a 및 도 5b에 도시하였다. 화합물3의 LUMO와 HOMO 분포를 도 6a 및 도 6b에 도시하였고, 화합물4의 LUMO와 HOMO 분포를 도 7a 및 도 7b에 도시하였다. 화합물5의 LUMO와 HOMO 분포를 도 8a 및 도 8b에 도시하였고, 화합물6의 LUMO와 HOMO 분포를 도 9a 및 도 9b에 도시하였다.

[0198] [표1]

	HOMO	LUMO	Eg	S1	T1
Compound 1	-1.70	-5.51	3.81	3.26	3.00
Compound 2	-1.80	-5.25	3.45	3.08	2.97
Compound 3	-1.69	-5.16	3.37	2.88	2.85
Compound 4	-1.76	-5.20	3.44	2.86	2.82
Compound 5	-1.75	-5.21	3.06	2.50	2.86
Compound 6	-1.67	-5.25	3.58	3.00	2.97

[0199]

[0200] 표1에서 보여지는 바와 같이, 본 발명의 유기 화합물은 높은 삼중항 에너지를 갖는다. 따라서, 본 발명은 유기 화합물은 발광물질층의 호스트로 이용되어 높은 에너지 효율을 구현할 수 있다.

[0202] [정공소자(hole only device)]

[0203] 진공 증착 챔버에서, 약 10^{-7} Torr 진공 하에 아래와 같은 순서로 층들을 IT0기판에 증착하였다.

[0204] (1) 제 1 정공수송층 (20nm, 화학식5)

[0205] (2) 호스트층 (50nm)

[0206] (3) 제 2 정공수송층 (20nm, 화학식5)

[0207] (4) 음극 (100nm, Al)

[0209] 1. 실험예1

[0210] 화합물3을 이용하여 호스트층을 형성하였다.

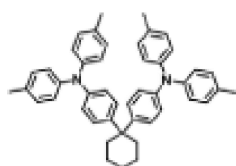
[0211] 2. 실험예2

[0212] 화합물4를 이용하여 호스트층을 형성하였다.

[0213] 3. 비교예1

[0214] DPEPO를 이용하여 호스트층을 형성하였다.

[0215] [화학식5]



[0216]

[0217] 실험예1, 실험예2, 비교예1에서 제작된 정공소자에서의 전류밀도를 측정하여 도 10에 도시하였다.

[0218] 도 10에서 보여지는 바와 같이, 종래 호스트 물질인 DPEPO를 이용한 정공소자에 비해, 본 발명의 유기 화합물을 이용한 정공소자(compound3, compound4)의 정공 이동 특성이 높다.

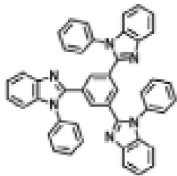
[0220] [전자소자(electron only device)]

[0221] 진공 증착 챔버에서, 약 10^{-7} Torr 진공 하에 아래와 같은 순서로 층들을 IT0기판에 증착하였다.

[0222] (1) 제 1 전자수송층 (20nm, 화학식6)

- [0223] (2) 호스트층 (50nm)
- [0224] (3) 제 2 전자수송층 (20nm, 화학식6)
- [0225] (4) 전자주입층 (1.5nm, LiF)
- [0226] (5) 음극 (100nm, Al)

- [0228] 1. 실험예3
- [0229] 화합물3을 이용하여 호스트층을 형성하였다.
- [0230] 2. 실험예4
- [0231] 화합물4를 이용하여 호스트층을 형성하였다.
- [0232] 3. 비교예2
- [0233] DPEPO를 이용하여 호스트층을 형성하였다.
- [0234] [화학식6]



- [0235]
- [0236] 실험예3, 실험예4, 비교예2에서 제작된 정공소자에서의 전류밀도를 측정하여 도 11에 도시하였다.
- [0237] 도 11에서 보여지는 바와 같이, 종래 호스트 물질인 DPEPO를 이용한 전자소자에 비해, 본 발명의 유기 화합물을 이용한 전자소자(compound3, compound4)의 전자 이동 특성이 높다.

- [0239] [유기발광다이오드]
- [0240] 진공 증착 챔버에서, 약 10^{-7} Torr 진공 하에 아래와 같은 순서로 층들을 ITO기판에 증착하였다.
- [0241] (a) 정공주입층 (70 Å, 화학식7)
- [0242] (b) 정공수송층 (500 Å, 화학식5)
- [0243] (c) 전자차단층 (100 Å, 화학식8)
- [0244] (d) 발광물질층 (250 Å, 호스트: 지연형광도펀트 (10wt%, 화학식9))
- [0245] (e) 정공차단층 (50 Å, 화학식10)
- [0246] (e) 전자수송층 (250 Å, 화학식6)
- [0247] (f) 전자주입층 (15 Å, LiF)
- [0248] (h) 음극 (1000 Å, Al)

- [0250] (1) 실험예1(Ex1)
- [0251] 호스트로서 화학식4의 화합물1을 이용하였다.
- [0252] (2) 실험예2(Ex2)
- [0253] 호스트로서 화학식4의 화합물2를 이용하였다.
- [0254] (3) 실험예3(Ex3)

[0255] 호스트로서 화학식4의 화합물3을 이용하였다.

[0256] (4) 실험예4(Ex4)

[0257] 호스트로서 화학식4의 화합물4를 이용하였다.

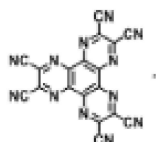
[0258] (5) 실험예5(Ex5)

[0259] 호스트로서 화학식4의 화합물5를 이용하였다.

[0260] (6) 실험예6(Ex6)

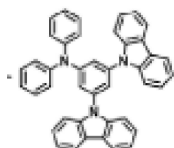
[0261] 호스트로서 화학식4의 화합물6을 이용하였다.

[0262] [화학식7]



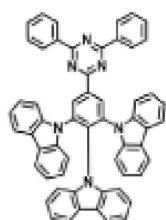
[0263]

[0264] [화학식8]



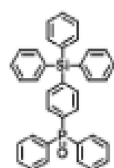
[0265]

[0266] [화학식9]



[0267]

[0268] [화학식10]



[0269]

[0270] 실험예1 내지 실험예6에서 제작된 유기발광다이오드의 특성을 측정하였다. 전류 공급원(KEITHLEY) 및 광도계(PR 650)를 이용하여, 유기발광다이오드의 구동 전압(Von), 발광파장($\lambda_{\max}$), 전류효율(CE), 전력효율(PE), 외부양자 효율(EQE), CIE 색좌표 측정 결과를 하기 표2에 기재하였다.

[0271] [표 2]

	V_{on} (V) ^a	λ_{max} (nm) ^b	CE (cd/A) ^d	PE (lm/W) ^e	EQE (%) ^f	CIE (x, y) ^g
Ex1	3.3	470	40.5	36.3	27.9, 23.3, 14.5	0.15, 0.21
Ex2	3.3	478	27.0	23.0	17.0, 16.5, 15.1	0.17, 0.27
Ex3	3.5	478	20.4	18.2	12.6, 10.4, 9.8	0.16, 0.28
Ex4	3.5	480	23.1	19.8	14.2, 11.8, 7.6	0.17, 0.30
Ex5	3.5	476	25.6	21.8	15.1, 14.0, 11.3	0.16, 0.26
Ex6	3.5	476	24.0	20.8	14.8, 12.6, 10.2	0.16, 0.26

^aTurn-on voltage at a brightness of 1 cd m⁻². ^bMaximum EL wavelength at 1000 cd m⁻². ^cMaximum current efficiency. ^dMaximum power efficiency. ^eExternal quantum efficiency at maximum value, 100 and 500 cd m⁻². ^fCommission Internationale de l'Éclairage at 1000 cd m⁻².

[0272]

[0273] 표 2에서 보여지는 바와 같이, 본 발명의 유기 화합물을 호스트로 이용하는 유기발광다이오드는 높은 발광 효율을 갖는다.

[0275] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0276] 도 12에 도시된 바와 같이, 유기발광다이오드(D)는 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극(160, 164)과 이들 사이에 위치하는 유기발광층(162)을 포함하며, 유기발광층(162)은 제 1 및 제 2 전극(160, 164) 사이에 위치하며 제 1 및 제 2 층(342, 344)을 포함하는 발광물질층(340)과, 제 1 전극(160)과 발광 물질층(340) 사이에 위치하는 정공수송층(320)과, 제 2 전극(164)과 발광 물질층(340) 사이에 위치하는 전자 수송층(360)을 포함할 수 있다.

[0277] 또한, 유기 발광층(162)은 제 1 전극(160)과 정공 수송층(320) 사이에 위치하는 정공 주입층(310)과, 제 2 전극(164)과 전자 수송층(360) 사이에 위치하는 전자 주입층(370)을 더 포함할 수도 있다.

[0278] 또한, 유기 발광층(162)은 정공 수송층(320)과 발광물질층(340) 사이에 위치하는 전자 차단층(330)과 발광 물질층(340)과 전자 수송층(360) 사이에 위치하는 정공 차단층(350)을 더 포함할 수도 있다.

[0279] 예를 들어, 발광물질층(340)에 있어서, 제 1 층(342)은 본 발명의 유기 화합물을 제 1 호스트로 포함하고 지연 형광 도펀트(제 1 도펀트)를 더 포함하며, 제 2 층(344)은 제 2 호스트와 형광 도펀트(제 2 도펀트)를 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 2 층(344)이 본 발명의 유기 화합물을 제 1 호스트로 포함하고 지연 형광 도펀트(제 1 도펀트)를 더 포함하며, 제 1 층(342)은 제 2 호스트와 형광 도펀트(제 2 도펀트)를 포함할 수 있다. 이때, 제 2 호스트 역시 본 발명의 유기 화합물일 수 있다. 이때, 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지는 형광 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 값을 갖는다.

[0280] 이하, 제 1 층(342)이 지연 형광 도펀트를 포함하고 제 2 층(344)이 형광 도펀트를 포함하는 경우에 대하여 설명한다.

[0281] 이와 같은 유기발광다이오드(D)에서는, 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항에너지가 형광 도펀트로 전달되어 형광 도펀트에서 발광이 일어나기 때문에, 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 증가하고 반치폭이 좁아진다.

[0282] 즉, 지연 형광 도펀트는 높은 양자효율을 갖지만 반치폭이 넓기 때문에 색순도가 좋지 않고, 형광 도펀트는 반치폭이 좁기 때문에 색순도에서 장점을 갖지만 삼중항 여기자가 발광에 참여하지 못하기 때문에 낮은 양자효율을 갖는다.

[0283] 그러나, 발광물질층(340)이 지연 형광 도펀트를 포함하는 제 1 층(342)과 형광 도펀트를 포함하는 제 2 층(344)을 포함하는 경우, 발광효율과 색순도 모두에서 장점을 갖게 된다.

[0284] 즉, 지연 형광 도펀트에서 역계간전이 효과에 의해 지연 형광 도펀트의 삼중항 에너지가 지연 형광 도펀트의 단

일함 에너지로 전환되고, 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지가 형광 도펀트의 단일함 에너지로 전달된다. 즉, 지연 형광 도펀트는 삼중함 에너지와 단일함 에너지의 차이가 0.3eV보다 작고, 이에 따라 지연 형광 도펀트의 삼중함 에너지가 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지로 전환되는 역계간전이(reverse intersystem crossing, RISC) 현상이 일어난다.

[0285] 따라서, 지연 형광 도펀트는 에너지를 형광 도펀트로 전달하는 역할을 할뿐 지연 형광 도펀트를 포함하는 제 1 층(342)은 발광에 참여하지 않고, 형광 도펀트를 포함하는 제 2 층(344)에서 발광이 일어난다.

[0286] 즉, 역계간전이 현상에 의해 지연 형광 도펀트의 삼중함 에너지가 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지로 전환되고 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지는 형광 도펀트의 단일함 에너지보다 큰 값을 가져 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지가 형광 도펀트의 단일함 에너지로 전달되기 때문에, 형광 도펀트는 단일함 에너지와 삼중함 에너지를 모두를 이용하여 발광하게 된다. 따라서, 유기발광다이오드(D)의 양자 효율(발광효율)이 향상된다.

[0287] 다시 말해, 본 발명의 따른 유기발광다이오드(D) 및 이를 포함하는 유기발광 표시장치(도 2의 100)는 양자 효율과 반치폭 모두에서 장점을 갖는다.

[0288] 제 1 및 제 2 층(342, 344) 각각에서, 제 1 및 제 2 호스트는 지연 형광 도펀트 및 형광 도펀트보다 큰 중량비를 가질 수 있다. 또한, 제 1 층(342)에서 지연 형광 도펀트의 중량비는 제 2 층(344)에서 형광 도펀트의 중량비보다 클 수 있다. 이에 따라, 지연 형광 도펀트에서 형광 도펀트로의 에너지 전달이 충분히 일어날 수 있다.

[0289] 이때, 제 1 호스트의 단일함 에너지는 지연 형광 도펀트의 단일함 에너지보다 큰 값을 갖고, 제 1 호스트의 삼중함 에너지는 지연 형광 도펀트의 삼중함 에너지보다 큰 값을 갖는다. 또한, 제 2 호스트의 단일함 에너지는 형광 도펀트의 단일함 에너지보다 큰 값을 갖는다.

[0290] 이와 같은 조건을 만족시키지 못하면, 제 1 및 제 2 도펀트에서 퀸칭(quenching)이 일어나거나 호스트에서 도펀트로의 에너지 전달이 일어나지 않아, 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 저하될 수 있다.

[0291] 전술한 바와 같이, 본 발명의 유기 화합물은 높은 삼중함 에너지를 갖기 때문에, 지연 형광 도펀트로의 에너지 전달 효율이 증가하며 이에 따라 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 향상된다. 더욱이, 지연 형광 도펀트에서 생성된 여기자가 호스트로 역전이되는 것이 충분히 방지된다.

[0292] 또한, 바이폴라 특성을 갖는 본 발명의 유기 화합물이 제 2 층(342)의 호스트로 이용되는 경우, 정공과 전자의 결합이 발광물질층(340)의 중앙에서 일어난다. 따라서, 유기발광다이오드(D)의 발광 효율과 수명이 증가한다.

[0293] 예를 들어, 형광 도펀트와 함께 제 2 층(344)을 이루는 제 2 호스트는 정공차단층(350)의 물질과 동일한 물질일 수 있다. 이때, 제 2 층(344)은 발광 기능과 함께 정공차단 기능을 갖는다. 즉, 제 2 층(344)은 정공차단을 위한 버퍼층의 기능을 갖는다. 한편, 정공차단층(350)은 생략될 수 있고, 이 경우 제 2 층(344)은 발광물질층과 정공차단층으로 이용된다.

[0294] 또한, 제 1 층(342)이 형광 도펀트를 포함하고, 제 2 층(344)이 지연 형광 도펀트를 포함하는 경우, 제 1 층(342)의 제 1 호스트는 전자차단층(330)의 물질과 동일한 물질일 수 있다. 이때, 제 1 층(342)은 발광 기능과 함께 전자차단 기능을 갖는다. 즉, 제 1 층(342)은 전자차단을 위한 버퍼층의 기능을 갖는다. 한편, 전자차단층(330)은 생략될 수 있고, 이 경우 제 1 층(342)은 발광물질층과 전자차단층으로 이용된다.

[0296] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0297] 도 13에 도시된 바와 같이, 유기발광다이오드(D)는 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극(160, 164)와 이들 사이에 위치하는 유기발광층(162)을 포함하며, 유기발광층(162)은 제 1 및 제 2 전극(160, 164) 사이에 위치하며 제 1 내지 제 3 층(442, 444, 446)을 포함하는 발광물질층(440)과, 제 1 전극(160)과 발광물질층(440) 사이에 위치하는 정공수송층(420)과, 제 2 전극(164)과 발광물질층(440) 사이에 위치하는 전자수송층(460)을 포함할 수 있다.

[0298] 또한, 유기발광층(162)은 제 1 전극(160)과 정공 수송층(420) 사이에 위치하는 정공 주입층(410)과, 제 2 전극(164)과 전자 수송층(460) 사이에 위치하는 전자 주입층(470)을 더 포함할 수도 있다.

[0299] 또한, 유기 발광층(162)은 정공 수송층(420)과 발광물질층(440) 사이에 위치하는 전자 차단층(430)과 발광 물질층(440)과 전자 수송층(460) 사이에 위치하는 정공 차단층(450)을 더 포함할 수도 있다.

[0300] 발광물질층(440)에 있어서, 제 1 층(442)은 제 2 층(444) 및 제 3 층(446) 사이에 위치한다. 즉, 제 2 층

(444)은 전자차단층(430)과 제 1 층(442) 사이에 위치하고, 제 3 층(446)은 제 1 층(442)과 정공차단층(450) 사이에 위치한다.

- [0301] 제 1 층(442)은 본 발명의 유기 화합물을 제 1 호스트로 포함하고 지연 형광 도펀트(제 1 도펀트)를 더 포함하며, 2 층(444)은 제 2 호스트와 형광 도펀트(제 2 도펀트)를 포함하고, 제 3 층(446)은 제 3 호스트와 형광 도펀트(제 3 도펀트)를 포함할 수 있다. 2 층(444)과 제 3 층(446)의 형광 도펀트는 같거나 다를 수 있다. 또한, 제 2 및 제 3 호스트는 본 발명의 유기 화합물일 수 있다. 이때, 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지는 형광 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 값을 갖는다.
- [0302] 이와 같은 유기발광다이오드(D)에서는, 제 1 층(442)의 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지와 삼중항에너지가 2 층(444)과 제 3 층(446)의 형광 도펀트로 전달되어 형광 도펀트에서 발광이 일어나기 때문에, 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 증가하고 반치폭이 좁아진다.
- [0303] 이때, 제 1 내지 제 3 층(442, 444, 446) 각각에서, 제 1 내지 제 3 호스트는 지연 형광 도펀트 및 형광 도펀트보다 큰 중량비를 가질 수 있다. 또한, 제 1 층(442)에서 지연 형광 도펀트의 중량비는 제 2 층(444) 및 제 3 층(446)에서 형광 도펀트의 중량비보다 클 수 있다.
- [0304] 이때, 제 1 호스트의 단일항 에너지는 지연 형광 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 값을 갖고, 제 2 및 제 3 호스트의 삼중항 에너지는 지연 형광 도펀트의 삼중항 에너지보다 큰 값을 갖는다. 또한, 제 2 호스트의 단일항 에너지는 제 2 층(444) 내 형광 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 값을 갖고, 제 3 호스트의 단일항 에너지는 제 3 층(446) 내 형광 도펀트의 단일항 에너지보다 큰 값을 갖는다.
- [0305] 전술한 바와 같이, 본 발명의 유기 화합물은 높은 삼중항 에너지를 갖기 때문에, 지연 형광 도펀트로의 에너지 전달 효율이 증가하며 이에 따라 유기발광다이오드(D)의 양자 효율이 향상된다. 더욱이, 지연 형광 도펀트에서 생성된 여기자가 호스트로 역전이되는 것이 충분히 방지된다.
- [0306] 또한, 바이폴라 특성을 갖는 본 발명의 유기 화합물이 제 2 층(444) 및 제 3 층(446)의 호스트로 이용되는 경우, 정공과 전자의 결합이 제 2 층(444) 및 제 3 층(446) 각각의 중앙에서 일어난다. 따라서, 유기발광다이오드(D)의 발광 효율과 수명이 더욱 증가한다.
- [0307] 예를 들어, 제 2 층(444)을 이루는 제 2 호스트는 전자차단층(430)의 물질과 동일한 물질일 수 있다. 이때, 제 2 층(444)은 발광 기능과 함께 전자차단 기능을 갖는다. 즉, 제 2 층(444)은 전자차단을 위한 버퍼층의 기능을 갖는다. 한편, 전자차단층(430)은 생략될 수 있고, 이 경우 제 2 층(444)은 발광물질층과 전자차단층으로 이용된다.
- [0308] 또한, 제 3 층(446)의 제 3 호스트는 정공차단층(450)의 물질과 동일한 물질일 수 있다. 이때, 제 3 층(446)은 발광 기능과 함께 전자차단 기능을 갖는다. 즉, 제 3 층(446)은 정공차단을 위한 버퍼층의 기능을 갖는다. 한편, 정공차단층(450)은 생략될 수 있고, 이 경우 제 3 층(446)은 발광물질층과 정공차단층으로 이용된다.
- [0309] 또한, 제 2 층(444)을 이루는 제 2 호스트는 전자차단층(430)의 물질과 동일한 물질이고 제 3 층(446)의 제 3 호스트는 정공차단층(450)의 물질과 동일한 물질일 수 있다. 이때, 제 2 층(444)은 발광 기능과 함께 전자차단 기능을 갖고, 제 3 층(446)은 발광 기능과 함께 정공차단 기능을 갖는다. 즉, 제 2 층(444)과 제 3 층(446) 각각은 전자차단을 위한 버퍼층과 정공차단을 위한 버퍼층의 기능을 갖는다. 한편, 전자차단층(430)과 정공차단층(450)은 생략될 수 있고, 이 경우 제 2 층(444)은 발광물질층과 전자차단층으로 이용되며 제 3 층(446)은 발광물질층과 정공차단층으로 이용된다.
- [0311] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

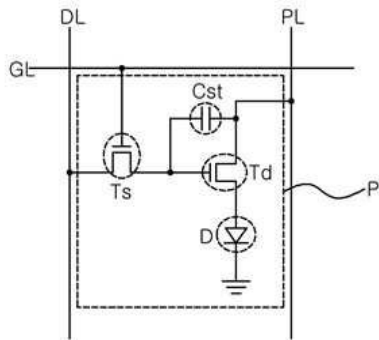
부호의 설명

- [0313] 100: 유기발광표시장치 160: 제 1 전극
162: 유기발광층 210, 310, 410: 정공주입층

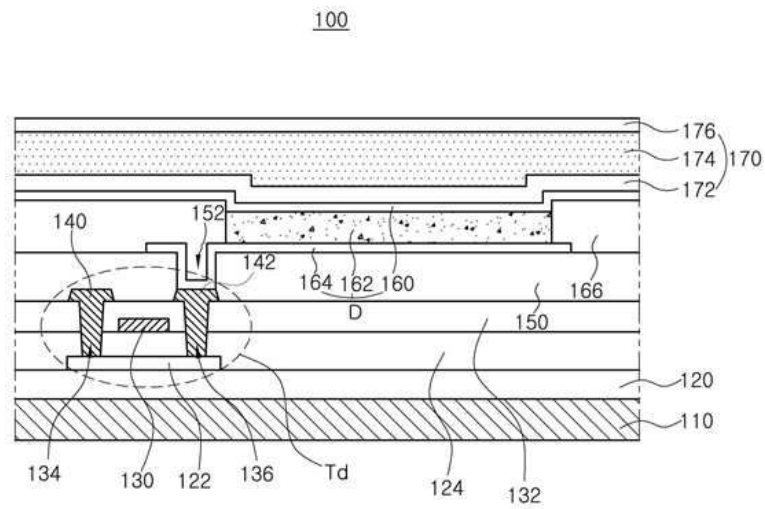
220, 320, 420: 정공수송층 230, 330, 430: 전자차단층
 240, 340, 440: 발광물질층 250, 350, 450: 정공차단층
 260, 360, 460: 전자수송층 270, 370, 470: 전자주입층
 164: 제 2 전극 D: 유기발광다이오드

도면

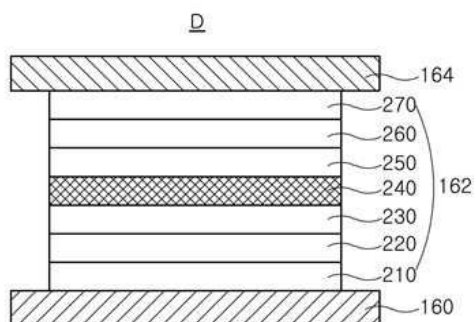
도면1



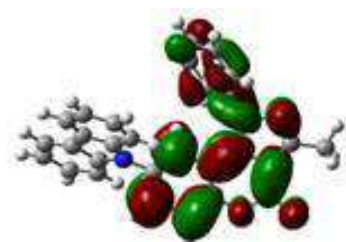
도면2



도면3



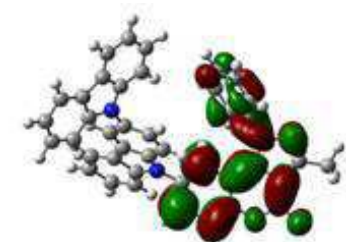
도면4a



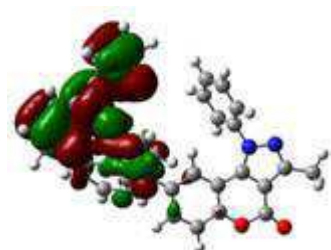
도면4b



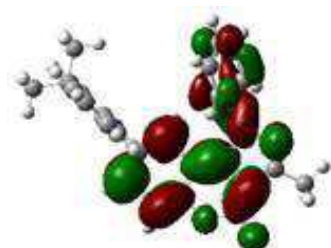
도면5a



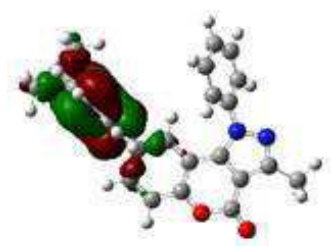
도면5b



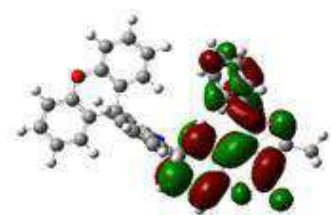
도면6a



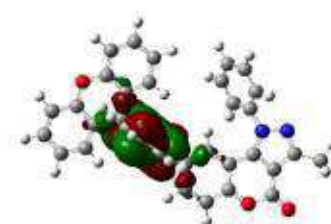
도면6b



도면7a



도면7b



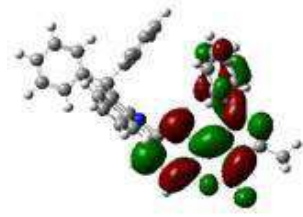
도면8a



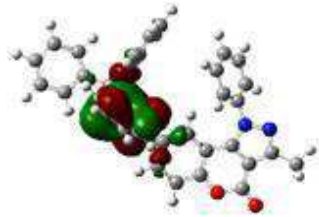
도면8b



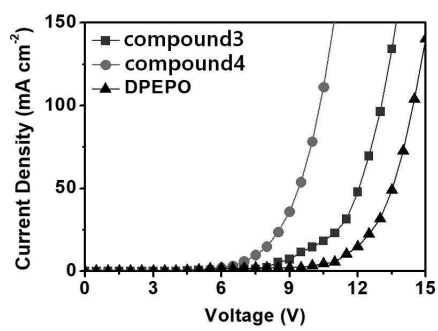
도면9a



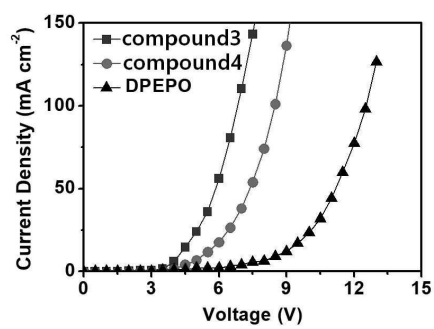
도면9b



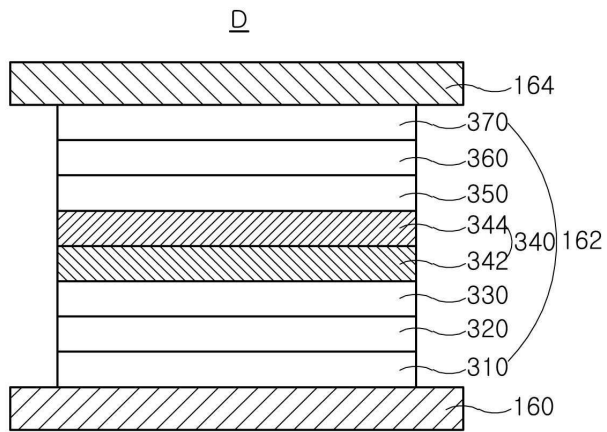
도면10



도면11



도면12



도면13

