



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2016-0056783

(43) 공개일자

2016년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 11/06 (2006.01) C07D 219/14 (2006.01)

C07D 333/76 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C09K 11/06 (2013.01)

C07D 219/14 (2013.01)

(21) 출원번호

10-2015-0141568

(22) 출원일자

2015년10월08일

심사청구일자

없음

(30) 우선권주장

1020140156946 2014년11월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

윤대위

경기도 파주시 문산읍 당동1로 12, 506동 1903호

(자연앤꿈에그린5단지아파트)

양중환

경기도 광명시 디지털로 64, 106동 1701호(철산동, 철산한신아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인네이트

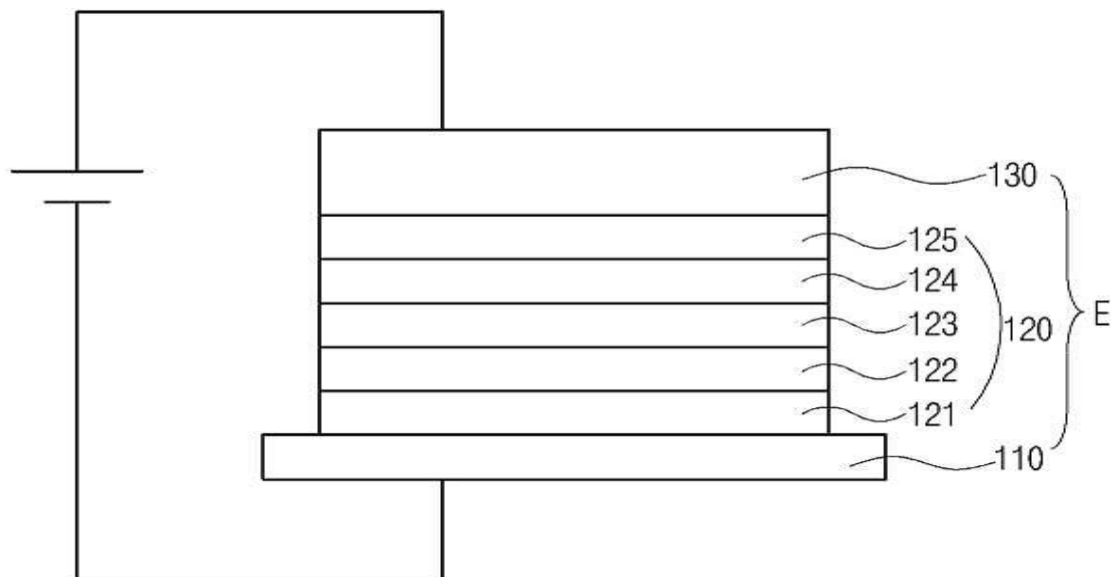
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 지연 형광 화합물, 이를 포함하는 유기발광다이오드소자 및 표시장치

(57) 요약

본 발명은, 아크리딘인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택되는 제 2 전자주개 모이어티가 치환 또는 비치환된 트리아진(triazine), 디벤조티오펜설햄(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설햄(diphenylsulfone), 티에노피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택되는 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 갖는 지연 형광 화합물을 제공한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

C07D 333/76 (2013.01)

C07D 401/14 (2013.01)

C07D 495/04 (2013.01)

H01L 51/0071 (2013.01)

H01L 51/0072 (2013.01)

H01L 51/50 (2013.01)

C09K 2211/1007 (2013.01)

C09K 2211/1029 (2013.01)

C09K 2211/1092 (2013.01)

(72) 발명자

윤경진

경기도 고양시 일산서구 일현로 97-11, 101동 505호(탄현동, 두산위브더제니스)

노효진

경기도 과주시 월릉면 엘지로 245, A동 1902호

신인애

경기도 과주시 책향기로 403, 704동 101호(동패동, 숲속길마을월드메르디앙센트럴파크아파트)

김준연

경기도 고양시 일산동구 무궁화로 8-38, 912호(장항동, 호수그린오피스텔)

명세서

청구범위

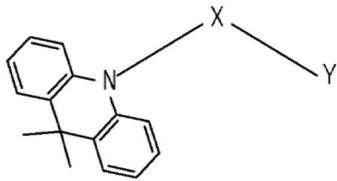
청구항 1

아크리딘인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택되는 제 2 전자주개 모이어티가 치환 또는 비치환된 트리아진(phenyltriazine), 디벤조티오펜설향(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설향(diphenylsulfone), 티에노 피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택되는 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 갖는 지연 형광 화합물.

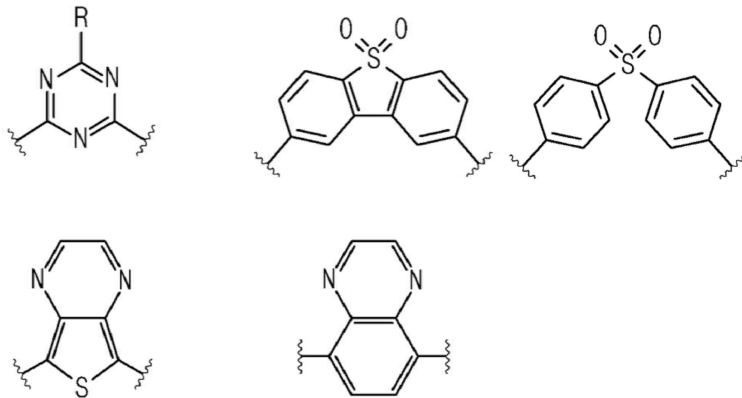
청구항 2

하기 화학식1로 표시되며, X는 하기 화학식2에서 선택되고, Y는 하기 화학식3에서 선택되는 지연 형광 화합물.

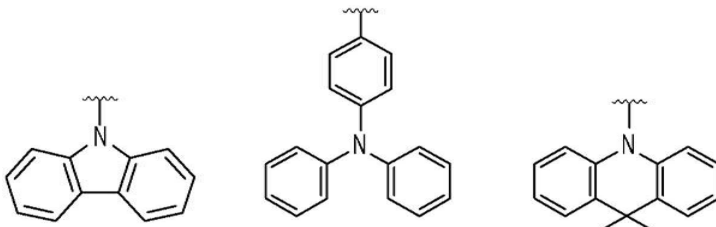
[화학식1]



[화학식2]



[화학식3]

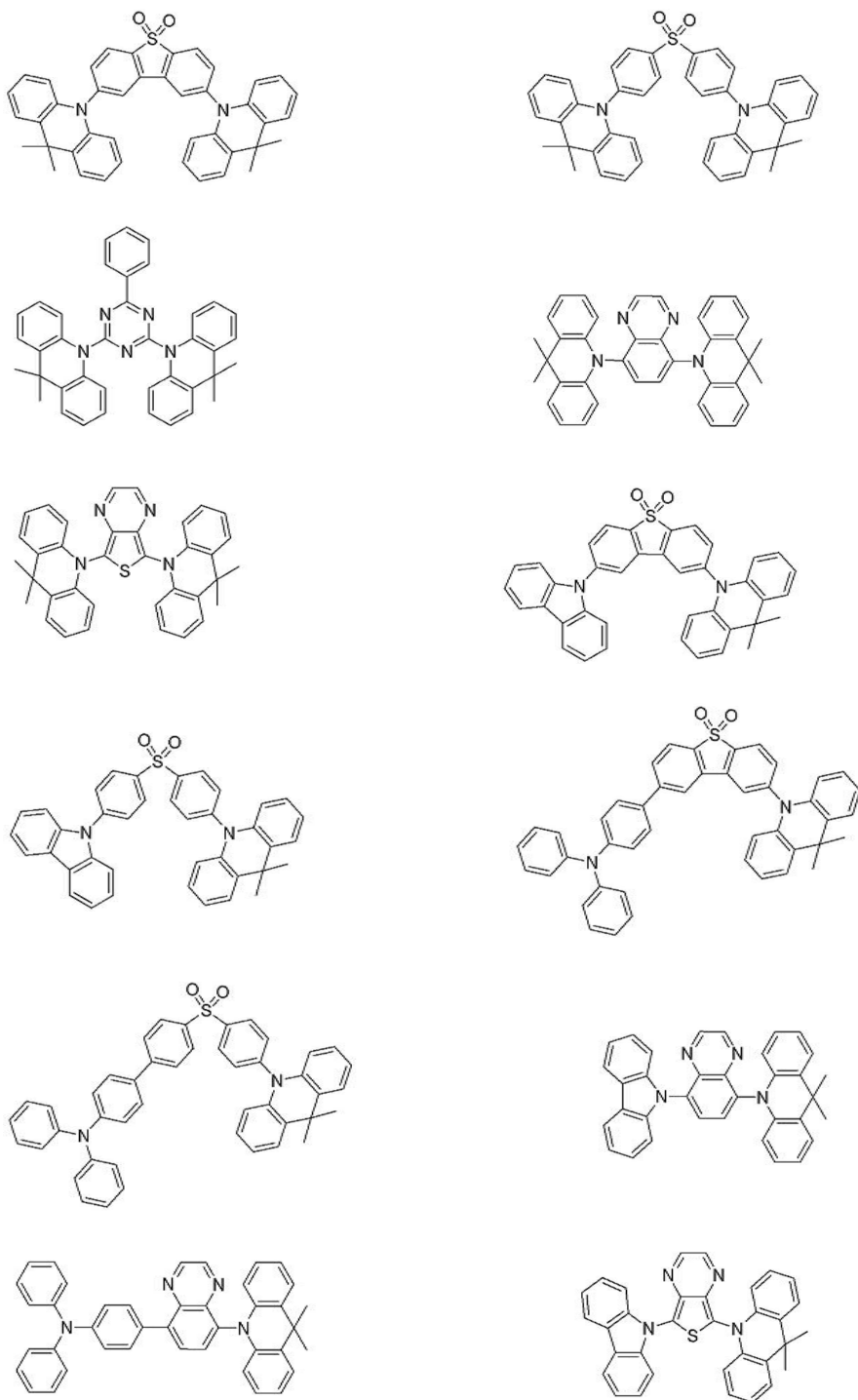


(화학식2에서 R은 수소 또는 페닐이다.)

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나인 지연 형광 화합물.



청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물의 단일항 에너지와 삼중항 에너지의 차이는 0.3eV 이하인 지연 형광 화합물.

청구항 5

제 1 전극과;

상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과;

상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함하고,

상기 유기 발광층은,

아크리딘인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택되는 제 2 전자주개 모이어티가 치환 또는 비치환된 트리아진(triazine), 디벤조티오펜설햄(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설햄(diphenylsulfone), 티에노 피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택되는 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 갖는 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자.

청구항 6

제 1 전극과;

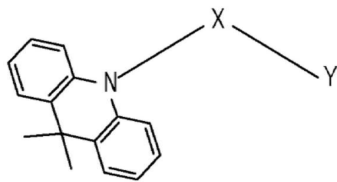
상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과;

상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함하고,

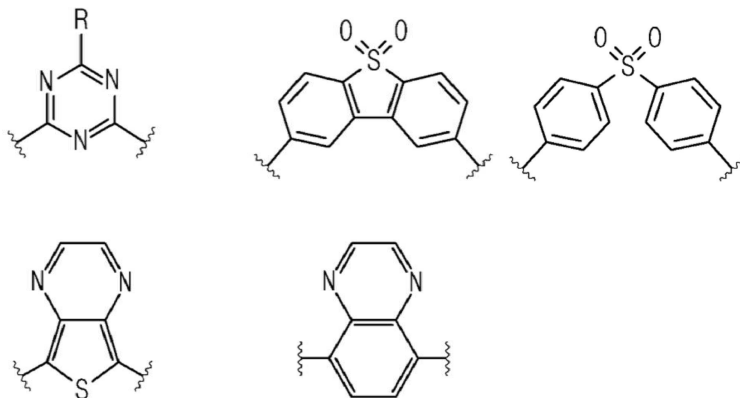
상기 유기 발광층은,

하기 화학식1로 표시되며, Y는 하기 화학식2에서 선택되고, X는 하기 화학식3에서 선택되는 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자.

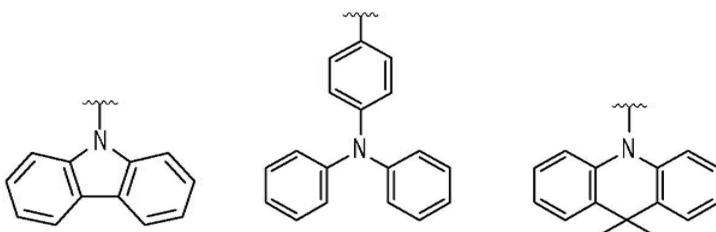
[화학식1]



[화학식2]



[화학식3]

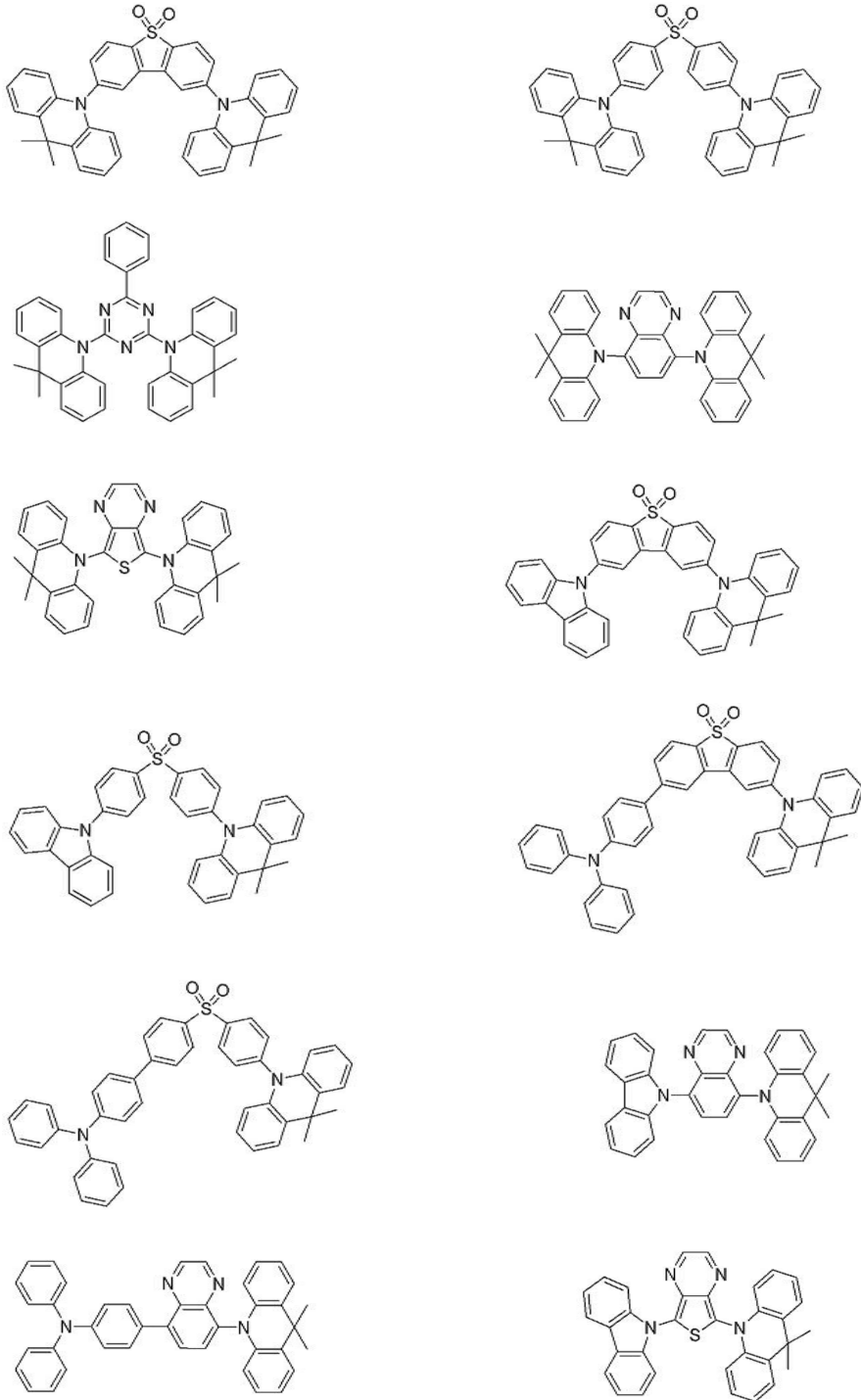


(화학식2에서 R은 수소 또는 페닐이다.)

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나인 유기발광다이오드소자.



청구항 8

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물의 단일항 에너지와 삼중항 에너지의 차이는 0.3eV 이하인 유기발광다이오드소자.

청구항 9

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물은 도펀트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 호스트를 더 포함하는 유기발광다이오드소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Dopant}$) 차이($|HOMO_{Host}-HOMO_{Dopant}|$) 또는 상기 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Dopant}$) 차이($|LUMO_{Host}-LUMO_{Dopant}|$)는 0.5eV이하인 유기발광다이오드소자.

청구항 11

제 5항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물은 호스트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 도펀트를 더 포함하는 유기발광다이오드소자.

청구항 12

제 5항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 지연 형광 화합물은 제 1 도펀트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 호스트 및 제 2 도펀트를 더 포함하며,

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

청구항 13

제 5항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 유기 발광층은 정공주입층과, 정공수송층과, 발광물질층과, 전자수송층과 전자주입층을 포함하고,

상기 정공주입층과, 상기 정공수송층과, 상기 발광물질층과, 상기 전자수송층과 상기 전자주입층 중 적어도 하나가 상기 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자.

청구항 14

기판과;

상기 기판 상에 위치하는 제 5 항 또는 제 6 항의 유기발광다이오드소자와;

상기 유기발광다이오드소자를 덮는 인캡슐레이션 필름과;

상기 인캡슐레이션 필름 상의 커버 윈도우를 포함하는 표시장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 발광물질에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 분자내 전하 이동(intramolecular charge transfer)에 의해 발광효율이 향상되는 지연 형광 화합물, 이를 포함하는 유기발광다이오드소자 및 표시장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 표시장치의 대형화에 따라 공간 점유가 적은 평면표시소자의 요구가 증대되고 있는데, 이러한 평면표시소자 중 하나로서 유기발광다이오드(organic light emitting diode: OLED)라고도 불리는 유기발광다이오드소자의 기술이 빠른 속도로 발전하고 있다.

[0003] 유기발광다이오드소자는 전자 주입 전극(음극)과 정공 주입 전극(양극) 사이에 형성된 발광물질층에 음극과 양극으로부터 전자와 정공이 주입되면 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, 색감이 뛰어나다는 장점이 있다.

[0004] 유기발광다이오드소자는, 기판 상부에 형성되며 양극인 제 1 전극, 상기 제 1 전극과 이격하며 마주하는 제 2 전극, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 유기발광층을 포함한다.

[0005] 발광효율을 향상시키기 위하여, 상기 유기발광층은 상기 제 1 전극에 순차 적층되는 정공주입층(hole injection layer, HIL), 정공수송층(hole transporting layer, HTL), 발광물질층(emitting material layer, EML), 전자수송층(electron transporting layer, ETL), 전자주입층(electron injection layer, EIL)을 포함할 수 있다.

[0006] 양극인 제 1 전극으로부터 정공이 정공주입층, 정공수송층을 통해 발광물질층으로 이동되고, 음극인 제 2 전극으로부터 전자가 전자주입층, 전자수송층을 통해 발광물질층으로 이동된다.

[0007] 상기 발광물질층으로 이동된 정공과 전자는 결합하여 엑시톤(exciton)을 형성하며 불안정한 에너지 상태로 여기되었다가 안정한 에너지 상태로 돌아오며 빛을 방출하게 된다.

[0008] 발광물질층에 이용되는 발광물질의 외부양자효율(η_{ext})은 아래 식으로 얻어질 수 있다.

$$\eta_{ext} = \eta_{int} \times r \times \Phi \times \eta_{out-coupling}$$

[0010] (여기서, η_{int} : 내부양자효율, r : charge balance factor, Φ : radiative quantum efficiency, $\eta_{out-coupling}$: out coupling efficiency)

[0011] Charge balance factor(r)는 exciton 을 형성하는 hole 과 electron 의 balance를 의미하며 일반적으로 100%의 1:1 matching을 가정하여 '1'의 값을 가진다. Radiative quantum efficiency(Φ)는 실질적인 발광물질의 발광효율에 관여하는 값으로, host-dopant 시스템에서는 dopant의 형광 양자효율에 의존한다.

[0012] 내부양자효율(η_{int})은 생성된 여기자(exciton)가 빛의 형태로 전환되는 비율로, 형광 물질의 경우 최대 0.25의 제한적인 값을 갖는다. 정공과 전자가 결합하여 여기자가 형성될 때, spin의 배열에 따라 단일항 여기자(singlet exciton)와 삼중항 여기자(triplet exciton)가 1:3의 비율로 생성된다. 그러나, 형광 물질에서는 단일항 여기자만이 발광에 참여하고 나머지 75%의 삼중항 여기자는 발광에 참여하지 못하기 때문이다.

[0013] Out coupling efficiency($\eta_{out-coupling}$)는 발광된 빛 중 외부로 추출되는 빛의 비율이다. 일반적으로 isotropic한 형태의 분자를 열증착하여 박막을 형성할 경우 개개의 발광분자는 일정한 방향성을 가지지 않고 무질서한 상태로 존재하게 된다. 이러한 무질서한 배열(random orientation) 상태에서의 out coupling efficiency는 일반적으로 0.2로 가정한다.

[0014] 따라서, 형광 물질을 이용한 유기발광다이오드소자의 최대 발광 효율은 약 5%이하가 된다.

[0015] 이와 같이 형광 물질의 낮은 효율 문제를 극복하기 위해, 단일항 여기자와 삼중항 여기자 모두를 빛으로 전환시키는 발광 메커니즘을 갖는 인광 물질이 개발되었다.

[0016] 적색 및 녹색의 경우 높은 발광효율을 갖는 인광 물질이 개발되어 있으나, 청색의 경우 요구되는 발광효율 및 신뢰성을 만족하는 인광 물질이 개발되지 않고 있다.

[0017] 따라서, 신뢰성을 만족하는 형광 물질에서, 양자 효율을 증가시킴으로써 발광효율을 증가시킬 수 있는 물질의

개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

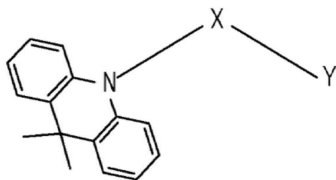
[0018] 본 발명은 형광 물질의 낮은 양자 효율 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 위와 같은 과제의 해결을 위해, 본 발명은, 아크리딘인 제 1 전자주개 모이어티와, 제 2 모이어티 각각이 전자받개 모이어티에 연결되는 분자식을 갖는다.

[0020] 제 2 전자주개 모이어티는 카바졸, 트리페닐아민, 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택될 수 있고, 전자받개 모이어티는 치환 또는 비치환된 트리아진, 디벤조티오펜설펜, 디페닐설펜, 티에노 피라진, 퀴놀살린 및 이들의 유도체로부터 선택될 수 있다.

[0021] 즉, 본 발명의 지연 형광 화합물은, 하기 화학식으로 표시되고, X는 치환 또는 비치환된 트리아진, 디벤조티오펜설펜, 디페닐설펜, 티에노 피라진, 퀴놀살린 및 이들의 유도체로부터 선택되며, Y는 카바졸, 트리페닐아민, 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택될 수 있다.



[0022]

[0023] 또한, 본 발명은, 유기 발광층이 전술한 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자 및 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 지연형광 화합물은, 제 1 및 제 2 전자주개(electron donor) 모이어티가 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합된 구조를 가져, 분자 내에서 전하의 이동이 쉽게 일어나고 발광효율이 향상된다. 특히, 본 발명의 지연 형광 화합물에서 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용되기 때문에, 지연 형광 화합물의 발광 효율이 향상된다.

[0025] 또한, 육각형 구조를 갖는 아크리딘(acridine)이 전자주개 모이어티로 이용됨으로써, 전자받개 모이어티와의 입체장애가 커지고 아크리딘 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각이 증가한다. 따라서, 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 컨쥬게이션 형성이 제한되고 HOMO와 LUMO 간 분리가 원활히 일어나기 때문에, 발광효율 향상이 더욱 커진다.

[0026] 또한, 하나 이상의 전자주개 모이어티에서 전자받개 모이어티로 쌍극자(dipole)가 형성되어 분자 내부의 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 증가됨으로써, 발광효율이 더욱 상승된다.

[0027] 또한, 제 1 및 제 2 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티가 분자 내에서 결합되고 최고준위 점유 분자궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO)와 최저준위 비점유 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO)의 중첩이 감소됨으로써 전계 활성화 지연 형광(field activated delayed fluorescence) 착물이 형성되어 지연형광 화합물의 발광효율이 더욱 향상된다.

[0028] 따라서, 본 발명의 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자 및 표시장치의 발광 효율 역시 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 화합물의 발광 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 2a 및 도 2b는 카바졸 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물의 분자 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 아크리딘 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물의 분자 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 화합물의 지연 형광 특성을 보여주는 그래프이다.

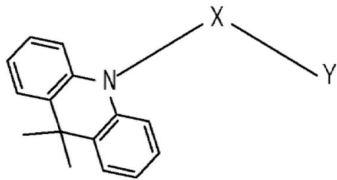
도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드소자의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

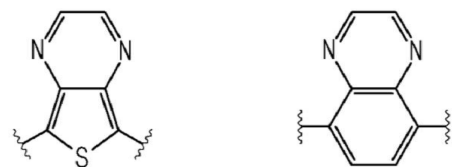
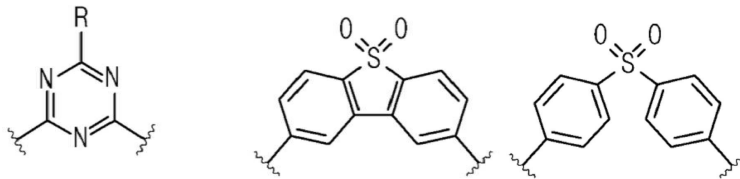
본 발명은, 아크리딘인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택되는 제 2 전자주개 모이어티가 치환 또는 비치환된 트리아진(triazine), 디벤조티오펜설프론(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설프론(diphenylsulfone), 티에노 피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택되는 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 갖는 지연 형광 화합물을 제공한다.

다른 관점에서, 본 발명은, 하기 화학식1로 표시되며, X는 하기 화학식2에서 선택되고, Y는 하기 화학식3에서 선택되는 지연 형광 화합물을 제공한다.

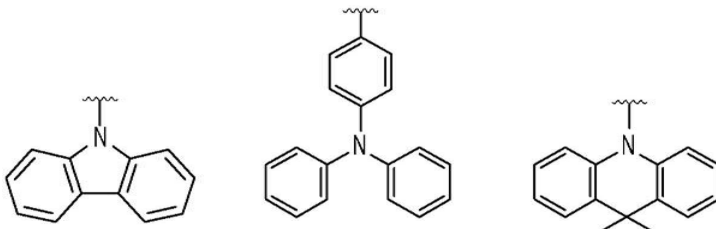
[화학식1]



[화학식2]

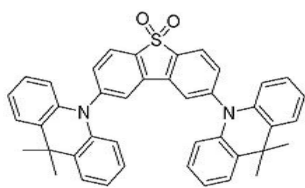


[화학식3]

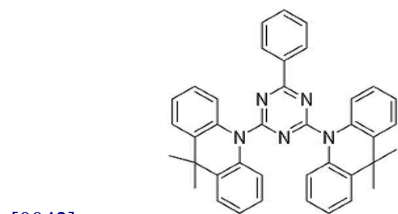
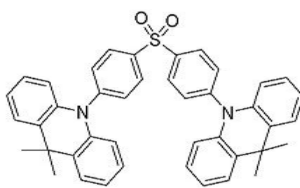


(화학식2에서 R은 수소 또는 페닐이다.)

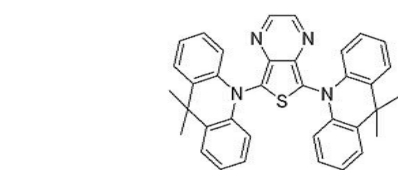
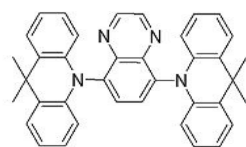
[0040] 본 발명의 지연 형광물은, 하기 화합물 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.



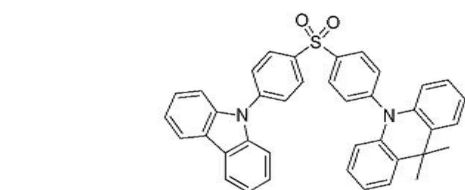
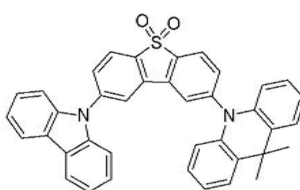
[0041]



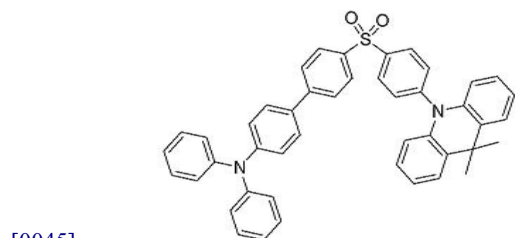
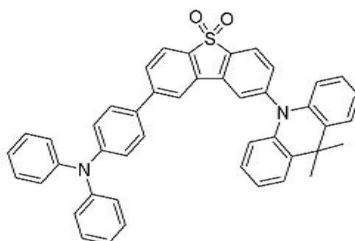
[0042]



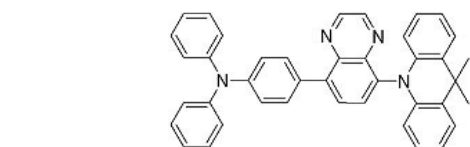
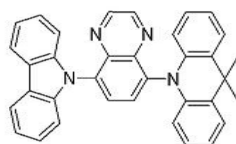
[0043]



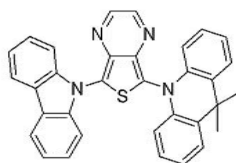
[0044]



[0045]



[0046]

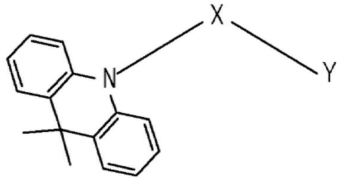


[0047] 본 발명의 지연 형광물에 있어서, 상기 지연 형광 화합물의 단일항 에너지와 삼중항 에너지의 차이는 0.3eV 이하일 수 있다.

[0048] 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함하고, 상기 유기 발광층은, 아크리딘인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택되는 제 2 전자주개 모이어티가 치환 또는 비치환된 트리아진(phenyltriazine), 디벤조티오펜설햄(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설햄(diphenylsulfone), 티에노 피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택되는 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 갖는 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자를 제공한다.

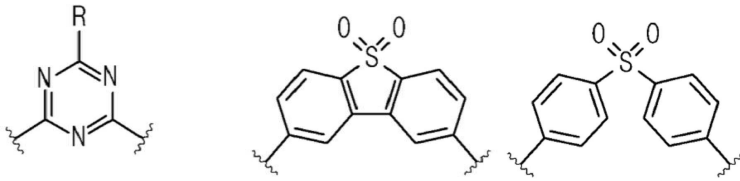
[0049] 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 마주보는 제 2 전극과, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함하고, 상기 유기 발광층은, 하기 화학식1로 표시되며, Y는 하기 화학식2에서 선택되고, X는 하기 화학식3에서 선택되는 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자를 제공한다.

[0050] [화학식1]

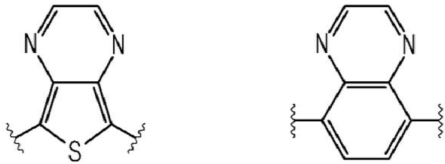


[0051]

[0052] [화학식2]

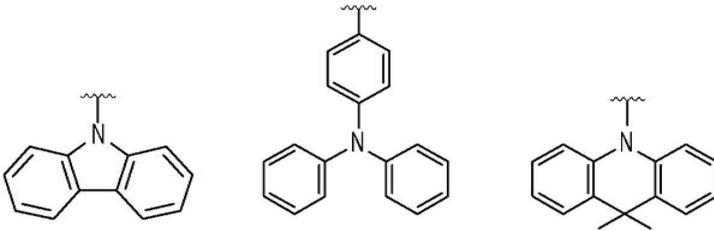


[0053]



[0054]

[0055] [화학식3]



[0056]

[0057] (화학식2에서 R은 수소 또는 페닐이다.)

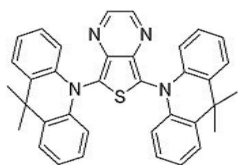
[0058] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 지연 형광 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나일 수 있다.



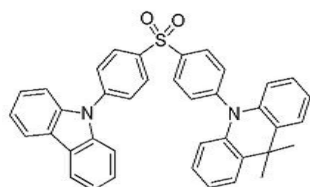
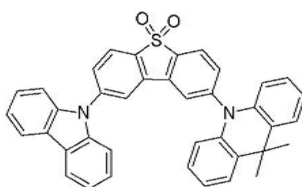
[0059]



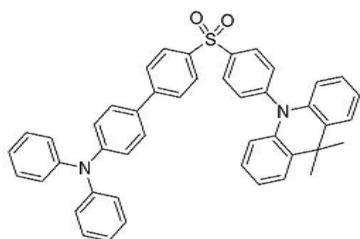
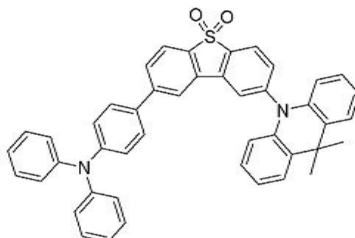
[0060]



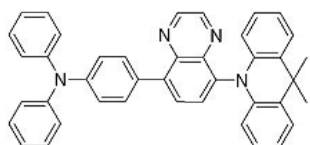
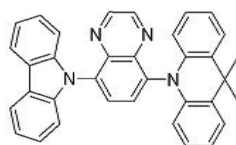
[0061]



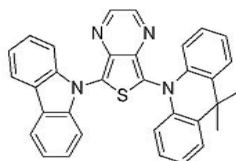
[0062]



[0063]



[0064]



[0065] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 지연 형광 화합물의 단일항 에너지와 삼중항 에너지의 차이는 0.3eV 이하일 수 있다.

[0066] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 지연 형광 화합물은 도펀트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 호스트를 더 포함할 수 있다.

[0067] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Dopant}$) 차이($|HOMO_{Host}-HOMO_{Dopant}|$) 또는 상기 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Dopant}$) 차이($|LUMO_{Host}-LUMO_{Dopant}|$)는 0.5eV이하일 수 있다.

[0068] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 지연 형광 화합물은 호스트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 도펀트를 더 포함할 수 있다.

[0069] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 지연 형광 화합물은 제 1 도펀트로 이용되고, 상기 유기 발광층은 호스트 및 제 2 도펀트를 더 포함하며, 상기 제 1 도펀트의 제 1 삼중항 에너지는 상기 호스트의 제 2 삼중항 에너지보다 작고 상기 제 2 도펀트의 제 3 삼중항 에너지보다 클 수 있다.

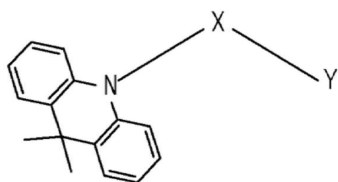
[0070] 본 발명의 유기발광다이오드소자에 있어서, 상기 유기 발광층은 정공주입층과, 정공수송층과, 발광물질층과, 전자수송층과 전자주입층을 포함하고, 상기 정공주입층과, 상기 정공수송층과, 상기 발광물질층과, 상기 전자수송층과 상기 전자주입층 중 적어도 하나가 상기 지연 형광 화합물을 포함할 수 있다.

[0071] 또한, 본 발명은, 기관 상에 위치하는 전술한 유기발광다이오드와, 상기 유기발광다이오드를 덮는 인캡슐레이션 필름과, 상기 인캡슐레이션 필름 상의 커버 윈도우를 포함하는 표시장치를 제공한다.

[0072] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 화합물의 구조 및 그 합성예와, 이를 이용한 유기발광다이오드소자에 대해 설명한다.

[0073] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 화합물은 아크리딘(acridine)인 제 1 전자주개(electron donor) 모이어티와, 상기 제 1 전자주개 모이어티와 같거나 다른 제 2 전자주개 모이어티가 전자받개(electron acceptor) 모이어티에 결합되는 구조의 분자식을 가지며, 아래 화학식1로 표시된다.

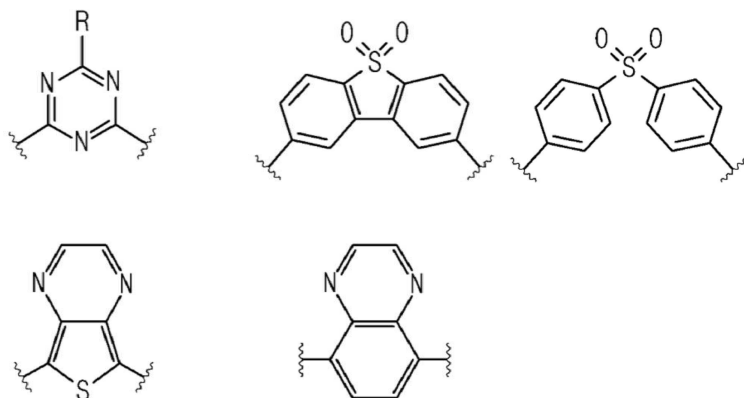
[0074] [화학식1]



[0075]

[0076] 상기 화학식1에서, 전자 받개 모이어티인 X는 치환 또는 비치환된 트리아진(phenyltriazine), 디벤조티오펜설폰(dibenzothiophenesulfone), 디페닐설폰(diphenylsulfone), 티에노 피라진(thieno pyrazine), 퀴녹살린(quinoxaline) 및 이들의 유도체로부터 선택된다. 예를 들어, 전자 받개 모이어티인 X는 하기 화학식2에 표시된 물질로부터 선택될 수 있다.

[0077] [화학식2]



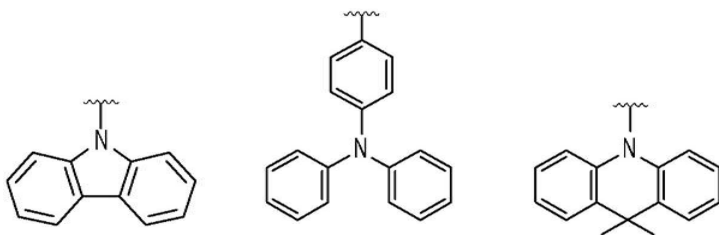
[0078]

[0079]

[0080] 상기 화학식2에서, R은 수소 또는 페닐일 수 있다.

[0081] 상기 화학식1에서, 제 2 전자 주개 모이어티인 Y는 정공 주입(hole injection)이 가능한 물질, 예를 들어, 카바졸(carbazole), 트리페닐아민(triphenylamine), 아크리딘 및 이들의 유도체로부터 선택된다. 제 2 전자 주개 모이어티인 Y는 하기 화학식3에 표시된 물질로부터 선택될 수 있다.

[0082] [화학식3]



[0083]

[0084] 이와 같은 지연 형광 화합물은 제 1 및 제 2 전자주개(electron donor) 모이어티와 전자받개(electron acceptor) 모이어티를 모두 포함함으로써, 분자 내에서 전하의 이동이 쉽게 일어나고 발광 효율이 향상된다. 또한, 제 1 및 제 2 전자주개 모이어티에서 전자받개 모이어티로 쌍극자(dipole)가 형성되어 분자 내부의 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 증가됨으로써, 발광효율이 더욱 상승된다.

[0085] 특히, 본 발명의 지연 형광 화합물에서 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용되기 때문에, 지연 형광 화합물의 발광 효율이 향상된다.

[0086] 또한, 육각형 구조를 갖는 아크리딘(acridine)이 전자주개 모이어티로 이용됨으로써, 전자받개 모이어티와의 입체장애가 커지고 아크리딘 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각이 증가한다. 따라서, 전자주

개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 컨쥬게이션 형성이 제한되고 HOMO와 LUMO 간 분리가 원활히 일어나기 때문에, 발광효율 향상이 더욱 커진다.

[0087] 또한, 제 1 및 제 2 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티가 분자 내에서 결합되고 최고준위 점유 분자궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO)와 최저준위 비점유 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO)의 중첩이 감소됨으로써 전계 활성화 착물이 형성되어 지연형광 화합물의 발광효율이 더욱 향상된다.

[0088] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 화합물의 발광 메커니즘을 설명하기 위한 도면인 도 1을 참조하면, 본 발명의 지연 형광 화합물에서는, 단일항 여기자와삼중항 여기자 모두가 발광에 참여하여 양자 효율이 향상된다.

[0089] 즉, 본 발명의 지연 형광 화합물은 전계(field)에 의해 삼중항 여기자가 활성화되어, 삼중항 여기자와 단일항 여기자가 중간 상태(intermediate state, I_1)로 이동하고 바닥상태(ground state, S_0)로 떨어지면서 발광하게 된다. 다시 말해, 단일항 상태(S_1)와 삼중항 상태(T_1)에서 중간 상태(I_1)로 전이가 일어나고 ($S_1 \rightarrow I_1 \leftarrow T_1$), 단일항 여기자와 삼중항 여기자 모두가 발광에 참여함으로써, 발광 효율이 향상된다. 이를 FADF (field activated delayed fluorescence) 화합물로 지칭한다.

[0090] 종래 형광 물질은 HOMO와 LUMO가 분자 전체에 퍼져 있기 때문에 단일항상태와 삼중항 상태 사이의 상호 전환이 불가능하다. (selection rule, 선택 규칙)

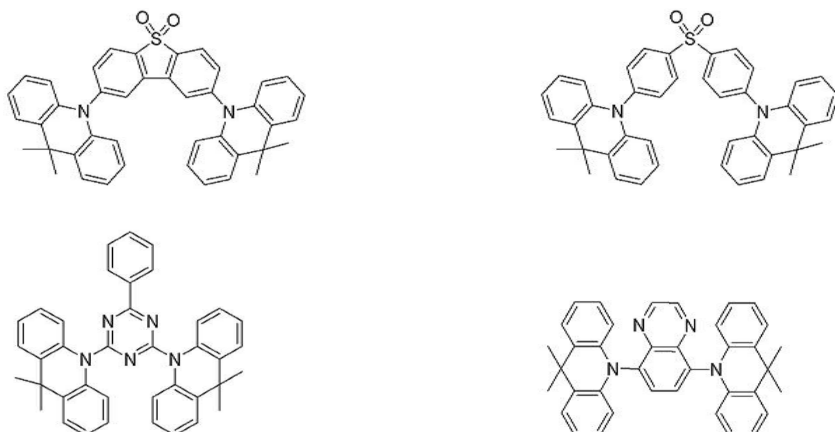
[0091] 그러나, 본 발명에서와 같은 FADF 화합물에서는, 분자 내 HOMO와 LUMO 겹침이 적기 때문에, HOMO와 LUMO 사이의 상호작용이 작다. 따라서, 전자의 스핀 상태 변화가 다른 전자에 영향을 미치지 않게 되고, 선택 규칙을 따르지 않는 새로운 전하 이동 밴드(charge transfer band)가 형성된다.

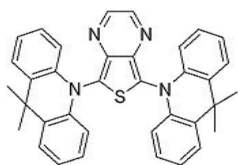
[0092] 또한, 제 1 및 제 2 전자받개 모이어티와 전자주개 모이어티가 분자 내에서 이격되어 있기 때문에, 분자 내 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 분극된 형태로 존재하게 된다. 쌍극자 모멘트가 분극된 상태에서는 HOMO와 LUMO 간의 상호 작용이 작아지게 되어 선택 규칙을 따르지 않을 수 있다. 따라서, FADF 화합물에서는, 삼중항 상태(T_1)와 단일항 상태(S_1)에서 중간 상태(I_1)으로 전이가 가능해지고, 삼중항 여기자가 발광에 참여하게 된다.

[0093] 유기발광다이오드소자가 구동되면, 전계에 의해 25%의 단일항 상태(S_1) 여기자와 75%의 삼중항 상태(T_1) 여기자가 중간 상태(I_1)로 계간 전이를 일으키고 바닥 상태(S_0)로 떨어지면서 발광이 일어나기 때문에 내부 양자 효율은 이론적으로 100%가 된다.

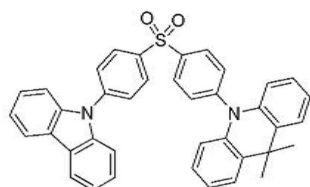
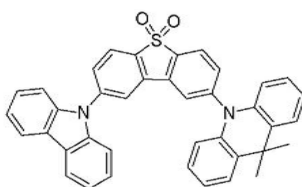
[0094] 예를 들어, 화학식1의 지연 형광 화합물은 하기 화학식4의 화합물 중 어느 하나일 수 있다.

[0095] [화학식4]

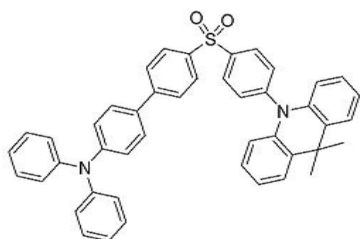
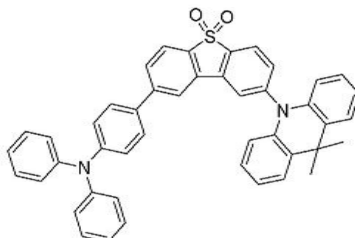




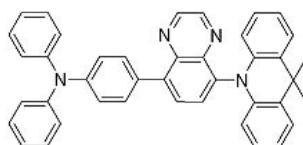
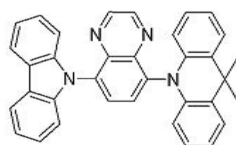
[0098]



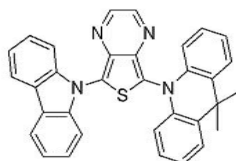
[0099]



[0100]



[0101]



[0102] 본 발명의 지연 형광 화합물은, 제 1 전자주개 모이어티로서 아크리딘을 포함하여 이에 따라 제 1 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 입체장애가 커지고 제 1 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각이 증가한다.

[0103] 도 2a 및 도 2b는 카바졸 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물의 분자 구조를 설명하기 위한 도면이고, 도 3a 및 도 3b는 아크리딘 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물의 분자 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0104] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 카바졸을 전자주개 모이어티로 이용하는 경우, 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각은 약 44도이다.

[0105] 한편, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 아크리딘을 전자주개 모이어티로 이용하는 경우, 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각은 약 89도이다. 즉, 아크리딘을 전자주개 모이어티로 포함하는 경우, 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 이면각이 증가하고 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티 사이의 쿨롱적 이션 형성이 제한된다. 따라서, 카바졸을 포함하는 화합물과 비교할 때, 아크리딘 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물에서 HOMO와 LUMO 간 분리가 원활히 일어나며 발광효율 향상이 더욱 커진다.

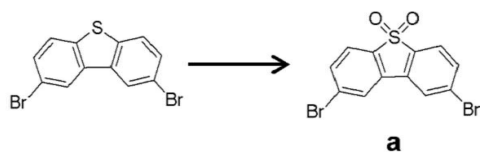
[0106] 이하에서는, 본 발명에 실시예에 따른 지연 형광 화합물의 합성예를 설명한다.

[0107] -합성예-

[0108] 1. 화합물1의 합성

[0109] (1) 화합물a의 합성

[0110] [반응식1-1]

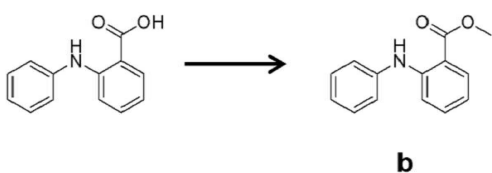


[0111]

[0112] 2,8-Dibromodibenzothiophene (14.6 mmol)과 아세트산 용매를 질소 분위기 하에서 교반하였다. 과산화수소 (64.8 mmol)를 추가하고 실온에서 약 30분간 교반하고, 12시간 이상 환류교반하였다. 반응 종료 후 증류수 50 ml를 넣고 교반 세척하였다. 여과한 후 고체를 과량의 과산화수소와 교반하여 30분~1시간 가량 2차 세척하였다. 증류수로 세척한 후 여과하고, 건조함으로써 흰색 고체 상태의 화합물a를 얻었다. (수율 : 90 %)

[0113] (2) 화합물b의 합성

[0114] [반응식1-2]

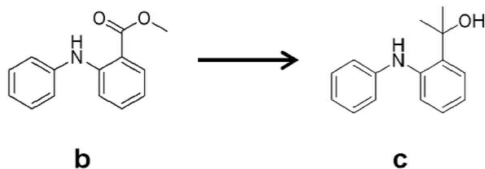


[0115]

[0116] N-phenylanthranilic acid (46.9 mmol)를 메탄올 용매에 혼합한 후 질소 분위기 하에서 교반하였다. 0 ℃ 조건에서 10 분간 추가로 교반한 뒤 thionyl chloride (21.2 mmol)를 천천히 떨어뜨렸다. 혼합 용액을 90 ℃ 조건에서 12 시간 이상 교반하였다. 반응 종료 후 용매를 제거하고 증류수와 에틸아세테이트를 투입하여 추출하였다. 마그네슘설페이트를 사용하여 추출한 유기층에서 수분을 제거하고 용매를 제거한 후, 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피를 통해 습식 정제(wet-refinement)를 하였다. 질은 노란색의 액체 상태 화합물b를 얻었다. (수율 : 81 %)

[0117] (3) 화합물c의 합성

[0118] [반응식1-3]

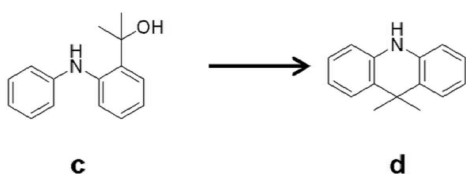


[0119]

[0120] 화합물b (38.1 mmol)를 질소 분위기에서 테트라하이드로퓨란 용매에 교반하였다. 메틸 마그네슘 브로마이드 (4.6 당량) 천천히 떨어뜨리고, 실온에서 12시간 이상 교반하여 반응시켰다. 반응 종료 후 증류수를 천천히 투입하고 에틸아세테이트를 사용하여 추출하였다. 마그네슘설페이트를 이용하여 추출한 유기층으로부터 수분을 제거하고 용매를 제거하였다. 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피를 통해 습식정제함으로써, 노란색 액체 상태의 화합물c를 얻었다. (수율 : 87 %)

[0121] (4) 화합물d의 합성

[0122] [반응식1-4]



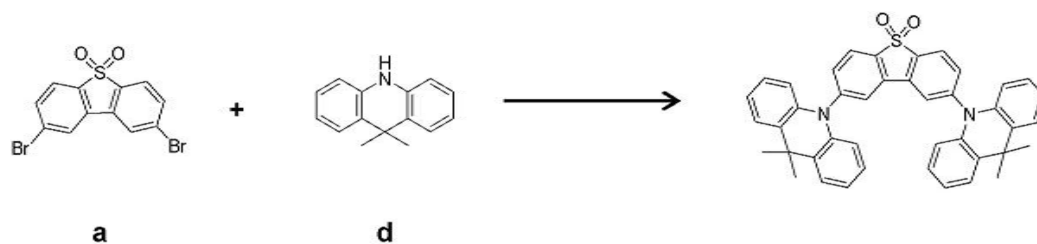
[0123]

[0124] 화합물c (33.1 mmol)를 과량의 인산 용매(160 ml)에 넣고 실온에서 교반하였다. 16시간 이상 교반 후 200~250 ml의 증류수를 천천히 투입하였다. 0.5~1 시간 교반 후 석출된 고체를 여과하였다. 여과된 고체를 수산화나트륨

수용액과 다이클로로메탄 용매를 이용하여 추출하였다. 마그네슘설페이트를 이용하여 추출된 유기층으로부터 수분을 제거하고 유기 용매를 제거하여 흰색 고체 상태의 화합물d를 얻었다. (수율 : 69 %)

[0125] (5) 화합물1의 합성

[0126] [반응식1-5]

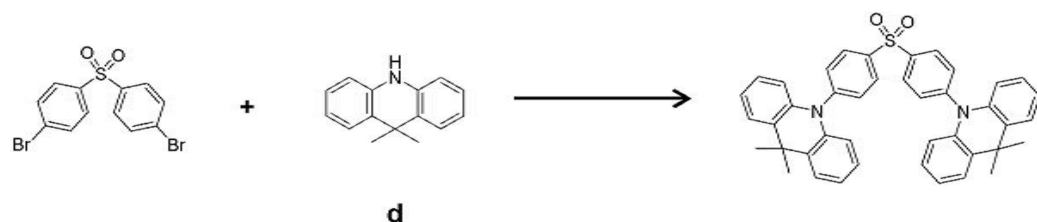


[0127]

[0128] 화합물d (0.3 mol)와 화합물a (0.15 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol), P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 하에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 °C 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물1을 얻었다. (수율 : 81 %)

[0129] 2. 화합물2의 합성

[0130] [반응식2]



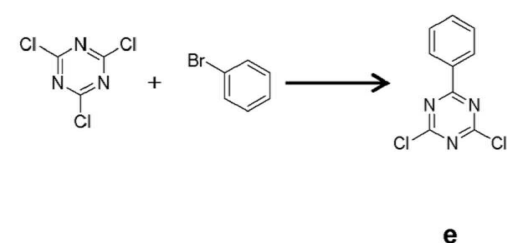
[0131]

[0132] 화합물d (0.3 mol)와 4-브로모페닐설펜 (0.15 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol) 및 P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 하에 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 °C 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물2를 얻었다. (수율 : 80 %)

[0133] 3. 화합물3의 합성

[0134] (1) 화합물e의 합성

[0135] [반응식3-1]

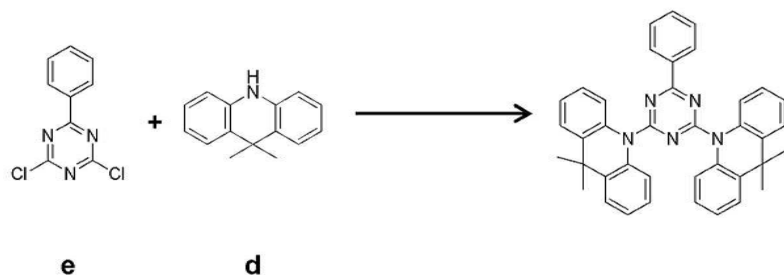


[0136]

[0137] 빛을 차단시킨 플라스크에 질소 환경을 조성하고, -78 °C에서 브로모벤젠 (0.9 당량)을 테트라하이드로퓨란에 녹였다. 저온상태에서 n-부틸리튬을 천천히 적하(dropwise)하였다. 테트라하이드로퓨란에 녹인 2,4,6-트리클로로-1,3,5-트리아진을 질소 분위기 내에서 캔놀라를 이용하여 적하하고 8시간 교반하였다. 반응 종료 후, 정제를 통해 화합물e를 얻었다. (수율 : 45 %)

[0138] (2) 화합물3의 합성

[0139] [반응식3-2]

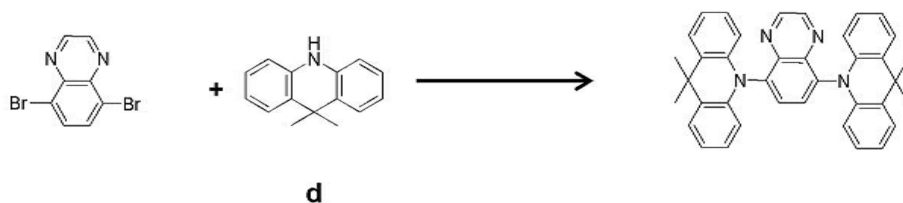


[0140]

[0141] 질소 분위기에서 촉매 $\text{Pd}(\text{dba})_2$ (5 %mol), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (4 %mol)를 톨루엔 용매에 넣고 약 15분 정도 교반하였다. 화합물e (33.8 mmol), 화합물d (16.9 mmol) 및 NaOt-Bu (60.6 mmol)을 추가로 넣고 90 °C 조건에서 5시간 교반하였다. 반응 종료 후, celite를 이용하여 여과하고 남은 유기 용매는 제거하였다. 얻어진 고체를 헥산과 다이클로로메탄을 이용한 컬럼크로마토그래피 정제하고, 헥산으로 재결정하였다. 습식정제를 통해 화합물3을 얻었다. (수율 : 59 %)

[0142] 4. 화합물4의 합성

[0143] [반응식4]



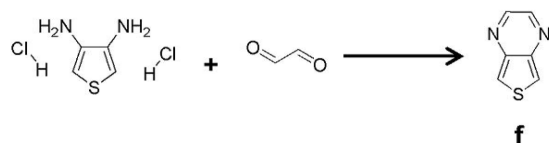
[0144]

[0145] 화합물d (0.3 mol)와 5,8-다이브로모퀴놀린 (0.15 mol), $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ (6.11 mmol) 및 $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)를 질소 분위기에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 °C 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물4를 얻었다. (수율 : 79 %)

[0146] 5. 화합물5의 합성

[0147] (1) 화합물f의 합성

[0148] [반응식5-1]

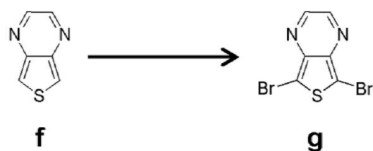


[0149]

[0150] 질소 분위기에서 3,4-diaminothiophene dihydrochloride (5.52 mmol)를 Na_2CO_3 (5 %, 60 ml)와 글리옥살 (6.1 mmol)의 혼합액에 5분 정도의 시간동안 천천히 투입하였다. 40 %로 묶힌 글리옥살 용액을 15 ml 투입하였다. 실온에서 3 시간 동안 교반하고 에틸아세테이트로 빠르게 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거한 후 유기 용매를 제거하였다. (용매 제거 시 가열하지 않음) 다이클로로메탄과 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식 정제를 통하여 화합물f를 얻었다. (수율 : 70 %)

[0151] (2) 화합물g의 합성

[0152] [반응식5-2]

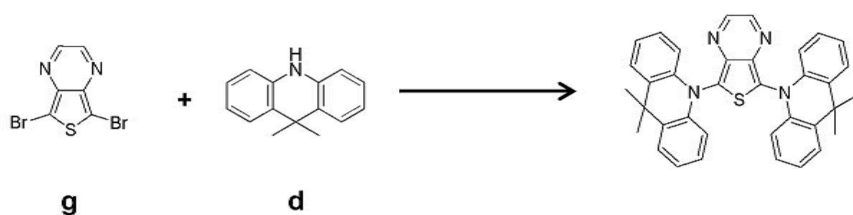


[0153]

[0154] 화합물f (14.7 mmol)를 질소 분위기에서 클로로포름/아세트산 (1:1) 용매와 교반하였다. 0 ℃로 냉각하고 N-Bromosuccinimide (NBS, 32.3 mmol)를 추가 투입하였다. 반응 혼합물을 실온에서 12시간 이상 교반하였다. 반응 종료 후, 증류수를 반응용매의 양만큼 투입하고 클로로포름으로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분 제거한 다음 남은 유기 용매를 가열없이 제거하였다. 남은 고체를 다이에틸에테르로 세척하였다. 다이클로로메탄과 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제를 통해 화합물g를 얻었다. (수율 : 75 %)

[0155] (3) 화합물5의 합성

[0156] [반응식5-3]



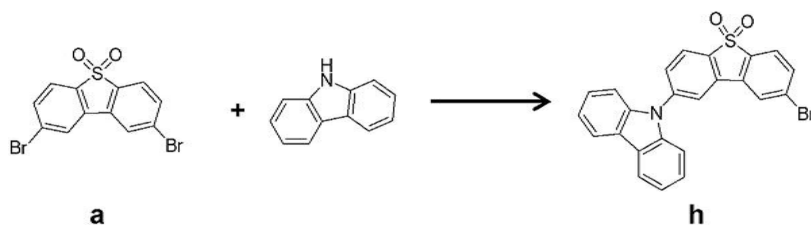
[0157]

[0158] 화합물d (0.3 mol)와 화합물g (0.15 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol) 및 P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물5를 얻었다. (수율 : 70 %)

[0159] 6. 화합물6의 합성

[0160] (1) 화합물h의 합성

[0161] [반응식6-1]

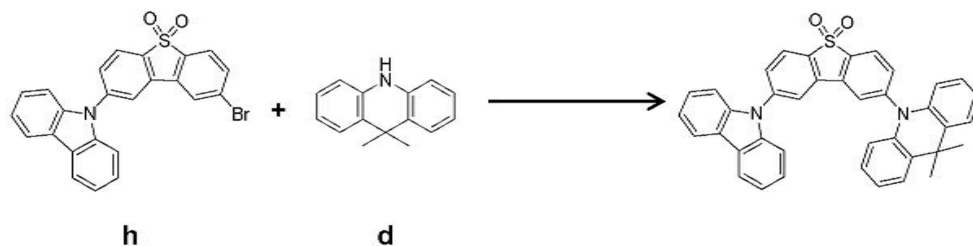


[0162]

[0163] 질소 분위기에서 카바졸을 1,4-다이옥산 용매에 녹인 후, CuI 및 K₃PO₄를 첨가하였다. 화합물a (1.1 당량) 및 trans-1,2-diaminocyclohexane을 추가 첨가하였다. 110℃ 조건에서 24시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각하고 에틸아세테이트와 증류수로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하고 남은 유기 용매를 제거하였다. 에틸아세테이트와 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제를 통해 화합물h를 얻었다. (수율 : 58 %)

[0164] (2) 화합물6의 합성

[0165] [반응식6-2]



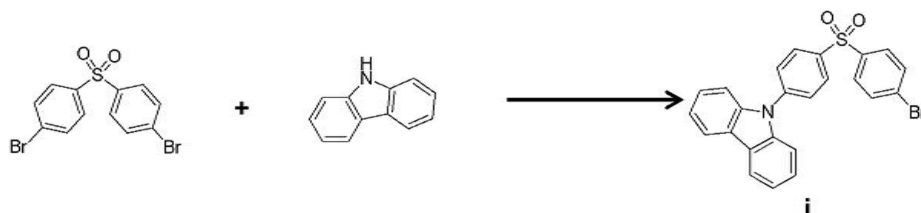
[0166]

[0167] 화합물d (0.33 mol)와 화합물h (0.33 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol), P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 ℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물6을 얻을 수 있다. (수율 : 55 %)

[0168] 7. 화합물7의 합성

[0169] (1) 화합물i의 합성

[0170] [반응식7-1]

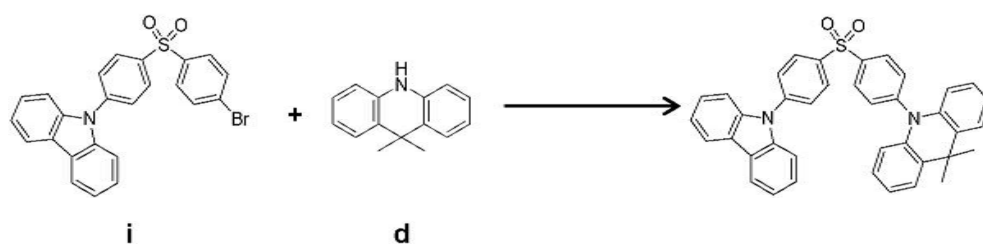


[0171]

[0172] 질소 분위기에서 카바졸을 1,4-다이옥산 용매에 녹인 후, CuI 및 K₃PO₄를 첨가하였다. 4-브로모페닐설펜 (1.1 당량) 및 trans-1,2-diaminocyclohexane을 추가 첨가하였다. 110℃ 조건에서 24시간 동안 환류교반한다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각하고 에틸아세테이트와 증류수로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하고 남은 유기 용매를 제거하였다. 에틸아세테이트와 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식 정제를 통해 화합물i를 얻었다. (수율 : 60 %)

[0173] (2) 화합물7의 합성

[0174] [반응식7-2]



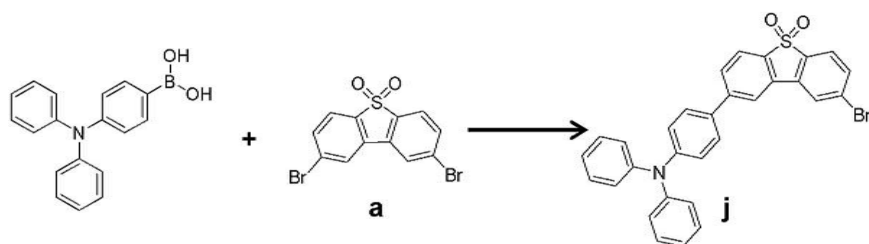
[0175]

[0176] 화합물d (0.33 mol)와 화합물i (0.33 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol), P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 ℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물7을 얻었다. (수율 : 65 %)

[0177] 8. 화합물8의 합성

[0178] (1) 화합물j의 합성

[0179] [반응식8-1]

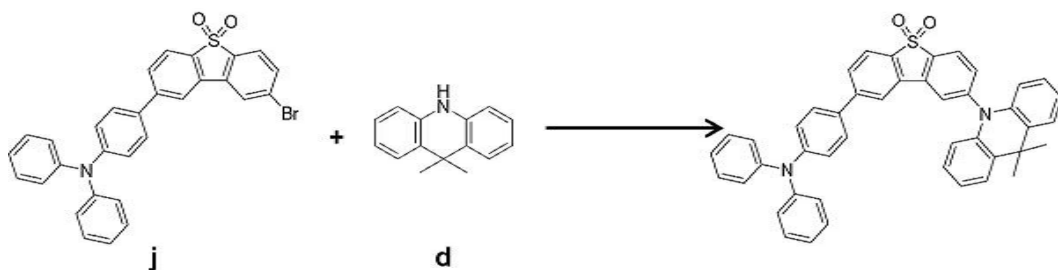


[0180]

[0181] 질소 분위기에서 화합물a를 톨루엔 용매에 녹인 후, 4-(diphenylamino)phenylboronic acid (1.1 당량)을 첨가하였다. K_2CO_3 (4.4 당량)을 증류수에 녹인 다음 반응 혼합물에 추가 투입하였다. 테트라하이드로퓨란 용매를 투입한 후, 팔라듐 (Pd, 0.05 당량)을 첨가하였다. 이 후, 반응 혼합물을 80℃ 에서 환류시키며 교반하였다. 반응 종료 후, 에틸아세테이트로 추출하고 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 용매를 제거하고, 다이클로로메탄과 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 정제를 통해 화합물j를 얻었다. (수율 : 56 %)

[0182] (2) 화합물8의 합성

[0183] [반응식8-2]



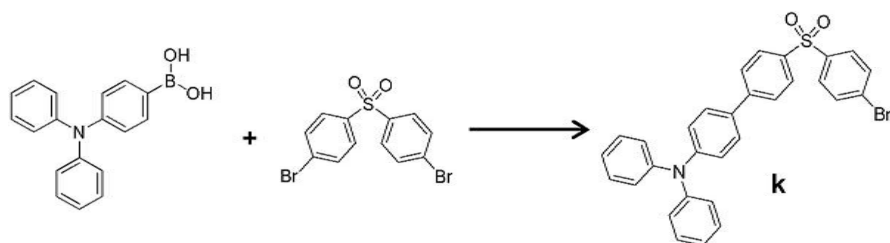
[0184]

[0185] 화합물d (0.33 mol)와 화합물j (0.33 mol), $Pd(OAc)_2$ (6.11 mmol), $P(t-Bu)_3$ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 ℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물8을 얻었다. (수율 : 50 %)

[0186] 9. 화합물9의 합성

[0187] (1) 화합물k의 합성

[0188] [반응식9-1]

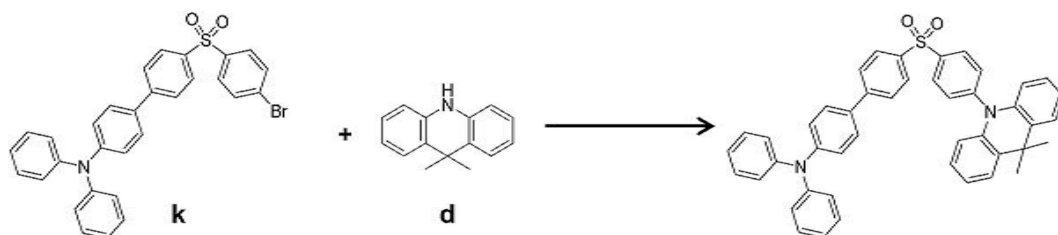


[0189]

[0190] 질소 분위기에서 4-브로모페닐설폰을 톨루엔 용매에 녹인 후, 4-(diphenylamino)phenylboronic acid (1.1 당량)을 첨가하였다. K_2CO_3 (4.4 당량)을 증류수에 녹인 다음 반응 혼합물에 추가 투입하였다. 테트라하이드로퓨란 용매를 투입한 후, 팔라듐 (Pd, 0.05 당량)을 첨가하였다. 이 후, 반응 혼합물을 80℃ 에서 환류시키며 교반하였다. 반응 종료 후, 에틸아세테이트로 추출하고 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 용매를 제거하고, 다이클로로메탄과 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 정제를 통해 화합물k를 얻었다. (수율 : 55 %)

[0191] (2) 화합물9의 합성

[0192] [반응식9-2]



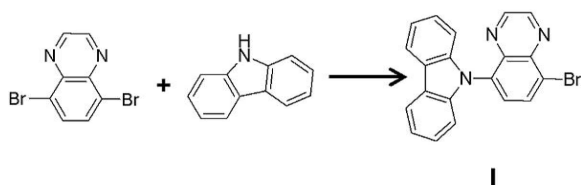
[0193]

[0194] 화합물d (0.33 mol)와 화합물k (0.33 mol), $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ (6.11 mmol), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 °C 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물9를 얻었다. (수율 : 45 %)

[0195] 10. 화합물10의 합성

[0196] (1) 화합물1의 합성

[0197] [반응식10-1]

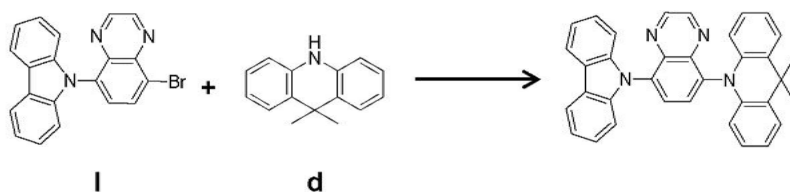


[0198]

[0199] 질소 분위기에서 카바졸을 1,4-다이옥산 용매에 녹인 후, CuI 및 K_3PO_4 를 첨가하였다. 5,8-다이브로모퀴놀린 (1.1 당량) 및 trans-1,2-diaminocyclohexane 을 추가 첨가하였다. 110°C 조건에서 24시간 동안 환류교반한다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각하고 에틸아세테이트와 증류수로 추출한다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하고 남은 유기 용매를 제거하였다. 에틸아세테이트와 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제를 통해 화합물1을 얻었다. (수율 : 48 %)

[0200] (2) 화합물10의 합성

[0201] [반응식10-2]



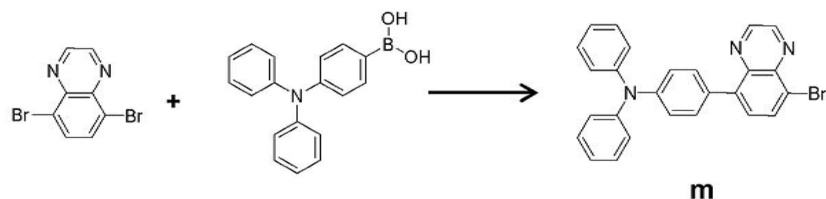
[0202]

[0203] 화합물d (0.33 mol)와 화합물1 (0.33 mol), $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ (6.11 mmol), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 °C 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물10을 얻었다. (수율 : 50 %)

[0204] 11. 화합물11의 합성

[0205] (1) 화합물m의 합성

[0206] [반응식11-1]

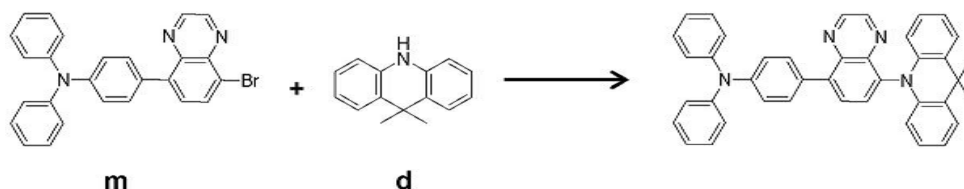


[0207]

[0208] 질소 분위기에서 5,8-다이브로모퀴놀린을 톨루엔 용매에 녹인 후, 4-(diphenylamino)phenylboronic acid (1.1 당량)을 첨가하였다. K_2CO_3 (4.4 당량)을 증류수에 녹인 다음 반응 혼합물에 추가 투입하였다. 테트라하이드로퓨란 용매를 투입한 후, 팔라듐 (Pd, 0.05 당량)을 첨가하였다. 이 후, 반응 혼합물을 80℃ 에서 환류시키며 교반하였다. 반응 종료 후, 에틸아세테이트로 추출하고 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 용매를 제거하고, 다이클로로메탄과 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 정제를 통해 화합물m을 얻었다. (수율 : 43 %)

[0209] (2) 화합물11의 합성

[0210] [반응식11-2]



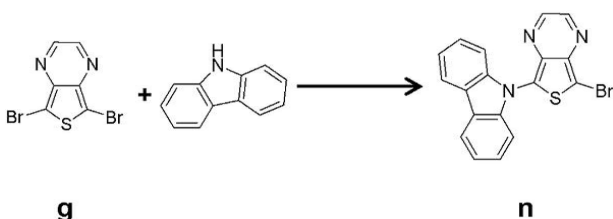
[0211]

[0212] 화합물d (0.33 mol)와 화합물m (0.33 mol), $Pd(OAc)_2$ (6.11 mmol), $P(t-Bu)_3$ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 ℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물11을 얻었다. (수율 : 50 %)

[0213] 12. 화합물12의 합성

[0214] (1) 화합물n의 합성

[0215] [반응식12-1]

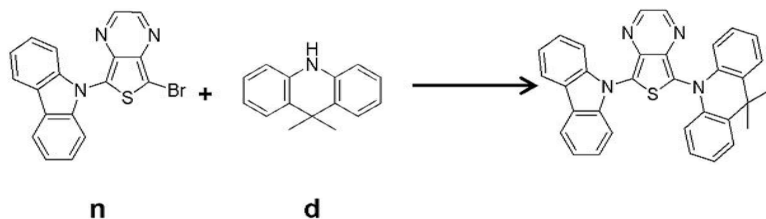


[0216]

[0217] 질소 분위기에서 카바졸을 1,4-다이옥산 용매에 녹인 후, CuI 및 K_3PO_4 를 첨가하였다. 화합물g (1.1 당량) 및 trans-1,2-diaminocyclohexane을 추가 첨가하였다. 110℃ 조건에서 24시간 동안 환류교반한다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각하고 에틸아세테이트와 증류수로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하고 남은 유기 용매를 제거하였다. 에틸아세테이트와 헥산을 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제를 통해 화합물n을 얻었다. (수율 : 45 %)

[0218] (2) 화합물12의 합성

[0219] [반응식12-2]



[0220]

[0221] 화합물d (0.33 mol)와 화합물n (0.33 mol), Pd(OAc)₂ (6.11 mmol), P(t-Bu)₃ (50 wt%, 15.28 mmol), NaOt-Bu (sodium tert-butoxide, 0.61 mol)을 질소 분위기 에서 톨루엔 용매와 교반하였다. 120 ℃ 조건에서 12시간 동안 환류교반하였다. 반응 종료 후, 실온까지 냉각시키고 물과 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층에서 마그네슘설페이트를 이용하여 수분을 제거하였다. 남은 유기 용매를 제거하고 헥산과 에틸아세테이트를 이용한 컬럼크로마토그래피 습식정제에 의해 화합물12를 얻었다. (수율 : 49 %)

[0222] 화합물1 내지 12의 질량분석 결과를 표1에 기재하였다.

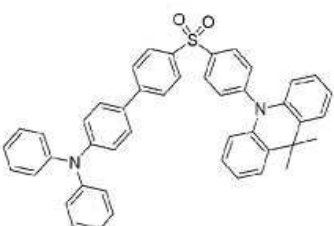
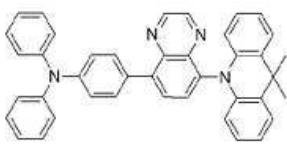
표 1

		Calculation	Found (M(H ⁺))
Com1	C ₄₂ H ₃₄ N ₂ O ₂ S	630.23	630.23
Com2	C ₄₂ H ₃₆ N ₂ O ₂ S	632.25	632.25
Com3	C ₃₉ H ₃₃ N ₅	571.27	571.27
Com4	C ₃₈ H ₃₂ N ₄	544.26	544.26
Com5	C ₃₆ H ₃₀ N ₄ S	550.22	550.22
Com6	C ₃₉ H ₂₈ N ₂ O ₂ S	588.19	588.19
Com7	C ₃₉ H ₃₀ N ₂ O ₂ S	590.20	590.20
Com8	C ₄₅ H ₃₄ N ₂ O ₂ S	666.23	666.23
Com9	C ₄₅ H ₃₆ N ₂ O ₂ S	668.25	668.25
Com10	C ₃₅ H ₂₆ N ₄	502.22	502.22
Com11	C ₄₁ H ₃₂ N ₄	580.26	580.26
Com12	C ₃₃ H ₂₄ N ₄ S	508.17	508.17

[0223]

[0224] Hamamatsu 사의 Quantarus tau 장비를 이용하여 O₂ free 조건에서 상기 화합물5, 9, 11(Com5, Com9, Com11)의 발광 특성을 측정하였고, 측정 결과를 표2 및 도 4a 내지 도 4c에 기재하였다.

표 2

	Fluorescence (ns)	Delayed fluorescence (ns)
 Com5	7.66	6956
 Com9	5.00	6753
 Com11	3.50	5645

[0225]

[0226]

표2와 도 4a 내지 도 4c에서 보여지는 바와 같이 본 발명에 따른 지연 형광 화합물인 화합물5, 9, 11(Com5, Com9, Com11) 각각은 수만 nano-second (ns)의 지연형광 현상을 보였다.

[0227]

전술한 바와 같이, 본 발명의 지연 형광 화합물은 전계 활성화(field activated)되어 단일항 상태(S_1) 여기자와 삼중항 상태(T_1) 여기자가 중간 상태(I_1)으로 전이되고 이들 모두가 발광에 참여한다.

[0228]

이러한 전계 활성화 착물은, 한 분자 내에 제 1 및 제 2 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티를 동시에 가지고 있는 단분자 화합물이며, 분자 내에서 전자의 이동이 쉽게 일어나게 된다. 전계 활성화 착물은 특정 조건에서 전자주개 모이어티에서 전자가 전자받개 모이어티로 이동하여 분자 내에서 전하(charge)의 분리가 일어날 수 있다.

[0229]

전계 활성화 착물은 외부 환경에 의해 형성 되는데, 이는 다양한 용매를 이용한 용액 상태의 흡수 파장과 발광 파장을 비교해 봄으로써 쉽게 확인 할 수 있다.

[0230]

$$\Delta\nu = \nu_{abs} - \nu_{fl} = \frac{2\Delta\mu^2}{hca^3}\Delta f + constant \quad (Lippert - Mataga equation)$$

[0231]

위의 식에서 $\Delta\nu$ 는 stock shift 값으로 ν_{abs} 와 ν_{fl} 은 각각 최대 흡수 파장과 최대 발광 파장의 파수(wavenumber)이다. 또한 h 는 플랑크 상수 (Plank's constant)이고, c 는 빛의 속도(velocity of light)이며, a 는 onsager cavity radius이고, $\Delta\mu$ 는 excited state의 dipole moment와 ground state의 dipole moment의 차이 ($\Delta\mu = \mu_e - \mu_g$)를 나타낸다.

[0232]

Δf 는 용매의 방향성 편극도(orientational polarizability)를 나타내는 값으로 아래의 식과 같이 용매의 유전 상수(dielectric constant, ϵ)와 굴절률(refractive index, n)로 표현된다.

$$\Delta f = \frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon + 1} - \frac{n^2 - 1}{2n^2 + 1}$$

[0233]

[0234]

전계 활성화 착물의 형성 여부는 다양한 용매를 이용한 용액 상태의 흡수 파장과 발광 파장을 비교해 봄으로써 확인할 수 있다. 이는 excitation되었을 때의 분극의 정도(dipole moment의 크기)가 주변의 극성에 의해 결정되기 때문이다.

[0235]

혼합 용매의 방향성 편극도, Δf 는 각각 순수한 용매의 방향성 편극도 값들을 몰분율의 비율로 계산하여 사용할 수 있으며, 전계 활성화 착물의 형성 유무는 위의 식 (Lippert-Mataga equation)을 이용하여 Δf 와 Δv 를 그렸을 때(ploting) 선형 관계가 나타나는지를 확인함으로써 판단할 수 있다.

[0236]

즉, 용매의 방향성 편극도에 따라 전계 활성화 착물이 안정화가 되며 이 안정화 정도에 따라 발광 파장이 장파장으로 이동한다. 따라서, 전계 활성화 착물이 형성되면 Δf 와 Δv 가 선형 그래프를 이루게 되고, 역으로 Δf 와 Δv 가 선형 그래프를 이루면, 그 발광 재료는 전계 활성화 착물임을 알 수 있다.

[0237]

본 발명의 지연 형광 화합물에서는, 25%의 단일항 상태 엑시톤과 75%의 삼중항 상태 엑시톤이 외부 환경, 예를 들어 유기발광다이오드소자 구동시 생성된 전자기장에 의해 단일항 상태와 삼중항 상태의 중간 상태로 계간 전이(intersystem crossing)를 일으키는 것으로 해석되고, 이러한 중간 상태에서 바닥 상태로 되면서 발광이 일어나기 때문에 양자 효율이 향상된다. 즉, 형광 물질에서 단일항 상태 엑시톤 뿐만 아니라 삼중항 상태 엑시톤도 발광에 참여함으로써, 발광 효율이 향상된다.

[0238]

이하, 상기한 본 발명의 지연 형광 화합물을 이용한 유기발광다이오드와 화학식5의 비교물질을 이용한 유기발광다이오드의 성능을 비교 설명한다.

[0239]

소자 제작

[0240]

ITO 기판의 발광 면적이 3 mm X 3 mm 크기가 되도록 패터닝한 후 세정하였다. 다음, 상기 기판을 진공 증착 챔버 내로 이송하였다. 베이스 압력이 약 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ Torr가 되도록 한 후 양극인 ITO 위에, i) 정공주입층 (5nm, NPB(N,N'-di(naphthalen-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine)), ii) 정공수송층 (10nm, mCP(N,N'-Dicarbazolyl-3,5-benzene)), iii) 발광물질층 (35nm, 호스트(bis{2-[di(phenyl)phosphino]phenyl}ether oxide/도펀트 (6%)), iv) 전자수송층 (30nm, 1,3,5-tri(phenyl-2-benzimidazole)-benzene), v) 전자주입층 (LiF), vi) 음극 (Al)을 순차 적층하였다.

[0241]

(1) 비교예 (Ref)

[0242]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화학식5의 화합물을 이용하였다.

[0243]

(2) 실험예1 (Ex1)

[0244]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물1을 이용하였다.

[0245]

(3) 실험예2 (Ex2)

[0246]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물2를 이용하였다.

[0247]

(4) 실험예3 (Ex3)

[0248]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물3을 이용하였다.

[0249]

(5) 실험예4 (Ex4)

[0250]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물4를 이용하였다.

[0251]

(6) 실험예5 (Ex5)

[0252]

전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물5를 이용하였다.

[0253]

(7) 실험예6 (Ex6)

[0254]

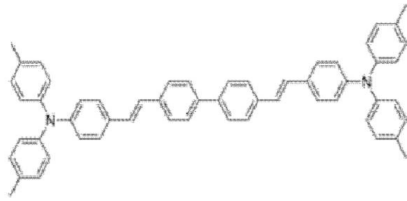
전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물6을 이용하였다.

[0255]

(8) 실험예7 (Ex7)

[0256] 전술한 소자에서, 발광물질층의 도펀트로 화합물12를 이용하였다.

[0257] [화학식5]



[0258]

표 3

	Voltage (V)	Cd/A	lm/W	EQE (%)	CIE (X)	CIE (Y)
Ref	8.85	7.42	2.63	4.07	0.177	0.297
Ex1	5.26	13.41	8.84	7.18	0.176	0.202
Ex2	5.03	11.78	8.62	7.34	0.172	0.189
Ex3	5.96	15.42	8.94	8.05	0.182	0.284
Ex4	5.46	20.68	10.09	8.81	0.194	0.328
Ex5	5.08	32.84	25.61	11.84	0.264	0.437
Ex6	5.84	11.13	7.64	6.84	0.168	0.198
Ex7	5.11	38.88	20.04	13.59	0.302	0.482

[0259]

[0260] 표3에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 지연 형광 화합물을 이용한 유기발광다이오드소자는 구동전압, 발광 효율 등에서 향상된 특성을 갖는다.

[0261] 상기한 지연 형광 화합물을 포함하여 이루어지는 유기발광다이오드소자에 대한 일 실시예를 도 5에 도시하였다.

[0262] 도 5에 도시한 바와 같이, 유기발광다이오드소자는 기판(미도시) 상에 위치하는 발광다이오드(E)를 포함한다.

[0263] 상기 발광다이오드(E)는 양극 역할을 하는 제 1 전극(110), 음극 역할을 하는 제 2 전극(130) 및 상기 제 1 및 제 2 전극(110, 130) 사이에 형성되는 유기발광층(120)으로 이루어진다.

[0264] 한편, 도시하지 않았으나, 무기층과 유기층을 포함하고 상기 발광다이오드(E)를 덮는 인캡슐레이션 필름과, 상기 인캡슐레이션 필름 상의 커버 윈도우를 포함하여 표시장치를 이룰 수 있다. 이때, 상기 기판과 상기 커버 윈도우가 플렉서블 특성을 가져, 플렉서블 표시장치를 이룰 수 있다.

[0265] 상기 제 1 전극(110)은 일함수 값이 비교적 높은 물질, 예를 들어, 인듐-틴-옥사이드(ITO)로 이루어지며, 상기 제 2 전극(130)은 일함수 값이 비교적 낮은 물질, 예를 들어, 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금(AlNd)으로 이루어진다. 또한, 상기 유기발광층(120)은 적색, 녹색, 청색의 유기발광패턴으로 이루어진다.

[0266] 상기 유기발광층(120)은 단일층 구조를 갖거나, 발광효율의 향상을 위해, 상기 유기발광층(120)은 다중층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(110)으로부터 순차적으로 정공주입층(hole injection layer; HIL) (121), 정공수송층(hole transporting layer; HTL) (122), 발광물질층(emitting material layer; EML) (123), 전자수송층(electron transporting layer, ETL)(124) 및 전자주입층(electron injection layer, EIL)(125)으로 이루어질 수 있다.

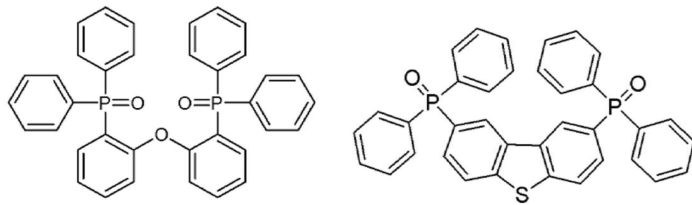
[0267] 여기서, 상기 정공주입층(121), 정공수송층(122), 발광물질층(123), 전자수송층(124) 및 전자주입층(125) 중 적어도 하나는 상기 화학식1로 표시되는 지연 형광 화합물을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0268] 예를 들어, 상기 발광물질층(123)이 상기 화학식1로 표시되는 지연 형광 화합물을 포함할 수 있다. 상기 발광물질층(123)은 본 발명의 지연 형광 화합물을 도펀트 물질로 포함하고, 호스트에 대하여 약 1~30wt%로 도핑될 수 있으며, 청색을 발광하게 된다.

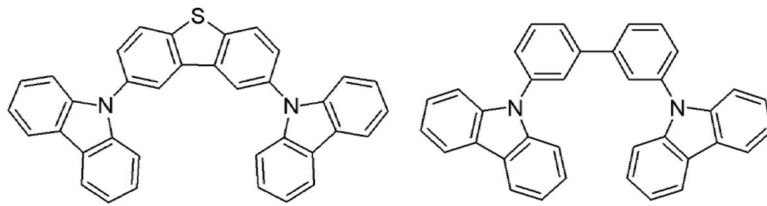
[0269] 상기 호스트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최고준위 점유 분자궤도 레벨($HOMO_{Dopant}$) 차이($|HOMO_{Host}-HOMO_{Dopant}|$) 또는 상기 호스트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Host}$)과 상기 도펀트의 최저준위 비점유 분자궤도 레벨($LUMO_{Dopant}$) 차이($|LUMO_{Host}-LUMO_{Dopant}|$)는 0.5eV이하가 되도록 한다. 이에 따라, 호스트에서 도펀트로의 전하이동(charge transfer) 효율이 향상된다.

[0270] 예를 들어, 이와 같은 조건을 만족시키는 호스트로서, 하기 화학식6 중 어느 하나가 이용될 수 있다. (각각 Bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]ether oxide (DPEPO), 2,8-bis(diphenylphosphoryl)dibenzothiophene (PPT), 2,8-di(9H-carbazol-9-yl)dibenzothiophene (DCzDBT), m-bis(carbazol-9-yl)biphenyl (m-CBP), Diphenyl-4-triphenylsilylphenyl-phosphine oxide (TPSO1), 9-(9-phenyl-9H-carbazol-6-yl)-9H-carbazole (CCP))

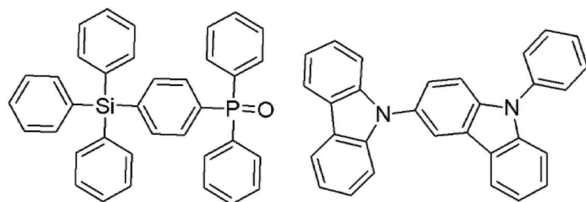
[0271] [화학식6]



[0272]



[0273]



[0274]

[0275] 이때, 상기 도펀트의 삼중항 에너지가 상기 호스트의 삼중항 에너지보다 작고, 도펀트의 단일항 에너지와 도펀트의 삼중항 에너지의 차이(ΔE_{ST})는 0.3eV이하인 것을 특징으로 한다. ΔE_{ST} 가 작을수록 발광효율이 증가하며, 본 발명의 지연 형광 화합물에서는, 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. ($\Delta E_{ST} \leq 0.3$)

[0276] 한편, 상기 발광물질층(123)은 본 발명의 지연 형광 화합물을 호스트 물질로 포함하고, 호스트 물질에 대하여 약 1~30wt%로 도핑되는 도펀트를 포함할 수 있으며, 청색을 발광하게 된다. 우수한 특성의 청색 호스트의 개발이 충분하지 않기 때문에, 본 발명의 지연 형광 화합물을 호스트 물질로 이용함으로써 호스트 선택의 자유도를 높일 수 있다.

[0277] 이때, 상기 도펀트의 삼중항 에너지가 본 발명의 지연 형광 화합물인 상기 호스트의 삼중항 에너지보다 작다.

[0278] 또한, 상기 발광물질층(123)은 본 발명의 지연 형광 화합물을 제 1 도펀트 물질로 포함하고 호스트 물질 및 제 2 도펀트 물질을 더 포함하며, 도핑된 상기 제 1 및 제 2 도펀트 물질의 합은 상기 호스트 물질에 대하여 약

1~30wt%로 도핑되어, 청색을 발광하게 된다. 상기 발광물질층(123)이 호스트 물질과 제 1 및 제 2 도펀트 물질을 포함함으로써, 발광 효율 및 색감이 더욱 향상된다.

[0279] 이때, 본 발명의 지연 형광 화합물인 제 1 도펀트의 삼중항 에너지는 상기 호스트의 삼중항 에너지보다 작고 제 2 도펀트의 삼중항 에너지보다 큰 것을 특징으로 한다. 또한, 이때, 제 1 도펀트의 단일항 에너지와 제 1 도펀트의 삼중항 에너지의 차이(ΔE_{ST})는 0.3eV이하인 것을 특징으로 한다. ΔE_{ST} 가 작을수록 발광효율이 증가하며, 본 발명의 지연 형광 화합물인 제 1 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. ($\Delta E_{ST} \leq 0.3$)

[0280] 전술한 바와 같이, 본 발명의 지연 형광 화합물은, 제 1 및 제 2 전자주개(electron donor) 모이어티와 전자받개(electron acceptor) 모이어티를 모두 포함하고 제 1 및 제 2 전자주개 모이어티 중 적어도 어느 하나가 전자받개 모이어티가 큰 입체장애를 갖는 아크리딘이므로, 발광효율이 더욱 향상된다. 또한, 전자주개 모이어티에서 전자받개 모이어티로 쌍극자(dipole)가 형성되어 분자 내부의 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 증가됨으로써, 발광효율이 더욱 상승된다. 또한, 본 발명의 지연 형광 화합물에서 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용되기 때문에, 발광 효율이 향상된다.

[0281] 따라서, 본 발명의 지연 형광 화합물을 포함하는 유기발광다이오드소자의 발광 효율 역시 향상된다.

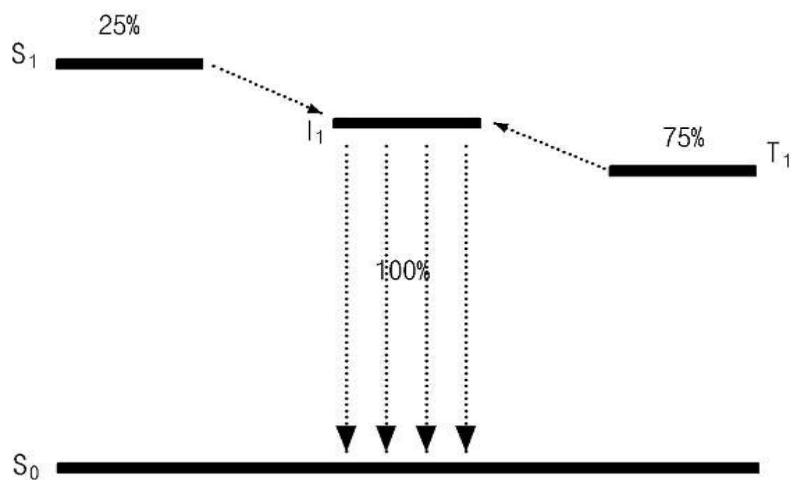
[0282] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

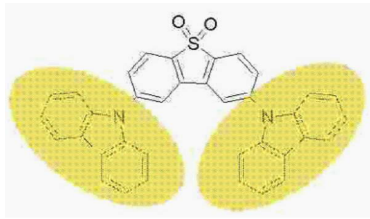
[0283] 110: 제 1 전극 120: 유기발광층
121: 정공주입층 122: 정공수송층
123: 발광물질층 124: 전자수송층
125: 전자주입층 130: 제 2 전극
E: 유기발광다이오드

도면

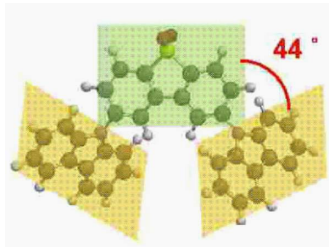
도면1



도면2a



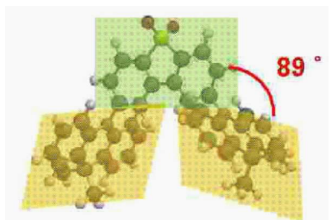
도면2b



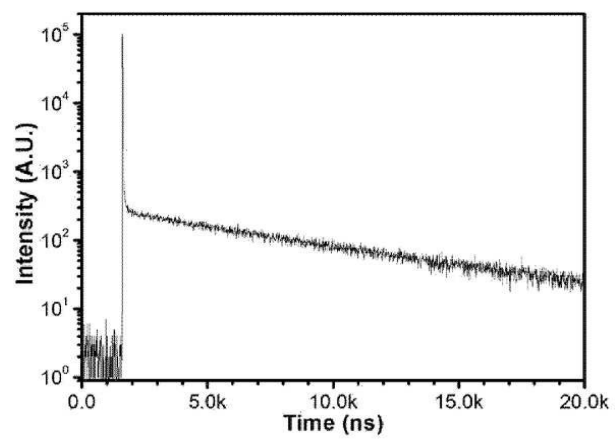
도면3a



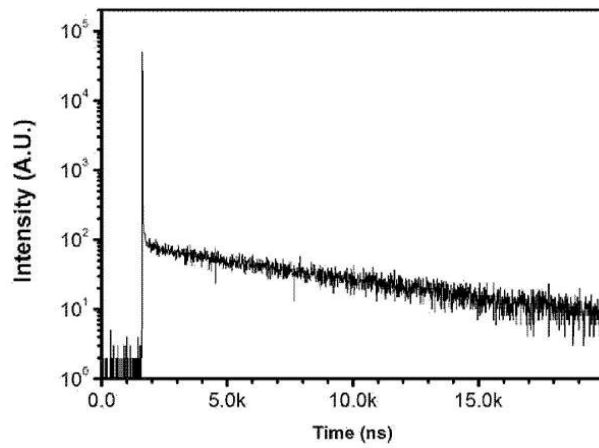
도면3b



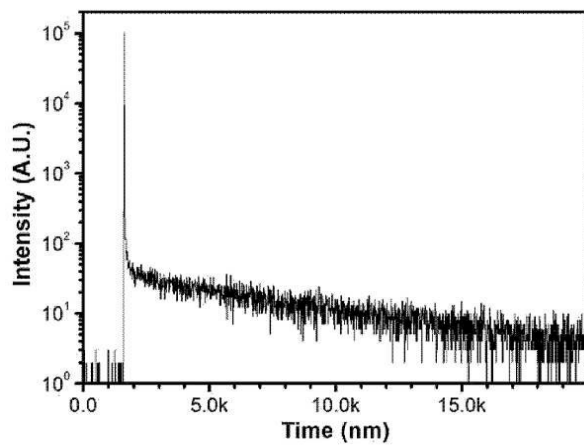
도면4a



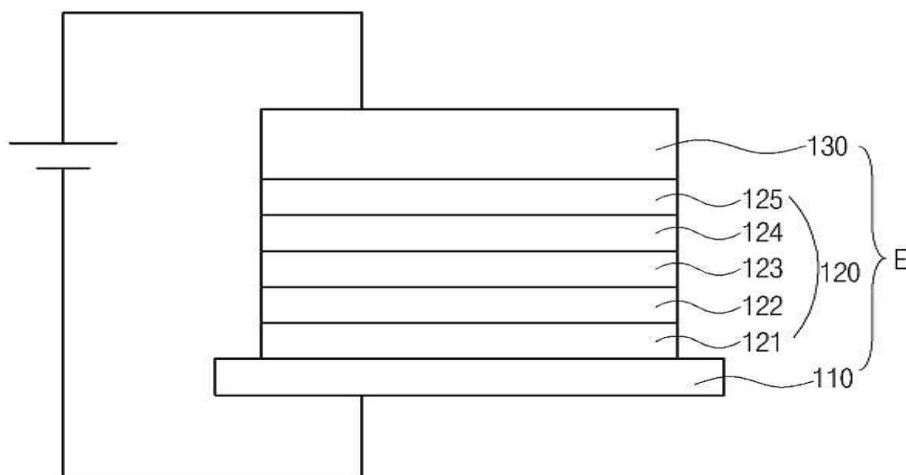
도면4b



도면4c



도면5



专利名称(译)	标题：延迟荧光化合物，OLED显示装置和包括该显示装置的显示装置		
公开(公告)号	KR1020160056783A	公开(公告)日	2016-05-20
申请号	KR1020150141568	申请日	2015-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	YOON DAE WI 윤대위 YANG JOONG HWAN 양중환 YOON KYUNG JIN 윤경진 NOH HYO JIN 노효진 SHIN IN AE 신인애 KIM JUN YUN 김준연		
发明人	윤대위 양중환 윤경진 노효진 신인애 김준연		
IPC分类号	C09K11/06 C07D219/14 C07D333/76 H01L51/00 H01L51/50		
优先权	1020140156946 2014-11-12 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供称为吡啶，咔唑，三苯胺和吡啶的第一电子给体部分，选自其衍生物的第二电子给体部分是取代或未取代的三嗪（苯基三嗪），和具有延迟荧光化合物的与选自二苯并噻吩砜（二苯并噻吩砜），二苯基砜（二苯基砜），噻吩并吡嗪（噻吩并吡嗪），喹啉及其衍生物的电子受体部分键合的结构的分子式。

