



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0092923
(43) 공개일자 2019년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2013.01)
H01L 51/0072 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0012228
(22) 출원일자 2018년01월31일
심사청구일자 2018년01월31일

(71) 출원인
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)

(72) 발명자
이준엽
경기도 용인시 기흥구 구성로 90, 203동 1903호(언남동, 삼성래미안2차아파트)

임이랑
대전광역시 유성구 와룡로136번길 15, 104동 1202호

(74) 대리인
남건필, 박중수, 차상윤

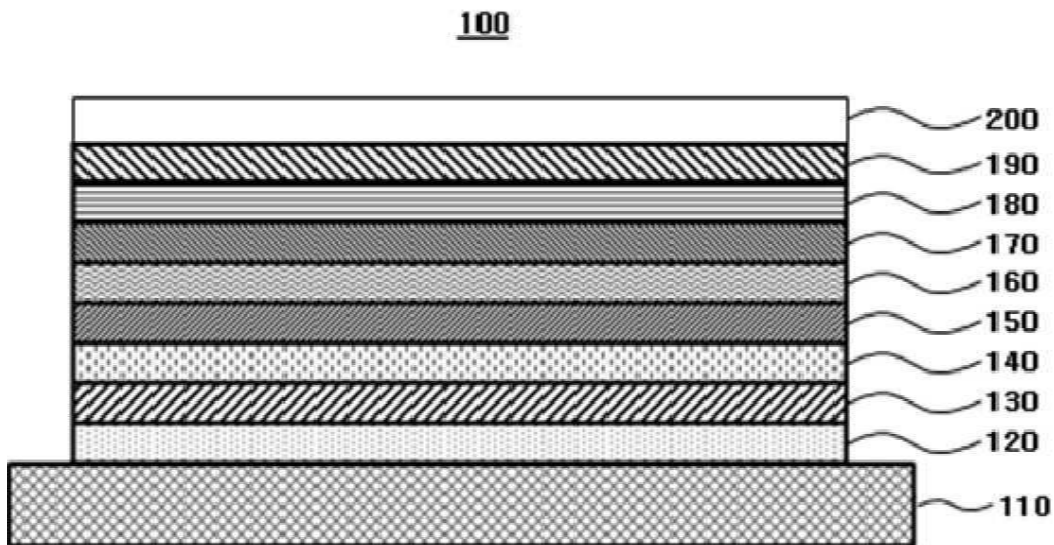
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **지연형광 재료 및 이를 포함하는 유기 발광장치**

(57) 요약

지연형광 재료가 개시된다. 지연형광 재료는 전자를 공여하는 전자 도너(donor) 단위 및 상기 전자 도너 단위에 결합되고 전자를 수용하는 전자 억셉터(acceptor) 단위를 포함하는 분자 구조를 갖고, 이 경우 전자 억셉터 단위는 다양한 전자 억셉터 단위를 포함하는 인돌로카바졸 그룹을 포함한다. 이와 같은 지연형광 재료는 높은 구조적 및 열적 안정성을 나타낼 뿐만 아니라 높은 양자효율을 나타낸다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/50 (2013.01)

C09K 2211/1029 (2013.01)

C09K 2211/1033 (2013.01)

C09K 2211/1037 (2013.01)

C09K 2211/1059 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전자를 공여하는 전자 도너(donor) 단위 및 상기 전자 도너 단위에 결합되고 전자를 수용하는 전자 억셉터(acceptor) 단위를 포함하는 분자 구조를 갖고,

상기 전자 억셉터 단위는 하나 이상의 억셉터 작용기가 결합된 인돌로카바졸 그룹을 포함하며,

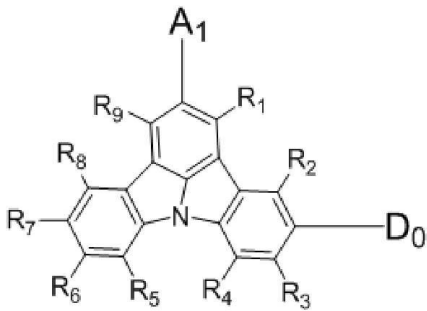
상기 전자 도너(donor) 단위는 상기 인돌로카바졸 그룹에 결합된 것을 특징으로 하는, 지연형광 재료.

청구항 2

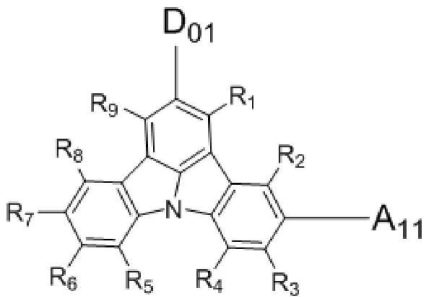
제1항에 있어서,

하기 화학식 1-1 내지 화학식 1-6의 분자 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 지연형광 재료:

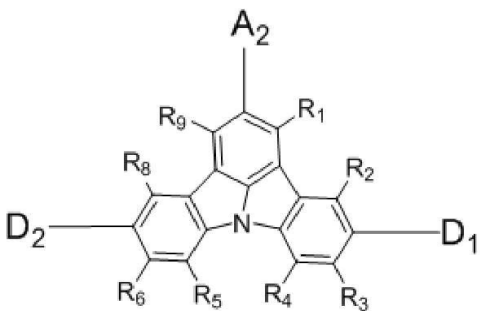
[화학식 1-1]



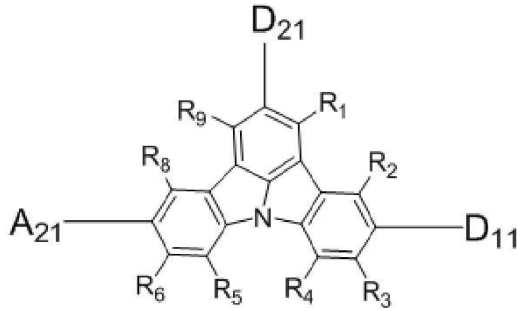
[화학식 1-2]



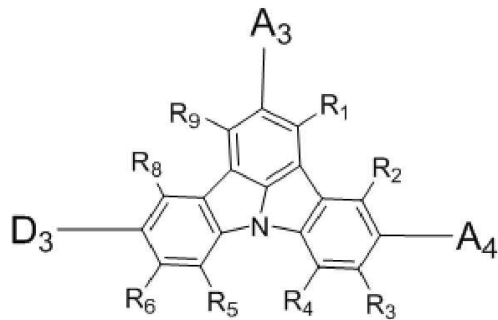
[화학식 1-3]



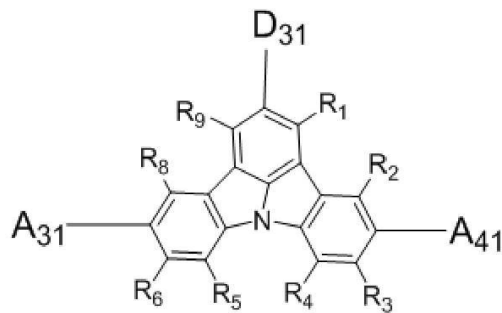
[화학식 1-4]



[화학식 1-5]



[화학식 1-6]



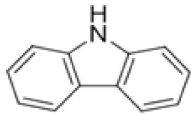
상기 화학식 1-1 내지 1-6에서, D_0 , D_{01} , D_1 , D_2 , D_{11} , D_{21} , D_3 및 D_{31} 은 서로 독립적으로 상기 전자 도너 단위를 나타내고, A_1 , A_{11} , A_2 , A_{21} , A_3 , A_4 , A_{31} 및 A_{41} 은 서로 독립적으로 상기 역셉터 작용기를 나타내며, R_1 내지 R_9 는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 탄소수 1 내지 60의 알킬기, 탄소수 1 내지 10의 알킬티오기, 탄소수 1 내지 10의 알킬 치환 아미노기, 탄소수 7 내지 20의 아랄킬기, 탄소수 12 내지 24의 디아릴아미노기, 탄소수 2 내지 10의 알콕시카르보닐기, 탄소수 1 내지 10의 알킬술폰닐기, 탄소수 1 내지 10의 할로알킬기, 아미노기, 탄소수 2 내지 10의 알킬아미드기, 탄소수 3 내지 20의 트리알킬실릴기, 탄소수 4 내지 20의 트리알킬실릴알킬기, 탄소수 2 내지 60의 알케닐기, 탄소수 5 내지 20의 트리알킬실릴알케닐기, 탄소수 2 내지 60의 알키닐기, 탄소수 5 내지 20의 트리알킬실릴알키닐기, 시아노기, 니트로기, 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 탄소수 3 내지 60의 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 60의 알콕시기, 탄소수 6 내지 60의 아릴옥시기, 탄소수 7 내지 60의 아릴알킬기, 탄소수 3 내지 60의 헤테로아릴알킬기, 탄소수 3 내지 60의 시클로알킬기, 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클로알킬기, 탄소수 3 내지 60의 알킬실릴기, 탄소수 3 내지 60의 아릴실릴기 및 탄소수 1 내지 60의 헤테로아릴실릴기 및 탄소수 3 내지 30의 방향족 6원 헤테로고리로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있다.

청구항 3

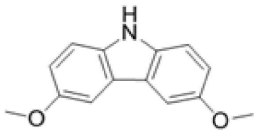
제2항에 있어서,

상기 D_0 , D_{01} , D_1 , D_2 , D_{11} , D_{21} , D_3 및 D_{31} 은 각각 서로 독립적으로 화학식 2-1 내지 2-52의 화합물들로 이루어진 그룹에서 선택된 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 지연형광 재료:

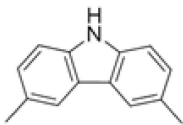
[화학식 2-1]



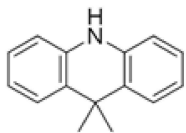
[화학식 2-2]



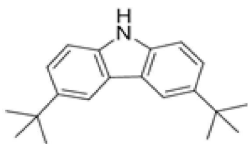
[화학식 2-3]



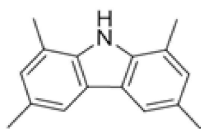
[화학식 2-4]



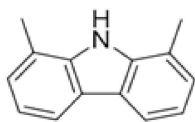
[화학식 2-5]



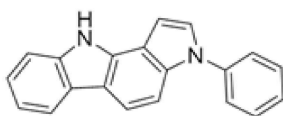
[화학식 2-6]



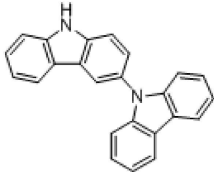
[화학식 2-7]



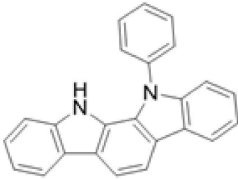
[화학식 2-8]



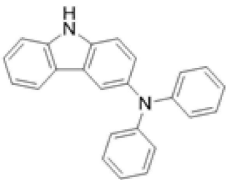
[화학식 2-9]



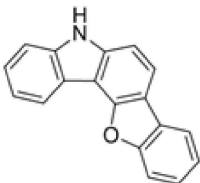
[화학식 2-10]



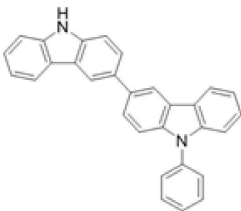
[화학식 2-11]



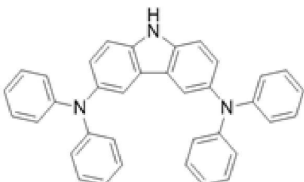
[화학식 2-12]



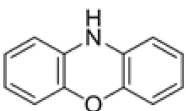
[화학식 2-13]



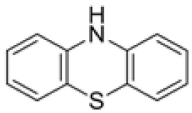
[화학식 2-14]



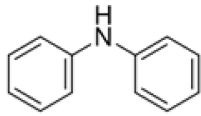
[화학식 2-15]



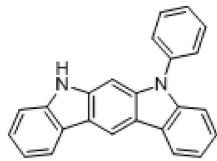
[화학식 2-16]



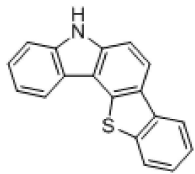
[화학식 2-17]



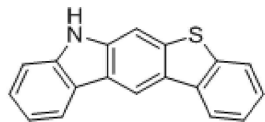
[화학식 2-18]



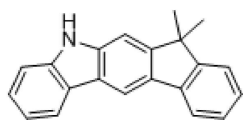
[화학식 2-19]



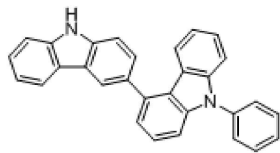
[화학식 2-20]



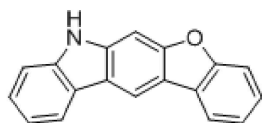
[화학식 2-21]



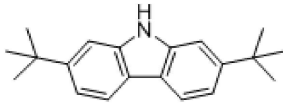
[화학식 2-22]



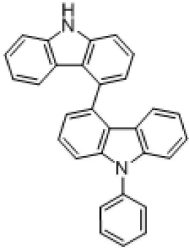
[화학식 2-23]



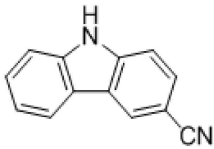
[화학식 2-24]



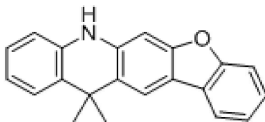
[화학식 2-25]



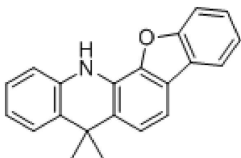
[화학식 2-26]



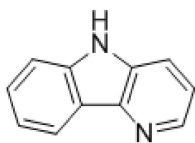
[화학식 2-27]



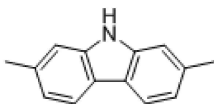
[화학식 2-28]



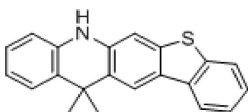
[화학식 2-29]



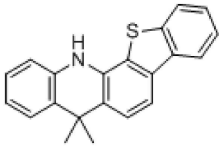
[화학식 2-30]



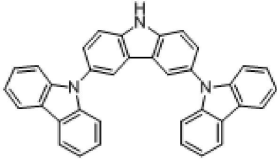
[화학식 2-31]



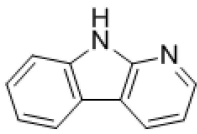
[화학식 2-32]



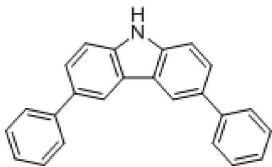
[화학식 2-33]



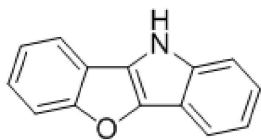
[화학식 2-34]



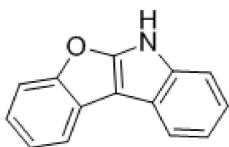
[화학식 2-35]



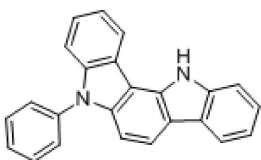
[화학식 2-36]



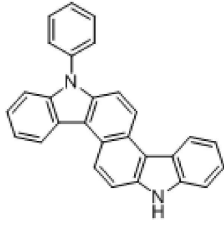
[화학식 2-37]



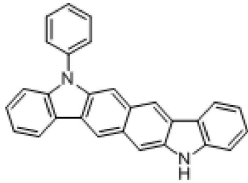
[화학식 2-38]



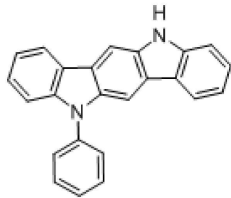
[화학식 2-39]



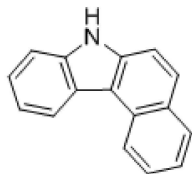
[화학식 2-40]



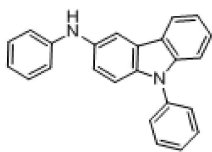
[화학식 2-41]



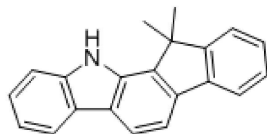
[화학식 2-42]



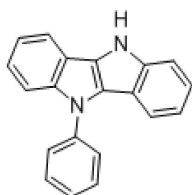
[화학식 2-43]



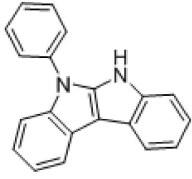
[화학식 2-44]



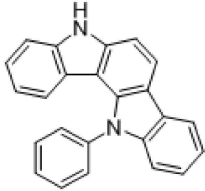
[화학식 2-45]



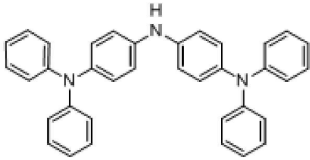
[화학식 2-46]



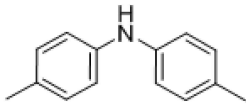
[화학식 2-47]



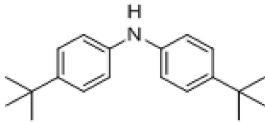
[화학식 2-48]



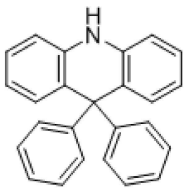
[화학식 2-49]



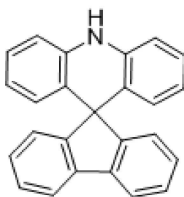
[화학식 2-50]



[화학식 2-51]



[화학식 2-52]



청구항 4

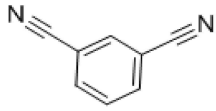
제2항에 있어서,

상기 A₁, A₁₁, A₂, A₂₁, A₃, A₄, A₃₁ 및 A₄₁은 각각 서로 독립적으로 화학식 3-1 내지 3-4의 화합물들로 이루어진 그룹에서 선택된 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 지연형광 재료:

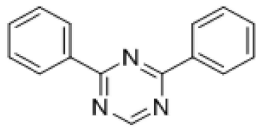
[화학식 3-1]



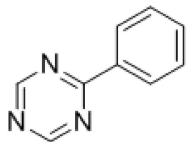
[화학식 3-2]



[화학식 3-3]



[화학식 3-4]

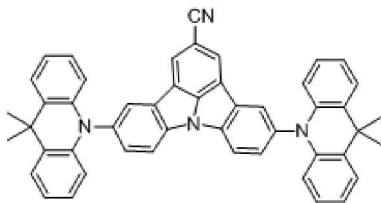


청구항 5

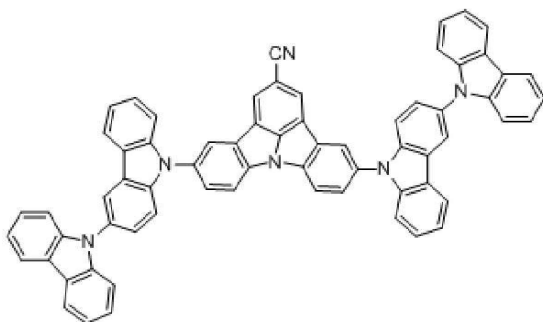
제1항에 있어서,

하기 화학식 4 내지 화학식 17 중 선택된 어느 하나의 분자 구조를 갖는 지연형광 재료:

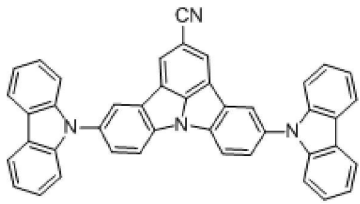
[화학식 4]



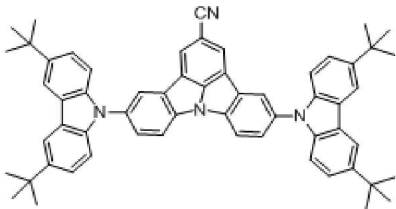
[화학식 5]



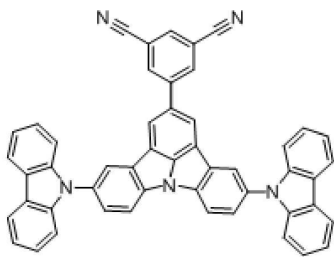
[화학식 6]



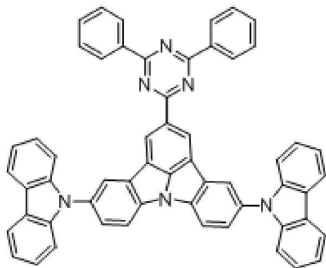
[화학식 7]



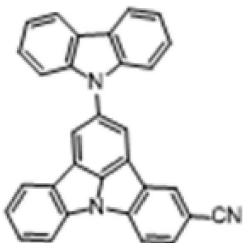
[화학식 8]



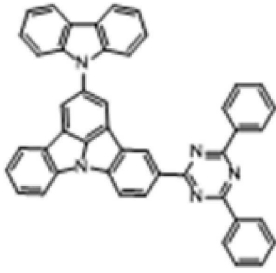
[화학식 9]



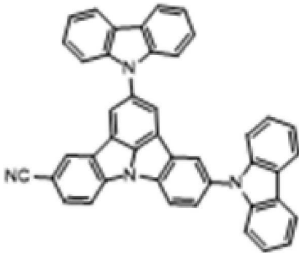
[화학식 10]



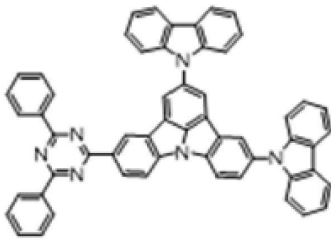
[화학식 11]



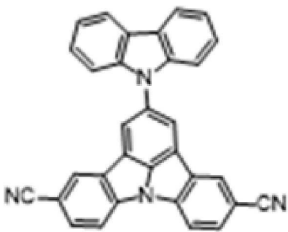
[화학식 12]



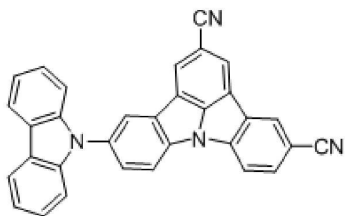
[화학식 13]



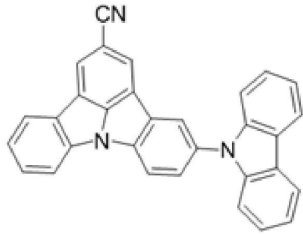
[화학식 14]



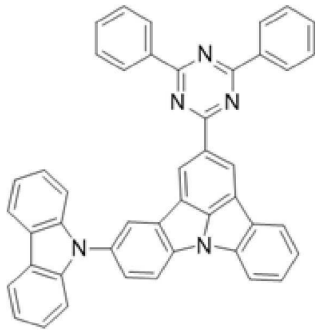
[화학식 15]



[화학식 16]



[화학식 17]



청구항 6

청구항 1 내지 5 중 선택된 어느 한 항의 지연형광 재료를 함유하는 발광층을 포함하는 유기발광장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 장시간에 걸쳐 발광하는 지연형광 재료 및 이를 포함하는 유기전계 발광장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광장치가 상용화되기 위해서는 발광재료의 효율 향상이 필요하고, 이를 위해 인광 및 지연형광 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 상기 인광 물질의 경우, 높은 효율을 달성할 수 있음에도 불구하고 인광을 구현하기 위해 필요한 금속착화물의 가격이 높고 수명이 짧은 문제가 있다.

[0003] 지연형광 물질의 경우, 최근 『Nature』(2012, 492, 234) 및 『JACS』(2012, 134, 14706)에 발표된 논문에서 TADF(Thermally Activated Delayed Fluorescence)의 개념을 도입하여 형광재료이면서도 외부양자효율이 높은 고효율 녹색 형광 재료를 발표하였다. TADF 개념은 여기 삼중항 상태에서부터 여기 단일항 상태로의 역 에너지 이동을 열 활성화에 의해서 생기게 하여 형광 발광에 이르는 현상을 나타내고, 삼중항 경유로 발광이 생기기 때문에 일반적으로 수명이 긴 발광이 생기는 점에서 지연 형광으로 부른다. 전자를 공여하기 쉬운 성질(donor)과 전자를 받기 쉬운 성질(acceptor)을 가지고 있는 분자 구조를 조합하여 단일항과 삼중항의 여기상태의 에너지 차이를 작게 하는 분자 설계를 통해 고효율인 지연형광 재료의 개발이 가능하다. 지연형광 물질은 형광발광과 인광발광을 모두 사용할 수 있으므로, 기존의 형광재료가 가지는 외부양자효율의 문제점을 해결할 수 있고 금속착화물을 포함하지 않아도 된다는 점에서 인광의 가격 문제를 해결할 수 있다.

[0004] 다만, 지연 형광 재료의 개발에 있어서, 전자 억셉터 단위의 종류가 제한되어 다양한 분자 구조의 지연 형광 재료를 설계하는 것이 제약되고 있는 문제점이 있으므로, 신규 전자 억셉터 단위의 개발이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 하나 이상의 엑셉터 작용기가 도입된 인돌로카바졸 그룹을 전자 엑셉터 단위로 포함하는 분자 구조를 가져서 구조적 및 열적으로 안정하고 높은 발광 효율을 가지는 지연형광 재료를 제공하는 것이다.

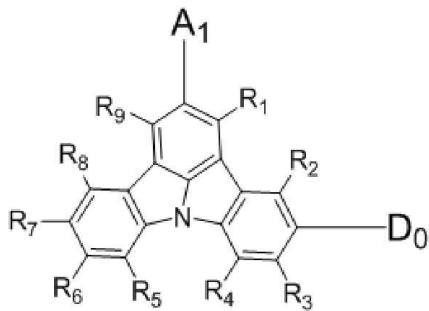
[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기 지연형광 재료를 포함하는 유기 발광장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 재료는 전자를 공여하는 전자 도너(donor) 단위 및 상기 전자 도너 단위에 결합되고 전자를 수용하는 전자 엑셉터(acceptor) 단위를 포함하는 분자 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 전자 엑셉터 단위는 하나 이상의 엑셉터 작용기가 결합된 인돌로카바졸 그룹을 포함할 수 있다.

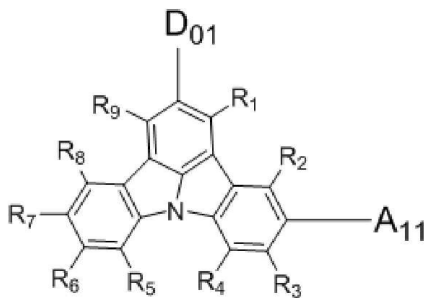
[0008] 일 실시예에 있어서, 상기 지연형광 재료는 하기 화학식 1-1 내지 화학식 1-6의 분자 구조를 가질 수 있다.

[0009] [화학식 1-1]



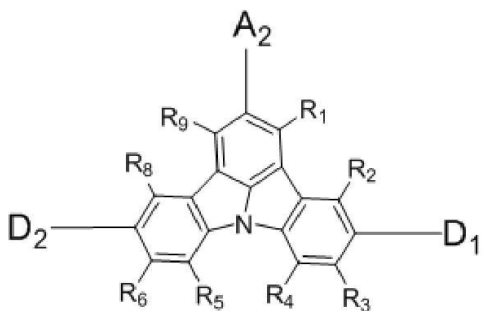
[0010]

[0011] [화학식 1-2]



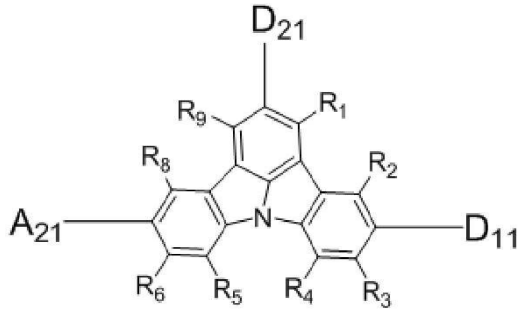
[0012]

[0013] [화학식 1-3]



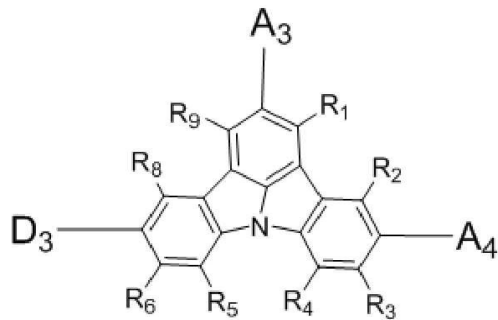
[0014]

[0015] [화학식 1-4]



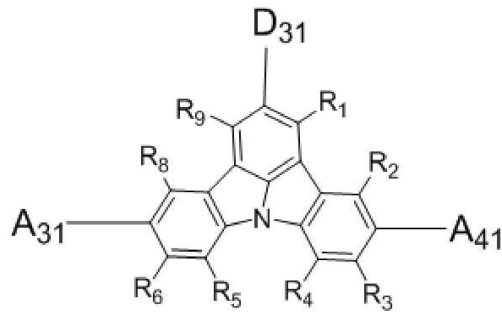
[0016]

[0017] [화학식 1-5]



[0018]

[0019] [화학식 1-6]

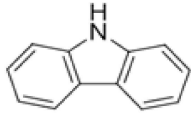


[0020]

[0021] 상기 화학식 1-1 내지 1-6에서, D_0 , D_{01} , D_1 , D_2 , D_{11} , D_{21} , D_3 , D_{31} 은 서로 독립적으로 상기 전자 도너 단위를 나타내
고, A_1 , A_{11} , A_2 , A_{21} , A_3 , A_4 , A_{31} , A_{41} 은 서로 독립적으로 상기 엑셉터 작용기를 나타낸다. 그리고 R_1 내지 R_9 는 서
로 독립적으로 수소, 중수소, 탄소수 1 내지 60의 알킬기, 탄소수 1 내지 10의 알킬티오기, 탄소수 1 내지 10의
알킬 치환 아미노기, 탄소수 7 내지 20의 아랄킬기, 탄소수 12 내지 24의 디아릴아미노기, 탄소수 2 내지 10의
알콕시카르보닐기, 탄소수 1 내지 10의 알킬술폰닐기, 탄소수 1 내지 10의 할로알킬기, 아미노기, 탄소수 2 내
지 10의 알킬아미드기, 탄소수 3 내지 20의 트리알킬실릴기, 탄소수 4 내지 20의 트리알킬실릴알킬기, 탄소수 2
내지 60의 알케닐기, 탄소수 5 내지 20의 트리알킬실릴알케닐기, 탄소수 2 내지 60의 알키닐기, 탄소수 5 내지
20의 트리알킬실릴알키닐기, 시아노기, 니트로기, 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 탄소수 3 내지 60의 헤테로아릴
기, 탄소수 1 내지 60의 알콕시기, 탄소수 6 내지 60의 아릴옥시기, 탄소수 7 내지 60의 아릴알킬기, 탄소수 3
내지 60의 헤테로아릴알킬기, 탄소수 3 내지 60의 시클로알킬기, 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클로알킬기, 탄소
수 3 내지 60의 알킬실릴기, 탄소수 3 내지 60의 아릴실릴기 및 탄소수 1 내지 60의 헤테로아릴실릴기, 치환 혹
은 미치환의 탄소수 3 내지 30의 방향족 6원 헤테로고리로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있고, 치환기를
2개 이상 가질 경우에는 동일해도 되고 달라도 된다. 또한, 인접하는 치환기가 일체가 되어 환을 형성할 수 있
다.

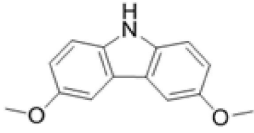
[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 D_0 , D_{01} , D_1 , D_2 , D_{11} , D_{21} , D_3 및 D_{31} 은 각각 서로 독립적으로 화학식 2-1 내지 2-52의 화합
물들로 이루어진 그룹에서 선택된 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함할 수 있다.

[0023] [화학식 2-1]



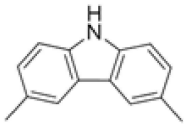
[0024]

[0025] [화학식 2-2]



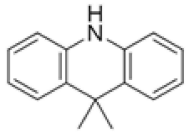
[0026]

[0027] [화학식 2-3]



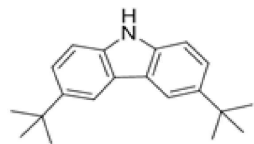
[0028]

[0029] [화학식 2-4]



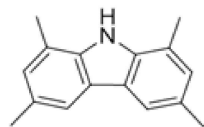
[0030]

[0031] [화학식 2-5]



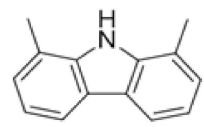
[0032]

[0033] [화학식 2-6]



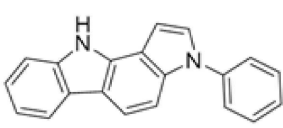
[0034]

[0035] [화학식 2-7]



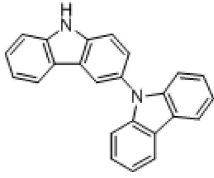
[0036]

[0037] [화학식 2-8]



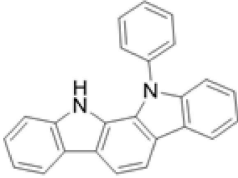
[0038]

[0039] [화학식 2-9]



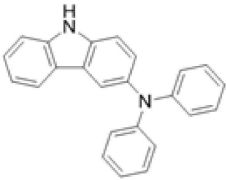
[0040]

[0041] [화학식 2-10]



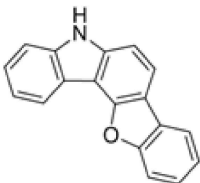
[0042]

[0043] [화학식 2-11]



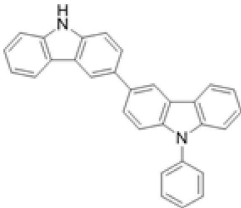
[0044]

[0045] [화학식 2-12]



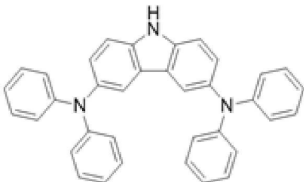
[0046]

[0047] [화학식 2-13]



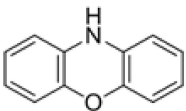
[0048]

[0049] [화학식 2-14]



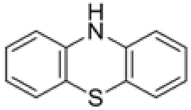
[0050]

[0051] [화학식 2-15]



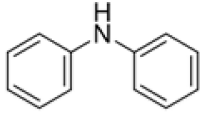
[0052]

[0053] [화학식 2-16]



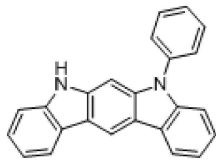
[0054]

[0055] [화학식 2-17]



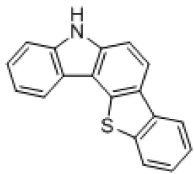
[0056]

[0057] [화학식 2-18]



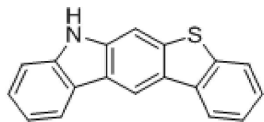
[0058]

[0059] [화학식 2-19]



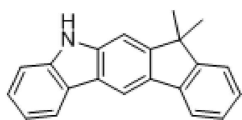
[0060]

[0061] [화학식 2-20]



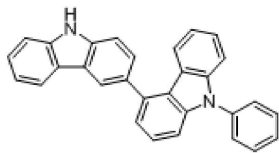
[0062]

[0063] [화학식 2-21]



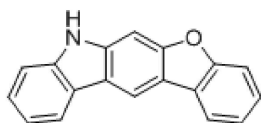
[0064]

[0065] [화학식 2-22]



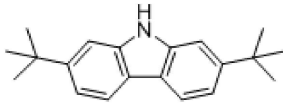
[0066]

[0067] [화학식 2-23]



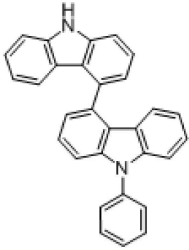
[0068]

[0069] [화학식 2-24]



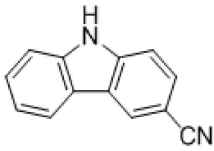
[0070]

[0071] [화학식 2-25]



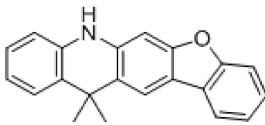
[0072]

[0073] [화학식 2-26]



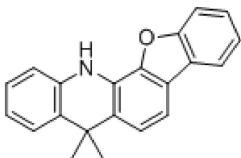
[0074]

[0075] [화학식 2-27]



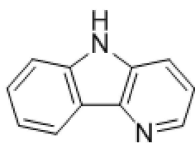
[0076]

[0077] [화학식 2-28]



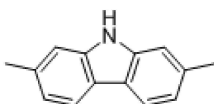
[0078]

[0079] [화학식 2-29]



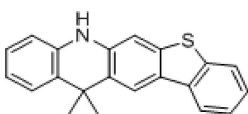
[0080]

[0081] [화학식 2-30]



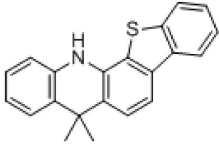
[0082]

[0083] [화학식 2-31]



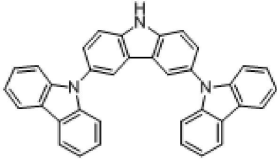
[0084]

[0085] [화학식 2-32]

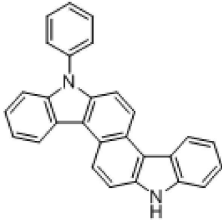


[0086]

[0087] [화학식 2-33]

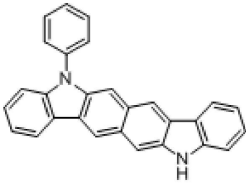


[0099] [화학식 2-39]



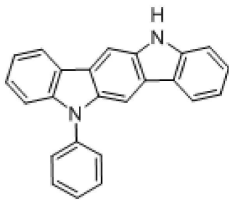
[0100]

[0101] [화학식 2-40]



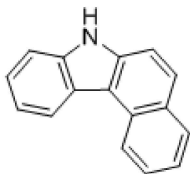
[0102]

[0103] [화학식 2-41]



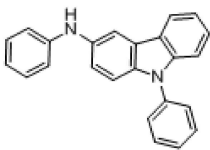
[0104]

[0105] [화학식 2-42]



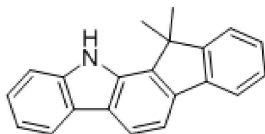
[0106]

[0107] [화학식 2-43]



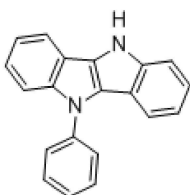
[0108]

[0109] [화학식 2-44]



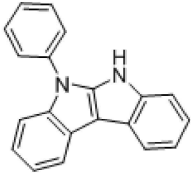
[0110]

[0111] [화학식 2-45]



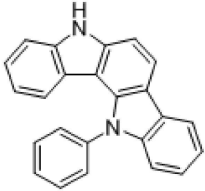
[0112]

[0113] [화학식 2-46]



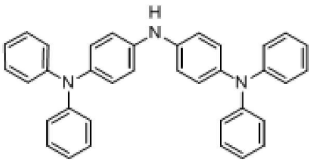
[0114]

[0115] [화학식 2-47]



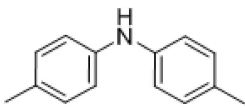
[0116]

[0117] [화학식 2-48]



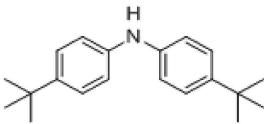
[0118]

[0119] [화학식 2-49]



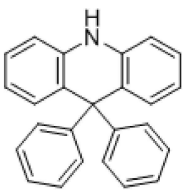
[0120]

[0121] [화학식 2-50]



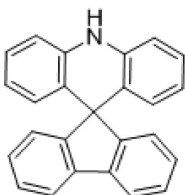
[0122]

[0123] [화학식 2-51]



[0124]

[0125] [화학식 2-52]



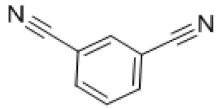
[0126]

[0127] 일 실시예에 있어서, 상기 A_1 , A_{11} , A_2 , A_{21} , A_3 , A_4 , A_{31} 및 A_{41} 은 각각 서로 독립적으로 화학식 3-1 내지 3-4의 화합물들로 이루어진 그룹에서 선택된 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함할 수 있다.

[0128] [화학식 3-1]

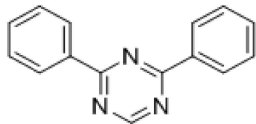
[0129] $C \equiv N$

[0130] [화학식 3-2]



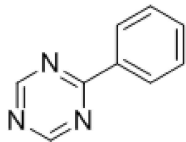
[0131]

[0132] [화학식 3-3]



[0133]

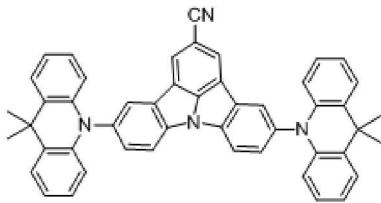
[0134] [화학식 3-4]



[0135]

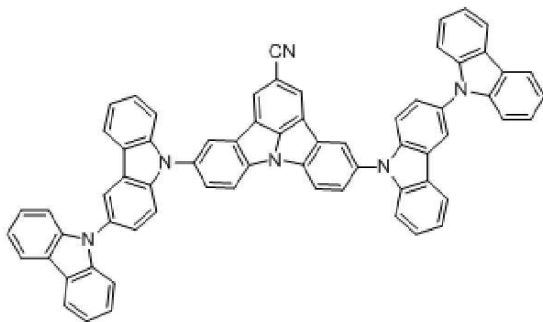
[0136] 일 실시예에 있어서, 상기 지연형광 재료는 하기 화학식 4 내지 화학식 17의 분자 구조를 가질 수 있다.

[0137] [화학식 4]



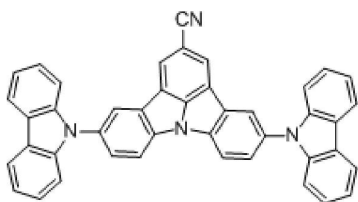
[0138]

[0139] [화학식 5]



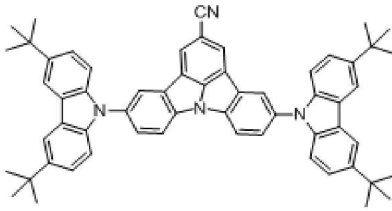
[0140]

[0141] [화학식 6]



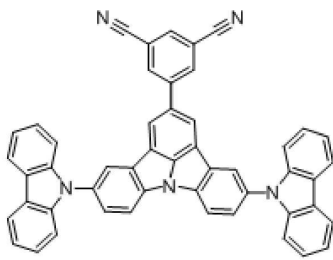
[0142]

[0143] [화학식 7]



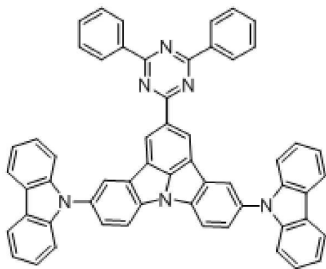
[0144]

[0145] [화학식 8]



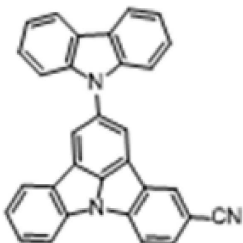
[0146]

[0147] [화학식 9]



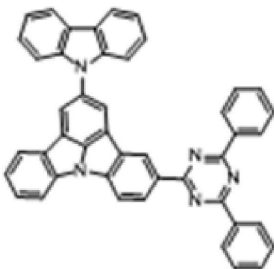
[0148]

[0149] [화학식 10]



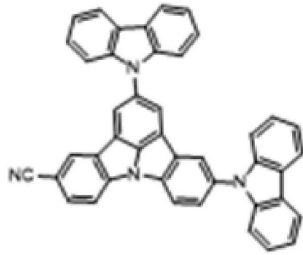
[0150]

[0151] [화학식 11]



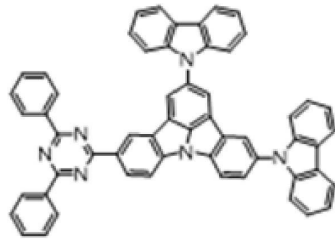
[0152]

[0153] [화학식 12]



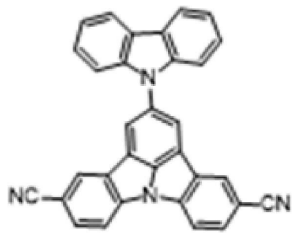
[0154]

[0155] [화학식 13]



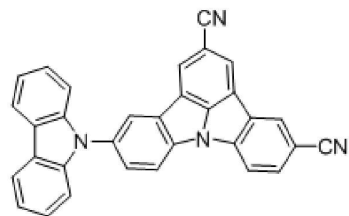
[0156]

[0157] [화학식 14]



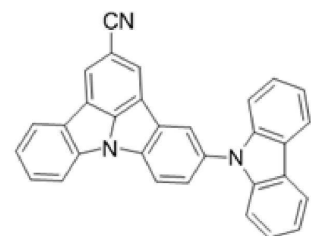
[0158]

[0159] [화학식 15]



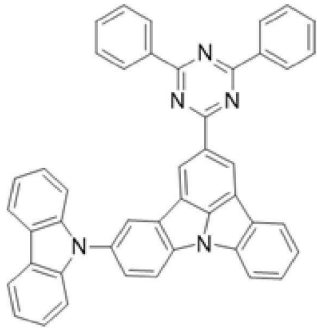
[0160]

[0161] [화학식 16]



[0162]

[0163] [화학식 17]



[0164]

발명의 효과

[0165] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 재료는 종래 전자 도너 단위로 사용되었던 인돌로카바졸 그룹에 다양한 전자 억셉터 단위를 도입하여, 높은 열안정성, 높은 발광 효율 및 향상된 전자 이동 특성을 구현할 수 있다. 또한, 종래 지연 형광 재료에서 전자 억셉터 단위의 구조가 제한되어 분자 설계에 많은 한계점이 존재하였는데, 본 발명에 따라 다양한 억셉터 작용기가 도입된 인돌로카바졸 그룹을 전자 억셉터 단위로 적용할 경우, 보다 다양한 지연 형광 재료 분자 설계가 가능해질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0166] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광장치를 도시한 단면도이다.
 도 2는 제1 내지 제6 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타낸다.
 도 3은 제7 내지 제12 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타낸다.
 도 4는 제13 및 제14 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0167] 이하, 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0168] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0169] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

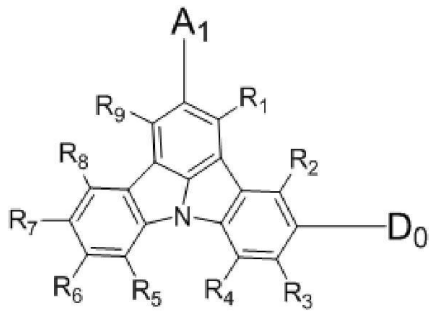
[0170] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0171] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광(delayed fluorescence) 재료는 전자를 공여하는 하나 이상의 전자 도너

(donor) 단위 및 상기 전자 도너 단위에 결합되고 전자를 수용하는 전자 억셉터(acceptor) 단위를 포함하는 분자 구조를 갖는 화합물을 포함한다. 이와 같이, 전자 도너 단위와 전자 억셉터 단위를 포함하는 분자 구조를 갖는 화합물은 여기 단일항(singlet) 에너지와 여기 삼중항(triplet) 에너지의 차이가 작기 때문에, 열에너지에 의해 여기 삼중항 상태의 엑시톤이 여기 일중항 상태로 계간 전이될 수 있어서 지연 형광 특성을 나타낼 수 있다.

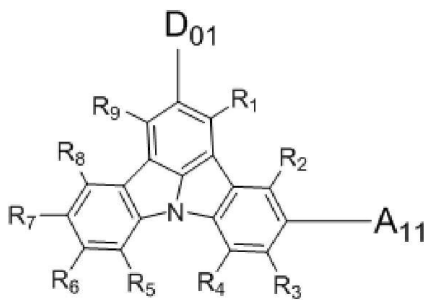
[0172] 일 실시예에 있어서, 상기 지연 형광(delayed fluorescence) 재료는 상기 전자 억셉터 단위로 하나 이상의 억셉터 작용기가 결합된 인돌로카바졸(indolocarbazole) 그룹을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 지연 형광(delayed fluorescence) 재료는 하기 화학식 1-1 내지 화학식 1-6의 분자 구조를 갖는 화합물을 포함할 수 있고, 화학식 1-1 내지 화학식 1-6에 있어서 'D₀', 'D₀₁', 'D₁', 'D₂', 'D₁₁', 'D₂₁', 'D₃' 및 'D₃₁' 은 서로 독립적으로 상기 전자 도너 단위를 나타내고, 'A₁', 'A₁₁', 'A₂', 'A₂₁', 'A₃', 'A₄', 'A₃₁' 및 'A₄₁' 은 서로 독립적으로 상기 전자 억셉터 작용기를 나타낸다.

[0173] [화학식 1-1]



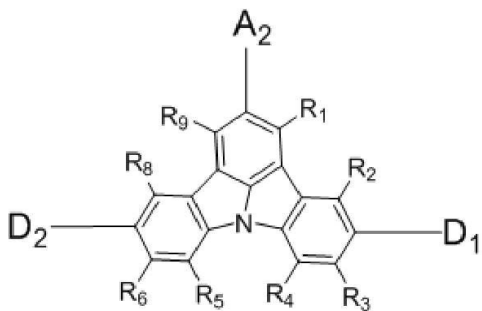
[0174]

[0175] [화학식 1-2]



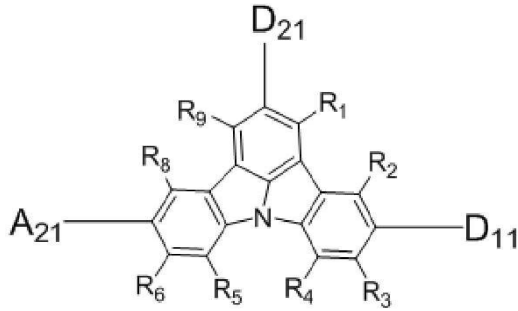
[0176]

[0177] [화학식 1-3]



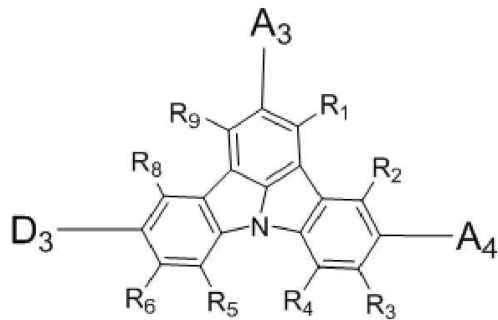
[0178]

[0179] [화학식 1-4]



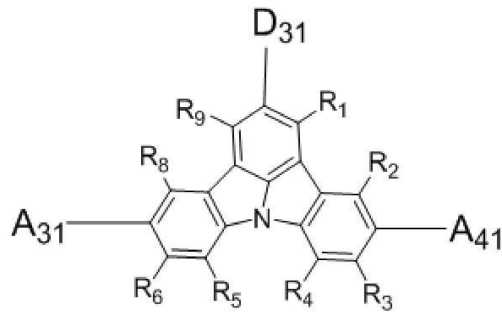
[0180]

[0181] [화학식 1-5]



[0182]

[0183] [화학식 1-6]

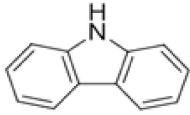


[0184]

[0185] 상기 화학식 1-1 내지 화학식 1-6에서, R₁ 내지 R₉는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 탄소수 1 내지 60의 알킬기, 탄소수 1 내지 10의 알킬티오기, 탄소수 1 내지 10의 알킬 치환 아미노기, 탄소수 7 내지 20의 아탈킬기, 탄소수 12 내지 24의 디아릴아미노기, 탄소수 2 내지 10의 알콕시카르보닐기, 탄소수 1 내지 10의 알킬술포닐기, 탄소수 1 내지 10의 할로알킬기, 아미노기, 탄소수 2 내지 10의 알킬아미드기, 탄소수 3 내지 20의 트리알킬실릴기, 탄소수 4 내지 20의 트리알킬실릴알킬기, 탄소수 2 내지 60의 알케닐기, 탄소수 5 내지 20의 트리알킬실릴알케닐기, 탄소수 2 내지 60의 알키닐기, 탄소수 5 내지 20의 트리알킬실릴알키닐기, 시아노기, 니트로기, 탄소수 6 내지 60의 아릴기, 탄소수 3 내지 60의 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 60의 알콕시기, 탄소수 6 내지 60의 아릴옥시기, 탄소수 7 내지 60의 아릴알킬기, 탄소수 3 내지 60의 헤테로아릴알킬기, 탄소수 3 내지 60의 시클로알킬기, 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클로알킬기, 탄소수 3 내지 60의 알킬실릴기, 탄소수 3 내지 60의 아릴실릴기 및 탄소수 1 내지 60의 헤테로아릴실릴기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3 내지 30의 방향족 6원 헤테로고리로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있고, 치환기를 2개 이상 가질 경우에는 동일해도 되고 달라도 된다. 또한, 인접하는 치환기가 일체가 되어 환을 형성할 수 있다.

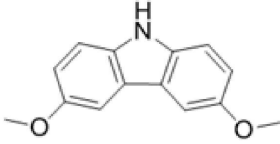
[0186] 상기 전자 도너 단위로는 상기 전자 역셉터 단위로 전자를 공여하여 상기 화학식 1-1 내지 화학식 1-6의 분자 구조 내에서 전하의 이동을 유도할 수 있다면 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기 전자 도너 단위로는 하기 화학식 2-1 내지 2-52의 화합물들 중 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함할 수 있다.

[0187] [화학식 2-1]



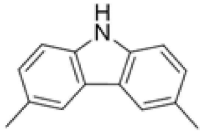
[0188]

[0189] [화학식 2-2]



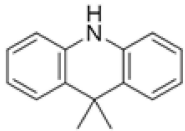
[0190]

[0191] [화학식 2-3]



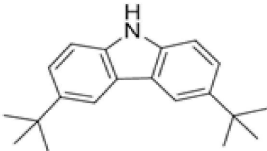
[0192]

[0193] [화학식 2-4]



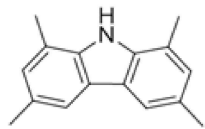
[0194]

[0195] [화학식 2-5]



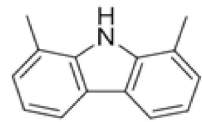
[0196]

[0197] [화학식 2-6]



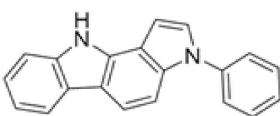
[0198]

[0199] [화학식 2-7]



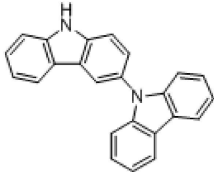
[0200]

[0201] [화학식 2-8]



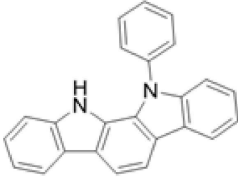
[0202]

[0203] [화학식 2-9]



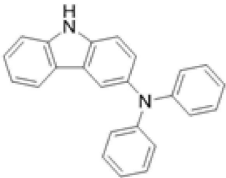
[0204]

[0205] [화학식 2-10]



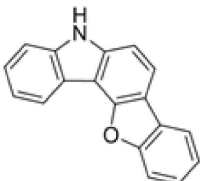
[0206]

[0207] [화학식 2-11]



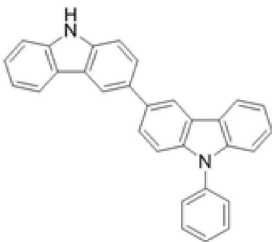
[0208]

[0209] [화학식 2-12]



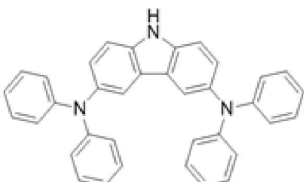
[0210]

[0211] [화학식 2-13]



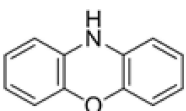
[0212]

[0213] [화학식 2-14]



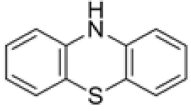
[0214]

[0215] [화학식 2-15]



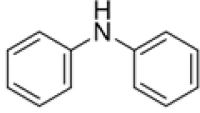
[0216]

[0217] [화학식 2-16]



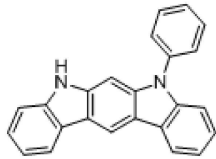
[0218]

[0219] [화학식 2-17]



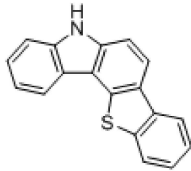
[0220]

[0221] [화학식 2-18]



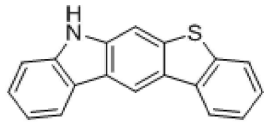
[0222]

[0223] [화학식 2-19]



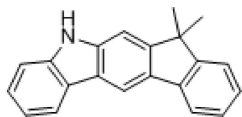
[0224]

[0225] [화학식 2-20]



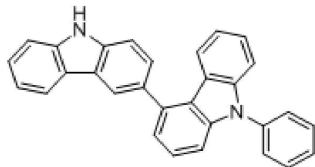
[0226]

[0227] [화학식 2-21]



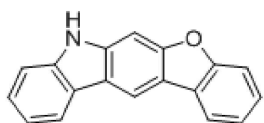
[0228]

[0229] [화학식 2-22]



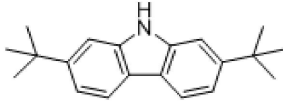
[0230]

[0231] [화학식 2-23]



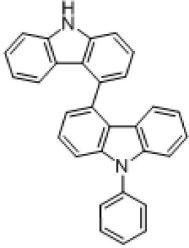
[0232]

[0233] [화학식 2-24]



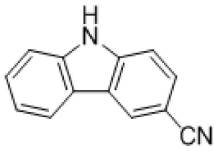
[0234]

[0235] [화학식 2-25]



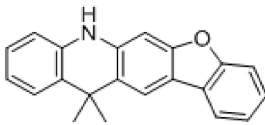
[0236]

[0237] [화학식 2-26]



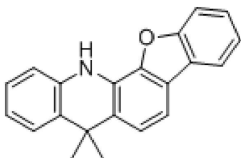
[0238]

[0239] [화학식 2-27]



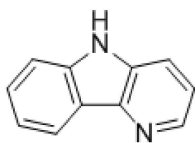
[0240]

[0241] [화학식 2-28]



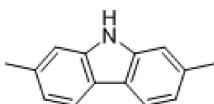
[0242]

[0243] [화학식 2-29]



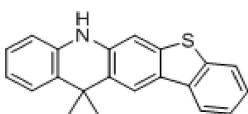
[0244]

[0245] [화학식 2-30]



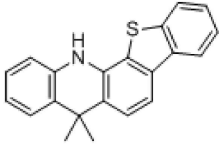
[0246]

[0247] [화학식 2-31]



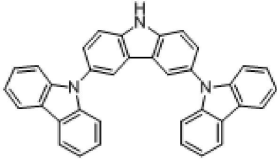
[0248]

[0249] [화학식 2-32]



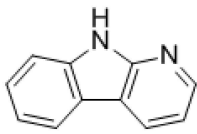
[0250]

[0251] [화학식 2-33]



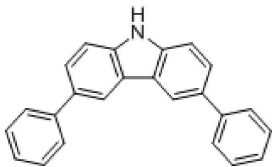
[0252]

[0253] [화학식 2-34]



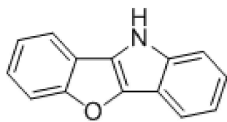
[0254]

[0255] [화학식 2-35]



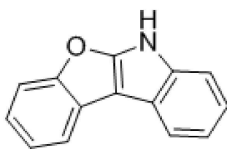
[0256]

[0257] [화학식 2-36]



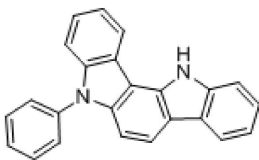
[0258]

[0259] [화학식 2-37]



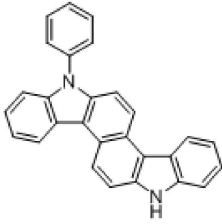
[0260]

[0261] [화학식 2-38]



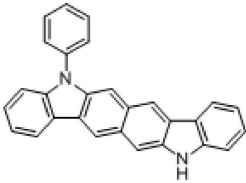
[0262]

[0263] [화학식 2-39]



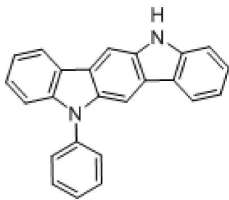
[0264]

[0265] [화학식 2-40]



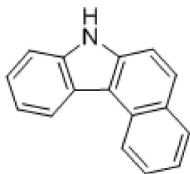
[0266]

[0267] [화학식 2-41]



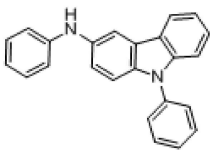
[0268]

[0269] [화학식 2-42]



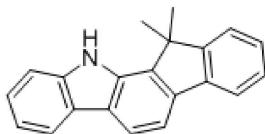
[0270]

[0271] [화학식 2-43]



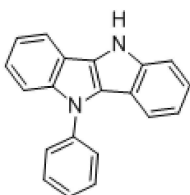
[0272]

[0273] [화학식 2-44]



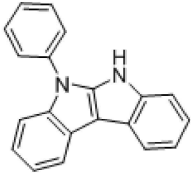
[0274]

[0275] [화학식 2-45]



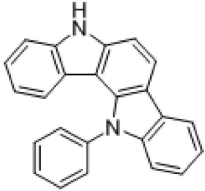
[0276]

[0277] [화학식 2-46]



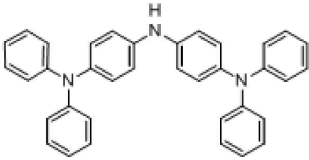
[0278]

[0279] [화학식 2-47]



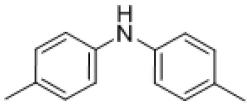
[0280]

[0281] [화학식 2-48]



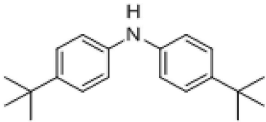
[0282]

[0283] [화학식 2-49]



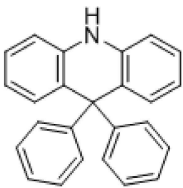
[0284]

[0285] [화학식 2-50]



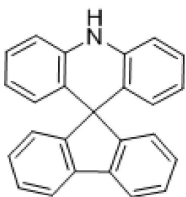
[0286]

[0287] [화학식 2-51]



[0288]

[0289] [화학식 2-52]



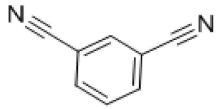
[0290]

[0291] 그리고 상기 억제제 작용기로는 하기 화학식 3-1 내지 3-4의 화합물들 중 하나로부터 유도된 작용기 화합물을 포함할 수 있다.

[0292] [화학식 3-1]

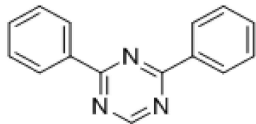
[0293] $C \equiv N$

[0294] [화학식 3-2]



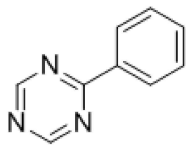
[0295]

[0296] [화학식 3-3]



[0297]

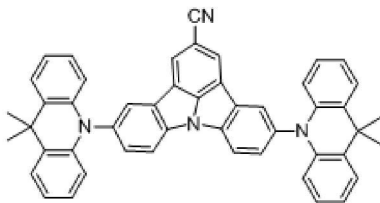
[0298] [화학식 3-4]



[0299]

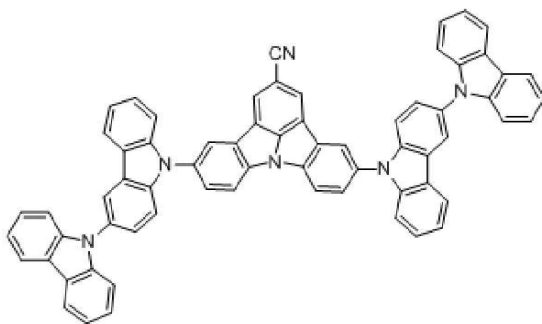
[0300] 일 실시예에 있어서, 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 재료는 하기 화학식 4 내지 화학식 17의 분자 구조를 갖는 화합물을 포함할 수 있다.

[0301] [화학식 4] (화학식 1-3)



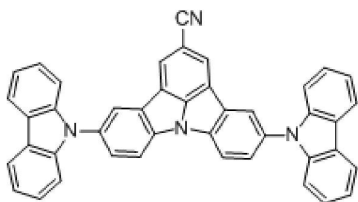
[0302]

[0303] [화학식 5] (화학식 1-3)



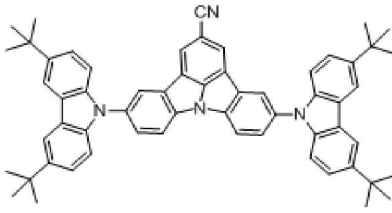
[0304]

[0305] [화학식 6] (화학식 1-3)



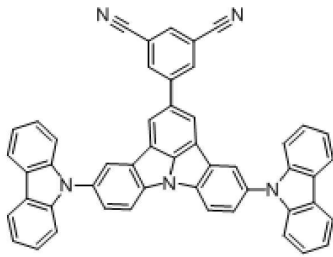
[0306]

[0307] [화학식 7] (화학식 1-3)



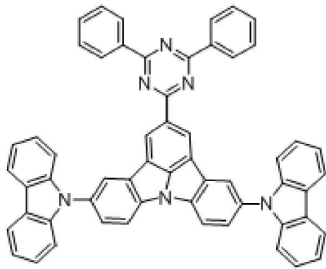
[0308]

[0309] [화학식 8] (화학식 1-3)



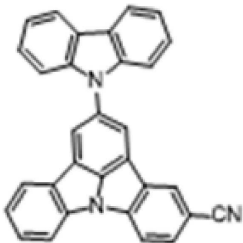
[0310]

[0311] [화학식 9] (화학식 1-3)



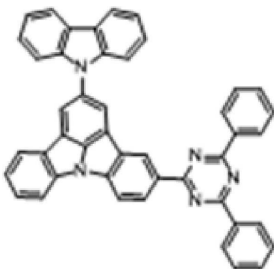
[0312]

[0313] [화학식 10] (화학식 1-2)



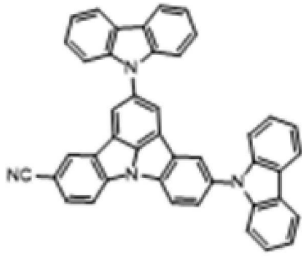
[0314]

[0315] [화학식 11] (화학식 1-2)



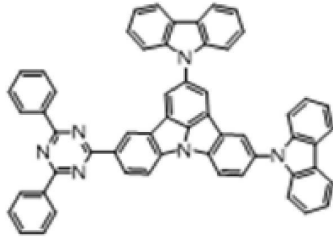
[0316]

[0317] [화학식 12] (화학식 1-4)



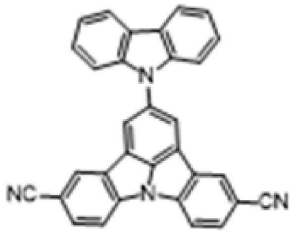
[0318]

[0319] [화학식 13] (화학식 1-4)



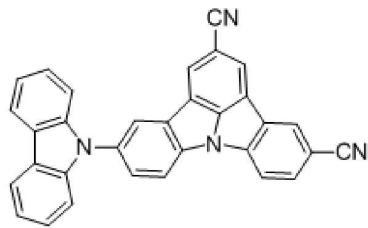
[0320]

[0321] [화학식 14] (화학식 1-6)



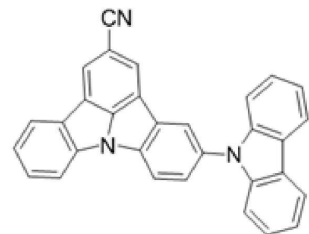
[0322]

[0323] [화학식 15] (화학식 1-5)



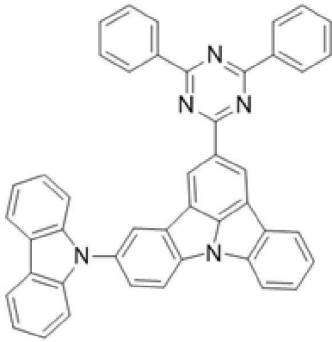
[0324]

[0325] [화학식 16] (화학식 1-1)



[0326]

[0327] [화학식 17] (화학식 1-1)



[0328]

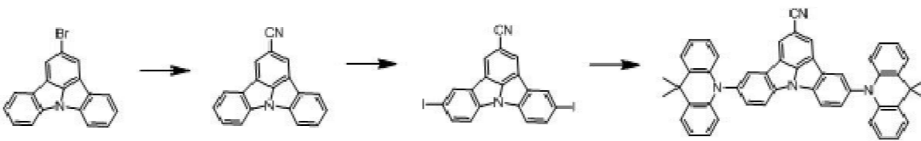
[0329] 본 발명의 실시예에 따른 지연 형광 재료는 종래 전자 도너 단위로 사용되었던 인돌로카바졸 그룹에 다양한 전자 어셉터 단위를 도입하여 높은 열안정성, 높은 발광 효율 및 향상된 전자 이동 특성을 구현할 수 있다. 또한, 종래 지연 형광 재료에서 전자 어셉터 단위의 구조가 제한되어 분자 설계에 많은 한계점이 존재하였는데, 본 발명에 따라 다양한 전자 어셉터 단위가 도입된 인돌로카바졸 그룹을 전자 어셉터 단위로 적용할 경우, 보다 다양한 지연 형광 재료 분자 설계가 가능해질 수 있다.

[0330] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 일부 실시예를 제시한다. 하기의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 하기의 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0332] [실시예 1]

[0333] 하기 반응식 1에 따라 화학식 4의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0334] <반응식 1>



[0335]

[0336] 구체적으로, 화학식 4의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 하기와 같이 합성되었다.

[0337] <Indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0338] 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole(1g, 3.12 mmol) 및 CuCN(0.56g, 6.24 mmol)의 혼합물을 10 ml의 DMF(dimethylformamide) 내에 있는 압력 튜브에 투입한 후 24시간 동안 150℃까지 가열하여 반응시킨 후 상온까지 반응 혼합물을 냉각하였다. 이어서 혼합물을 클로로포름으로 추출하였다. 용매는 진공 하에서 농축되었고, 합성물은 실리카 겔 상에서 컬럼 크로마토그래피(column chromatography)에 의해 분리되었다.

[0339] <5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0340] Indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile(0.6 g, 2.25 mmol) 및 과요오드산(periodic acid)(1.03 g, 4.51 mmol)을 아세트산(30 ml)에 용해시켰다. 이어서, 이오딘(1.14 g, 4.5 mmol)을 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 60℃에서 30분 동안 교반하였고, 이어서 증류수(0.6ml) 및 황산(0.06ml)을 첨가하였다. 용액은 18시간 동안 리플럭스(reflux)된 후 상온까지 냉각되었고, 이어서 증류수에 부어졌다. 혼합물은 필터링 후 에틸아세테이트로 회석되었고, 이어서 증류수 및 티오황산나트륨으로 세척되었다. 유기층은 무수 MgSO₄(anhydrous MgSO₄) 상에서 건조되었고, 진공에서 증기화되었다. 크루드 합성물(crude product)은 진공에서 건조 후 헥산으로 세척되었다. 진공에서 건조 후 옐로이시한 파우더가 수득되었다. 합성물은 전체 파우더의 85%를 차지하였고, 이는 HPLC 분석을 통해 확인되었다. 합성된 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile는 추가적인 정제 없이 다음 반응에 사용되었다.

[0341] <화학식 4의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

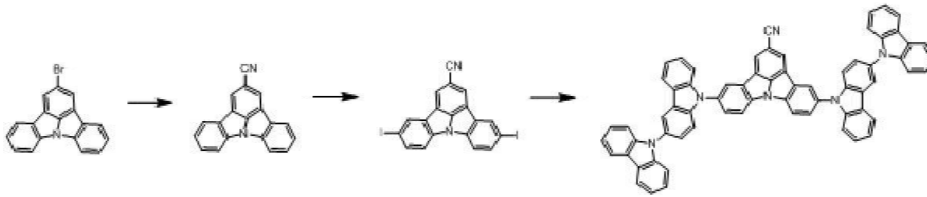
[0342] 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile(0.5 g, 0.97 mmol), 9,9-dimethyl-9,10-

dihydroacridine(0.44 g, 2.12 mmol) 및 sodium tert-butoxide(0.04 g, 0.39 mmol)을 30분 동안의 질소 버블링 하에서 톨루엔(50 ml)에 용해시켰다. Pd₂(dba)₃(0.36, 0.39mmol) 및 tri-tert-butylphosphine(0.08 g, 0.39 mmol)가 혼합물에 첨가되었고, 반응 혼합물이 하루밤 동안 리플럭스되었다. 상온까지 냉각 후 혼합물은 필터링 되고 에틸아세테이트로 희석되었으며, 증류수로 세척되었다. 유기층이 무수 MgSO₄ 상에서 건조된 후 진공에서 증기화되었다. 혼합물을 진공 승화(vacuum sublimation)에 의해 정제하여 옐로이시 화이트 파우더를 수득하였다.

[0344] [실시예 2]

[0345] 하기 반응식 2에 따라 화학식 5의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0346] <반응식 2>



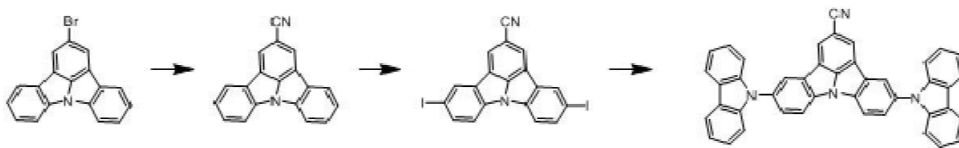
[0347]

[0348] 구체적으로, 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile(1.36 g, 2.63 mmol), 9H-3,9'-bicarbazole(1.92g, 5.77 mmol), K₃PO₄(2.23 g, 10.5 mmol) 및 CuI(0.5 g, 2.63 mmol)가 질소 분위기 하에서 DMF(100ml)에 용해되었다. 반응 혼합물은 30분 동안의 질소 버블링으로 교반되었고, trans-1,2-DCH (0.3 g, 2.63 mmol)를 용액에 첨가한 후 하루밤 동안의 리플럭스되었다. 상온까지 냉각 후 혼합물은 필터링되고 메틸렌 클로라이드로 희석되었으며, 이어서 증류수로 세척되었다. 유기층이 무수 MgSO₄ 상에서 건조된 후 진공에서 증기화되었다. 혼합물을 진공 승화(vacuum sublimation)에 의해 반복적으로 정제하여 노란색 파우더를 수득하였다.

[0350] [실시예 3]

[0351] 하기 반응식 3에 따라 화학식 6의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0352] <반응식 3>



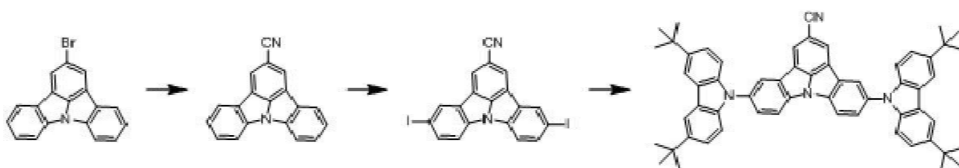
[0353]

[0354] 구체적으로, 화학식 6의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 9H-3,9'-bicarbazole 대신에 carbazole을 사용한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 합성되었다.

[0356] [실시예 4]

[0357] 하기 반응식 4에 따라 화학식 7의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0358] <반응식 4>



[0359]

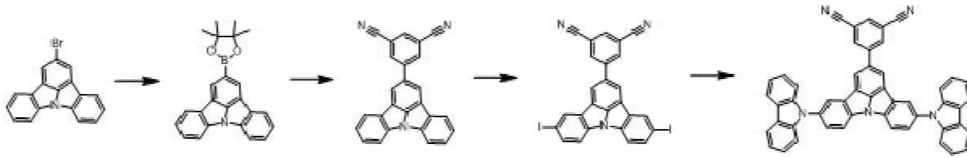
[0360] 구체적으로, 화학식 7의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 9H-3,9'-bicarbazole 대신에 3,6-di-tert-butyl-

9H-carbazole을 사용한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 합성되었다.

[0362] [실시예 5]

[0363] 하기 반응식 5에 따라 화학식 8의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0364] <반응식 5>



[0365]

[0366] 구체적으로, 화학식 8의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 다음과 같이 합성되었다.

[0367] <2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0368] 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole(5g, 15.6mmol), 4,4,4',4',5,5,5',5'-octamethyl-2,2'-bi(1,3,2-dioxaborolane)(7.9g, 31.2mmol), Pd(OAc)₂(0.35g, 1.56mmol), X-phos(1.48g, 3.12mmol) 및 KOAc(4.59g, 46.82mmol)을 질소 분위기 하에서 1,4-dioxane (275 ml)에 용해시켰다. 반응 혼합물은 30분 동안 질소 버블링으로 교반되었고, 하루밤 동안 리플럭스되었다. 상온까지 냉각 후 혼합물은 필터링되었고 메틸렌클로라이드로 희석되었으며, 증류수로 세척되었다. 유기층이 무수 MgSO₄ 상에서 건조된 후 진공에서 증기화되었다. 이어서, 합성물이 실리카 겔 상에서 컬럼크로마토그래피에 의해 분리되었다.

[0369] <5-(indolo[3,2,1-jk]carbazol-2-yl)isophthalonitrile의 합성>

[0370] 5-bromoisophthalonitrile(1g, 48.3mmol) 및 2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole(1.77g, 48.3mmol)를 1,4dioxane(50 ml)에 용해시켰다. K₂CO₃(1.34g, 96.6mmol)를 물에 용해시킨 후 혼합물에 부었다. 반응 혼합물은 30분 동안 질소 버블링으로 교반되었고, 하루밤 동안 리플럭스되었다. 상온까지 냉각 후 혼합물은 필터링되었고 메틸렌클로라이드로 희석되었으며, 증류수로 세척되었다. 유기층이 무수 MgSO₄ 상에서 건조된 후 진공에서 증기화되었다. 이어서, 합성물이 실리카 겔 상에서 컬럼크로마토그래피에 의해 분리되었다.

[0371] <5-(5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazol-2-yl)isophthalonitrile의 합성>

[0372] 실시예 1에서 설명한 방법에 따라 5-(5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazol-2-yl)isophthalonitrile를 합성하였다.

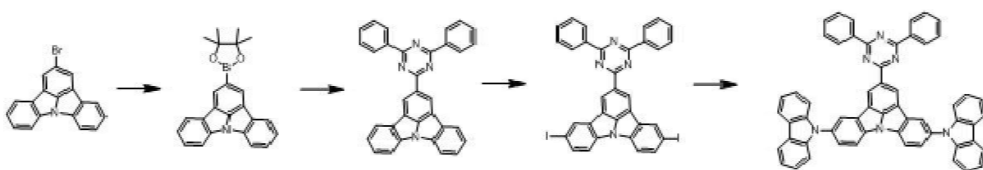
[0373] <화학식 8의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0374] 실시예 2에서 설명한 방법에 따라 화학식 8의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0376] [실시예 6]

[0377] 하기 반응식 6에 따라 화학식 9의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0378] <반응식 6>



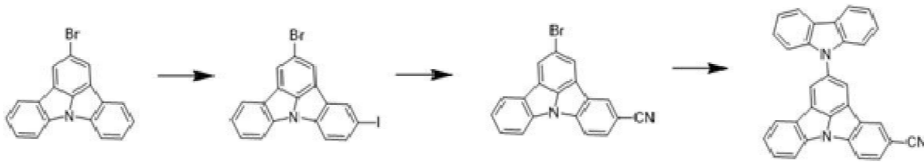
[0379]

[0380] 구체적으로, 화학식 9의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 5-bromoisophthalonitrile 대신 2-chloro-4,6-diphenyl-1,3,5-triazine을 사용한 것을 제외하고는 실시예 5와 동일하게 합성되었다.

[0382] [실시예 7]

[0383] 하기 반응식 7에 따라 화학식 10의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0384] <반응식 7>



[0385]

[0386] 구체적으로, 화학식 10의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 다음과 같이 합성되었다.

[0387] <2-bromo-5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0388] 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole (1 g, 3.12 mmol) 및 과요오드산(periodic acid)(0.71 g, 3.12 mmol)을 아세트산(30 ml)에 용해시켰다. 이어서, iodine (0.79 g, 3.12 mmol)을 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 60 °C에서 30분 동안 교반하였고, 이어서 증류수(0.5 ml) 및 황산(0.05 ml)을 첨가하였다. 용액은 10시간 동안 리플렉스(reflux)된 후 상온까지 냉각되었고, 이어서 증류수에 부어졌다. 혼합물은 필터링 후 에틸아세테이트로 회석되었고, 이어서 증류수 및 티오황산나트륨으로 세척되었다. 유기층은 무수 MgSO₄(anhydrous MgSO₄) 상에서 건조되었고, 진공에서 증기화되었다. 합성물은 전체 파우더의 95%를 차지하였고, 이는 HPLC 분석을 통해 확인되었다. 합성된 2-bromo-5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole는 추가적인 정제 없이 다음 반응에 사용되었다.

[0389] <2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole-5-carbonitrile의 합성>

[0390] 실시예 1에서 설명한 바에 따라 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole-5-carbonitrile를 합성하였다.

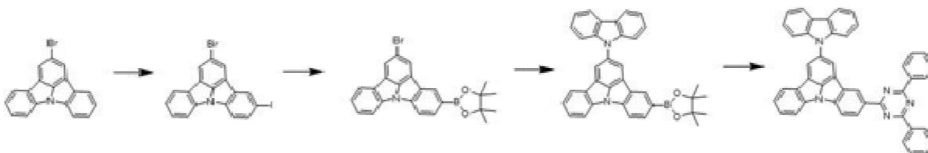
[0391] <화학식 10의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0392] 실시예 2에서 설명한 바에 따라 화학식 10의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0394] [실시예 8]

[0395] 하기 반응식 8에 따라 화학식 11의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0396] <반응식 8>



[0397]

[0398] 구체적으로, 화학식 11의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 다음과 같이 합성되었다.

[0399] <2-bromo-5-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0400] 2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 2-bromo-5-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

[0401] <2-(9H-carbazol-9-yl)-5-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0402] 실시예 5의 방법에 따라 2-(9H-carbazol-9-yl)-5-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

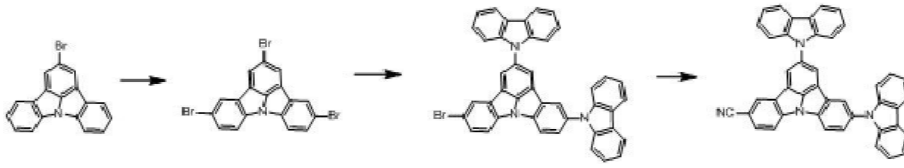
[0403] <화학식 11의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0404] 실시예 5의 방법에 따라 화학식 11의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0406] [실시예 9]

[0407] 하기 반응식 9에 따라 화학식 12의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0408] <반응식 9>



[0409]

[0410] 구체적으로, 화학식 12의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 다음과 같이 합성되었다.

[0411] <2,5,11-tribromoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0412] 아이스 베스(ice bath)를 사용하여 50 mL DMF 및 N-bromosuccinimide (3.5 g, 19.68 mmol)로 이루어진 용액을 20 mL DMF 및 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole (3 g, 9.37 mmol)로 이루어진 용액에 교반하면서 천천히 첨가하였다. 2시간 동안의 반응 후 반응 혼합물은 얼음물 600 mL에 넣어졌고, 크루드 합성물이 필터링에 의해 수집되어 흰색 파우더를 수득하였다.

[0413] <5-bromo-2,11-di(9H-carbazol-9-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0414] 실시예 2에서 설명한 방법에 따라 5-bromo-2,11-di(9H-carbazol-9-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole을 합성하였다.

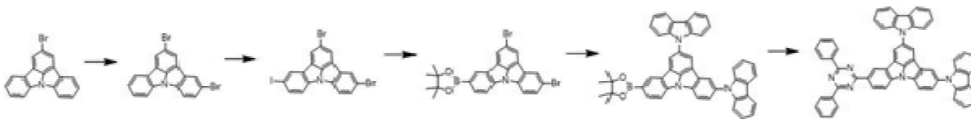
[0415] <화학식 12의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0416] 실시예 1에서 설명한 방법에 따라 화학식 12의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0418] [실시예 10]

[0419] 하기 반응식 10에 따라 화학식 13의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0420] <반응식 10>



[0421]

[0422] 구체적으로, 화학식 13의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 하기와 같이 합성되었다.

[0423] <2,5-dibromoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0424] 앞에서 설명한 2,5,11-tribromoindolo[3,2,1-jk]carbazole을 합성하는 방법에 따라 2,5-dibromoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

[0425] <2,5-dibromo-11-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0426] 앞에서 설명한 2-bromo-5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 2,5-dibromo-11-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

[0427] <2,5-dibromo-11-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0428] 앞에서 설명한 2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 2,5-dibromo-11-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

[0429] <2,5-di(9H-carbazol-9-yl)-11-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0430] 실시예 2에 따라 2,5-di(9H-carbazol-9-yl)-11-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)indolo[3,2,1-jk]carbazole을 합성하였다.

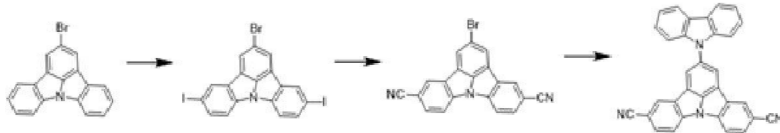
[0431] <화학식 13의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0432] 실시예 5에 따라 화학식 13의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0434] [실시예 11]

[0435] 하기 반응식 11에 따라 화학식 14의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0436] <반응식 11>



[0437]

[0438] 구체적으로, 화학식 14의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 하기와 같이 합성되었다.

[0439] <2-bromo-5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>

[0440] 앞에서 설명한 2-bromo-5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 2-bromo-5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.

[0441] <2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole-5,11-dicarbonitrile의 합성>

[0442] 앞에서 설명한 Indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile를 합성하는 방법에 따라 2-bromoindolo[3,2,1-jk]carbazole-5,11-dicarbonitrile를 합성하였다.

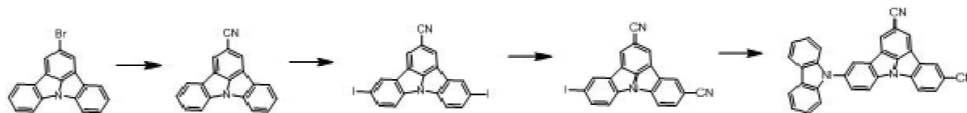
[0443] <화학식 14의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0444] 실시예 2에 따라 화학식 14의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0446] [실시예 12]

[0447] 하기 반응식 12에 따라 화학식 15의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0448] <반응식 12>



[0449]

[0450] 구체적으로, 화학식 15의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 하기와 같이 합성되었다.

[0451] <indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0452] 앞에서 설명한 Indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile를 합성하는 방법에 따라 indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile를 합성하였다.

[0453] <5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0454] 앞에서 설명한 2-bromo-5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile를 합성하였다.

[0455] <11-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2,5-dicarbonitrile의 합성>

[0456] 앞에서 설명한 Indolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile를 합성하는 방법에 따라 11-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2,5-dicarbonitrile를 합성하였다.

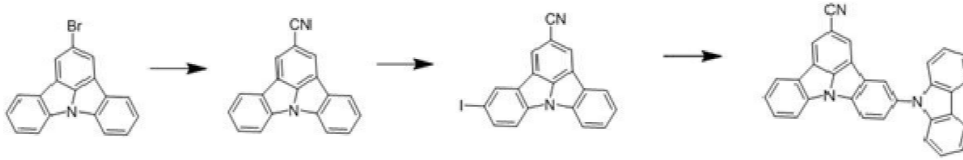
[0457] <화학식 15의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0458] 실시예 2에 따라 화학식 15의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0460] [실시예 13]

[0461] 하기 반응식 13에 따라 화학식 16의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0462] <반응식 13>



[0463]

[0464] <5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0465] 5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile은 앞에서 설명한 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성방법에 따라 합성되었다.

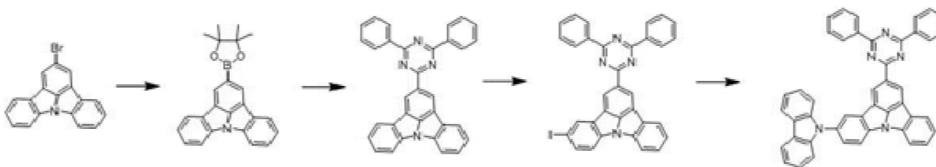
[0466] <화학식 16의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0467] 실시예 2에 따라 화학식 16의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0469] [실시예 14]

[0470] 하기 반응식 14에 따라 화학식 17의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0471] <반응식 14>



[0472]

[0473] <5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성>

[0474] 5-iodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile은 앞에서 설명한 5,11-diiodoindolo[3,2,1-jk]carbazole-2-carbonitrile의 합성방법에 따라 합성되었다.

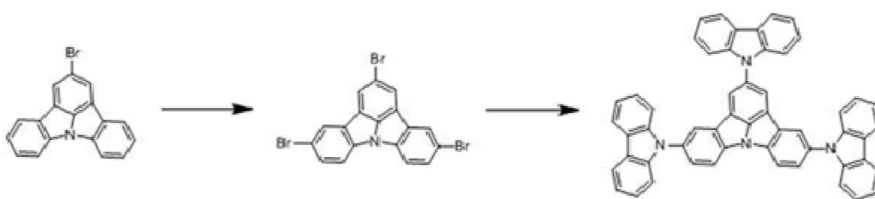
[0475] <화학식 17의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>

[0476] 실시예 6에 따라 화학식 16의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0478] [비교예]

[0479] 하기 반응식 15에 따라 하기 화학식 18의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.

[0480] [반응식 15]



[화학식 18]

[0481]

[0482] 구체적으로, 화학식 18의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료는 하기와 같이 합성되었다.

- [0483] <2,5,11-tribromoindolo[3,2,1-jk]carbazole의 합성>
- [0484] 앞에서 설명한 2,5,11-tribromoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하는 방법에 따라 2,5,11-tribromoindolo[3,2,1-jk]carbazole를 합성하였다.
- [0485] <화학식 16의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료의 합성>
- [0486] 실시예 2에 따라 화학식 18의 분자 구조를 갖는 지연 형광 재료를 합성하였다.
- [0488] [실험예]
- [0489] 실시예 1 내지 실시예 14 및 비교예에 따라 합성된 지연 형광 재료들을 발광층의 도펀트 물질로 각각 이용하여 도 1에 도시된 구조의 유기 발광 소자들(100)을 제작하였다. 이하 설명의 편의를 위해, 실시예 1 내지 실시예 14에 따라 합성된 지연 형광 재료들을 발광층의 도펀트 물질로 각각 사용하는 유기 발광 소자들을 제1 내지 제14 유기 발광 소자라고 하고, 비교예에 따라 합성된 지연 형광 재료를 발광층의 도펀트 물질로 사용하는 유기 발광 소자를 '제15 유기 발광 소자'라 한다.
- [0490] 상기 제1 내지 제15 유기 발광 소자들(100)은 각각 기판(110) 상에 양극(120), 정공 주입층(130), 정공 수송층(140), 여기자 저지층(150), 발광층(160), 정공 저지층(170), 전자 수송층(180), 전자 주입층(190) 및 음극(200)을 진공증착 공정으로 순차적으로 적층하여 제조되었다.
- [0491] 이 때, 상기 양극(120), 정공 주입층(130), 정공 수송층(140), 전자 수송층(180), 전자 주입층(190) 및 음극(200)은 각각 ITO, PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene);poly(styrenesulfonate)), TAPC(4,4'-cyclohexylidenebis[N,N-bis(4-methylphenyl)aniline]), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), 불화리튬(LiF) 및 알루미늄(Al)으로 형성하였고, 상기 정공 저지층(170)은 상기 발광층(160) 상에 TSP01(diphenyl(4-(triphenylsilyl)phenyl)phosphine oxide)으로 적층하여 형성하였고, 상기 여기자 저지층(150)은 상기 정공 수송층(140) 상에 mCP(1,3-bis(N-carbazolyl)benzene)으로 적층하여 형성하였다.
- [0492] 그리고 상기 제1 내지 제14 유기 발광 소자의 발광층(160)은 DPEPO(Bis[2-(diphenylphosphino(phenyl)ether oxide)에 실시예 1 내지 실시예 14에 따라 합성한 지연 형광 재료를 10% 도핑하여 각각 형성되었고, 상기 제15 유기 발광 소자의 발광층(160)은 DPEPO(Bis[2-(diphenylphosphino(phenyl)ether oxide)에 비교예에 따라 합성한 지연 형광 재료를 10% 도핑하여 형성되었다.
- [0494] 도 2는 제1 내지 제6 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타내고, 도 3은 제7 내지 제12 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타내며, 도 4는 제13 및 제14 유기 발광 소자들에 대해 측정된 발광 스펙트럼을 나타낸다. 그리고 하기 표 1은 측정된 발광 스펙트럼들로부터 산출된 반치폭(Full Width at half maximum, FWHM), 외부 양자 효율(EQE) 및 피크 파장(λ)을 나타낸다.

표 1

[0495]

	FWHM (nm)	EQE (%)	λ (nm)	비고
제1 유기발광소자	71	17.3	476	화학식 1-3
제2 유기발광소자	60	13.2	447	화학식 1-3
제3 유기발광소자	56	12.4	449	화학식 1-3
제4 유기발광소자	60	16.0	456	화학식 1-3
제5 유기발광소자	56	12.2	454	화학식 1-3
제6 유기발광소자	55	13.6	443	화학식 1-3
제7 유기발광소자	58	12.1	448	화학식 1-2
제8 유기발광소자	66	13.4	450	화학식 1-2
제9 유기발광소자	59	11.8	449	화학식 1-4
제10 유기발광소자	62	12.9	450	화학식 1-4
제11 유기발광소자	54	15.1	448	화학식 1-6
제12 유기발광소자	56	14.8	449	화학식 1-5
제13 유기발광소자	56	12.2	449	화학식 1-1
제14 유기발광소자	52	12.9	443	화학식 1-1
제15 유기발광소자	50	2.3	449	-

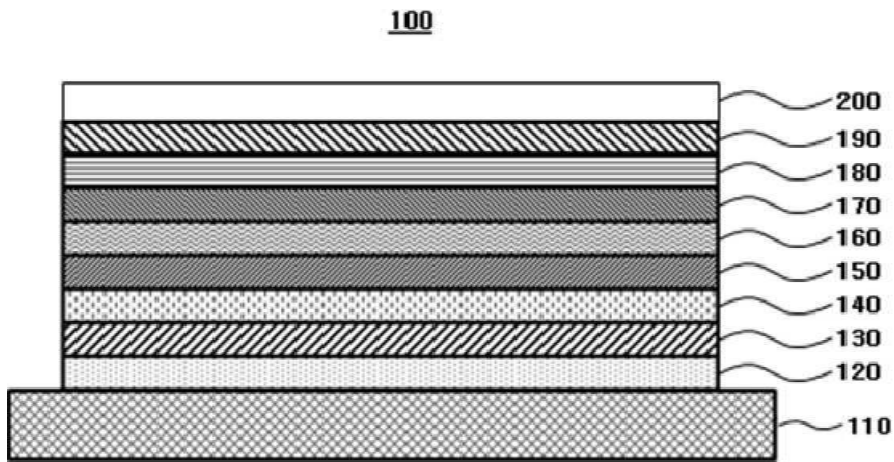
- [0496] 도 2 내지 도 4 및 표 1을 참조하면, 실시예 1 내지 14에 따라 합성된 지연 형광 재료를 발광층의 도펀트 물질로 사용한 제1 내지 제14 유기 발광 소자들은 약 12 내지 17%의 양자효율로 청색 지연 형광 발광 특성을 나타냈음에 반해, 비교예에 따라 합성된 지연 형광 재료를 발광층의 도펀트 물질로 사용한 제15 유기발광소자는 2.3%의 양자효율로 청색 지연 형광 발광 특성을 나타냈다. 즉, 본 발명에 따른 지연형광 재료를 발광층의 도펀트 물질로 사용하는 경우, 양자효율을 현저하게 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.
- [0497] 구체적으로, 제1 유기 발광 소자는 양자효율 17.3 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었고, 제2 유기 발광 소자는 양자효율 13.2 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었으며, 제3 유기 발광 소자는 양자효율 12.4%의 청색 지연 형광 발광을 나타내었다. 제4 유기 발광 소자는 양자효율 16.0 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었고, 제5 유기 발광 소자는 양자효율 12.2 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었으며, 제6 유기 발광 소자는 양자효율 13.6%의 청색 지연 형광 발광을 나타내었다. 제7 유기 발광 소자는 양자효율 12.1 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었고, 제8 유기 발광 소자는 양자효율 13.4 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었으며, 제9 유기 발광 소자는 양자효율 11.8 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었다. 제10 유기 발광 소자는 양자효율 12.9 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었고, 제11 유기 발광 소자는 양자효율 15.1 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었으며, 제12 유기 발광 소자는 양자효율 14.8 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었다. 제13 유기 발광 소자는 양자효율 12.2 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었고, 제14 유기 발광 소자는 양자효율 12.9 %의 청색 지연 형광 발광을 나타내었다.
- [0498] 이에 반해, 비교예에 따라 합성된 지연 형광 재료를 발광층의 도펀트 물질로 사용한 제15 유기 발광 소자는 양자효율 2.3 %의 청색 형광 발광을 나타내었다.
- [0499] 한편, 도 2를 참조하면, 제1 내지 제6 유기 발광 소자 모두는 매우 좁은 반치폭(full width at half maximum, FWHM)을 갖는 청색 광을 발광함을 확인할 수 있다. 구체적으로, 제1 유기 발광 소자('4')는 476nm의 피크 파장 및 71nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하고, 제2 유기 발광 소자('5')는 447nm의 피크 파장 및 60nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하며, 제3 유기 발광 소자('6')는 449nm의 피크 파장 및 56nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하는 것으로 나타난다. 그리고 제4 유기 발광 소자('7')는 456nm의 피크 파장 및 60nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하고, 제5 유기 발광 소자('8')는 454nm의 피크 파장 및 56nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하며, 제6 유기 발광 소자('9')는 443nm의 피크 파장 및 55nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하는 것으로 나타난다.
- [0500] 도 3을 참조하면, 제7 내지 제12 유기 발광 소자 역시 모두 매우 좁은 반치폭(full width at half maximum, FWHM)을 갖는 청색 광을 발광함을 확인할 수 있다. 구체적으로, 제7 유기 발광 소자('10')는 448nm의 피크 파장 및 58nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하고, 제8 유기 발광 소자('11')는 450nm의 피크 파장 및 66nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하며, 제9 유기 발광 소자('12')는 449nm의 피크 파장 및 59nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하는 것으로 나타난다. 그리고 제10 유기 발광 소자('13')는 450nm의 피크 파장 및 62nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하고, 제11 유기 발광 소자('14')는 448nm의 피크 파장 및 54nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하며, 제12 유기 발광 소자('15')는 449nm의 피크 파장 및 56nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하는 것으로 나타났다.
- [0501] 도 4를 참조하면, 제13 및 제14 유기 발광 소자 역시 모두 매우 좁은 반치폭(full width at half maximum, FWHM)을 갖는 청색 광을 발광함을 확인할 수 있다. 구체적으로, 제13 유기 발광 소자('16')는 449nm의 피크 파장 및 56nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하고, 제14 유기 발광 소자('17')는 443nm의 피크 파장 및 52nm의 반치폭을 갖는 청색 광을 생성하는 것으로 나타난다.
- [0502] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

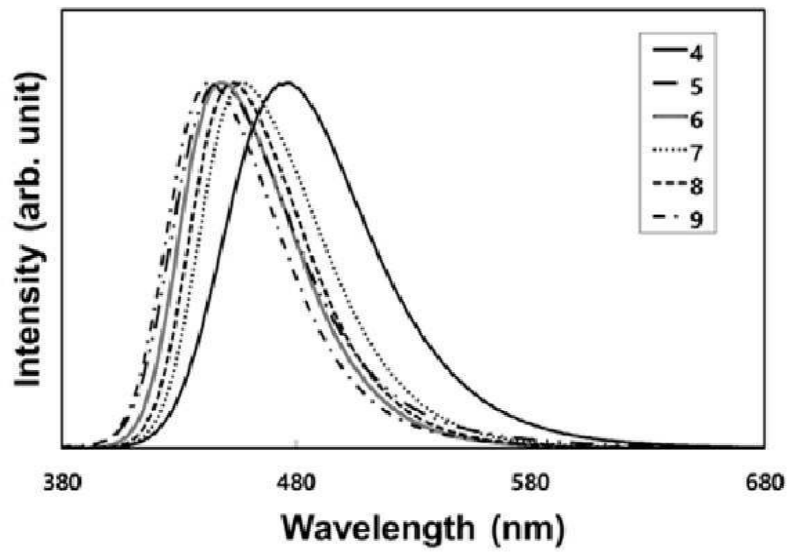
[0504] 없음

도면

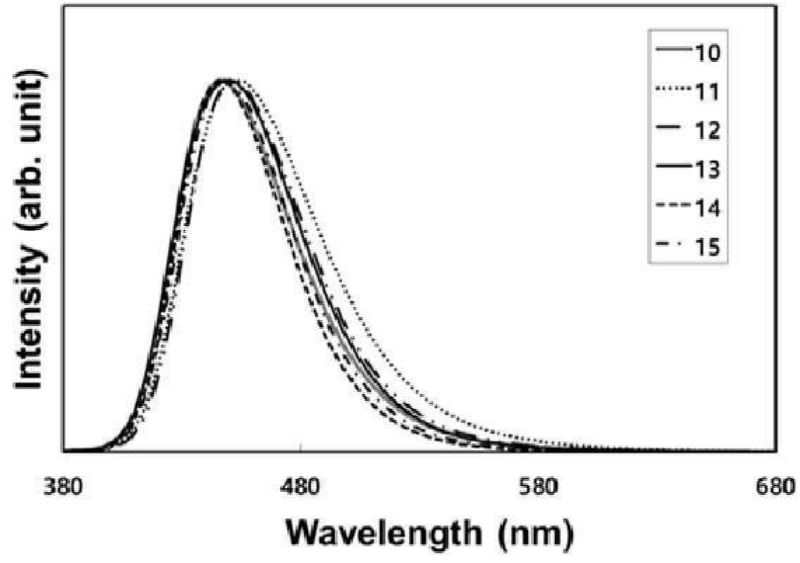
도면1



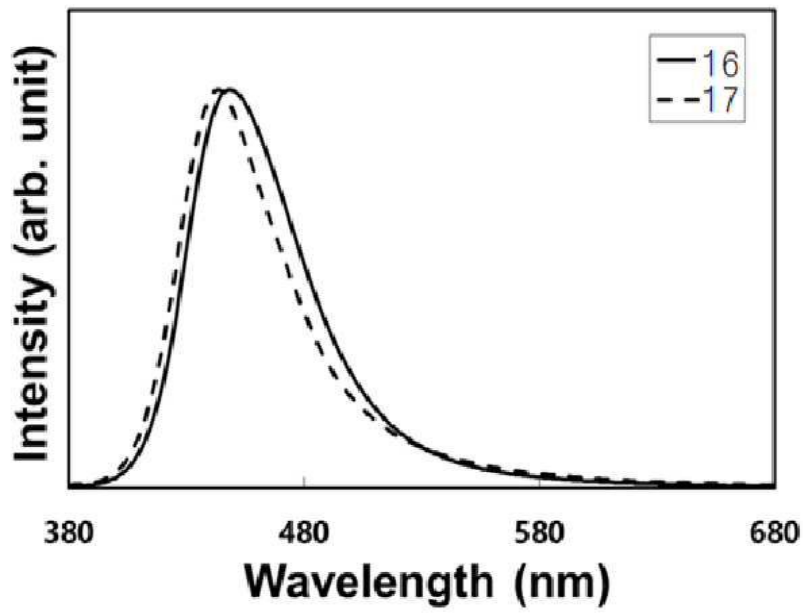
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	延迟荧光材料和包含其的有机发光装置		
公开(公告)号	KR1020190092923A	公开(公告)日	2019-08-08
申请号	KR1020180012228	申请日	2018-01-31
[标]申请(专利权)人(译)	成均馆大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	韩国成均馆大学学术交流		
[标]发明人	이준엽 임이랑		
发明人	이준엽 임이랑		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/00 H01L51/50		
CPC分类号	C09K11/06 H01L51/0072 H01L51/50 C09K2211/1029 C09K2211/1033 C09K2211/1037 C09K2211/1059		
代理人(译)	Bakjongsu Chasangyun		
其他公开文献	KR102071227B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

延迟荧光材料技术领域本发明涉及一种延迟荧光材料。延迟荧光材料具有分子结构，该分子结构包括：给电子的电子给体单元；和电子受体单元，其与电子供体单元连接并接受电子，其中电子受体单元包括含有各种电子受体单元的吡啶并咪唑基团。另外，延迟的荧光材料不仅显示出高的结构和热稳定性，而且显示出高的量子效率。

