



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월10일
(11) 등록번호 10-1181281
(24) 등록일자 2012년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0025433
(22) 출원일자 2012년03월13일
심사청구일자 2012년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070089985 A*
KR1020090035729 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
덕산하이메탈(주)
울산광역시 북구 무룡1로 66 (연암동)
(72) 발명자
김동하
경기도 성남시 분당구 분당동 셋별마을라이프아
파트 204동 303호
이선희
서울특별시 중구 필동3가 28-26 501호
(74) 대리인
김은구

전체 청구항 수 : 총 13 항

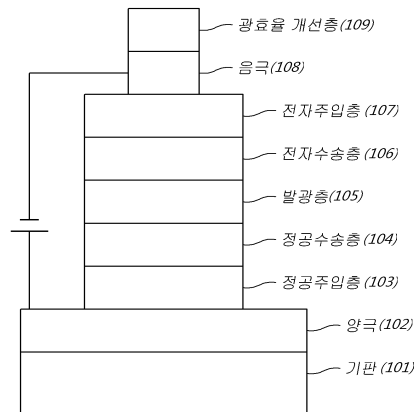
심사관 : 오세주

(54) 발명의 명칭 **광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자, 이를 포함하는 전자 장치 및 이에 이용되는 유기 전기소자용 화합물**

(57) 요약

본 발명은 광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자, 이를 포함하는 전자 장치 및 이에 적용되는 유기전기소자 용 화합물에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박성제

부산광역시 금정구 구서동 유림노르웨이아침 141
1호

황선필

경기도 안산시 상록구 월피동 515-7번지 301호

김은경

경상남도 진주시 상봉동 한주아파트 5동 403호

여승원

대전광역시 대덕구 오정동 88-24

이학영

인천광역시 연수구 동춘3동 대우삼환아파트 113동
1102호

문성윤

경기도 용인시 수지구 풍덕천동 664번지 초입마을
동아아파트 111동 810호

이범성

충청남도 천안시 서북구 백석동 백석마을아이파크
112동 2101호

최대혁

경기도 용인시 기흥구 영덕동 힐스테이트 703동
1302호

박정환

서울특별시 송파구 가락본동 80 성원상떼빌 101동
703호

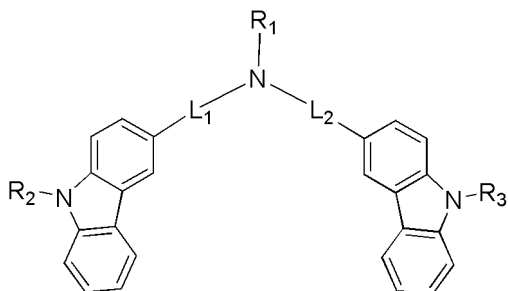
특허청구의 범위

청구항 1

제 1전극; 제 2전극; 상기 제 1전극과 상기 제 2전극 사이에 형성된 1층 이상의 유기물층; 및 상기 제 1전극과 제 2전극의 상부 또는 하부 중 상기 유기물층과 반대되는 적어도 일측에 형성되는 광효율 개선층;을 포함하며,

상기 광효율 개선층은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

화학식 (1)



상기 화학식에서,

(1) R_1 , R_2 , R_3 는 각각 서로 독립적으로,

수소, 중수소, 할로젠, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬아민기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬티오펜기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴티오펜기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알키닐기, $C_3\sim C_{20}$ 의 시클로알킬기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 중수소로 치환된 $C_6\sim C_{20}$ 의 아릴기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, 실란기, 붕소기, 게르마늄기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리기로 이루어진 군으로부터 선택되는 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 **$C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기**;

수소, 중수소, 할로젠기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_6\sim C_{20}$ 의 아릴아민기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 중수소로 치환된 $C_6\sim C_{20}$ 의 아릴기, $C_7\sim C_{20}$ 의 아릴알킬기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리기, 니트릴기 및 아세틸렌기로 이루어진 군에서 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환되고 O, N, S, Si, P 중 적어도 하나를 헤테로 원자로 포함하는 **$C_2\sim C_{60}$ 의 헤테로고리기**; 및

$C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, $C_7\sim C_{20}$ 의 아릴알킬기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리기, 니트릴기 및 아세틸렌기로 이루어진 군에서 선택된 치환기로 치환 또는 비치환된 **$C_1\sim C_{50}$ 의 알킬기**;로 이루어진 군에서 선택되고,

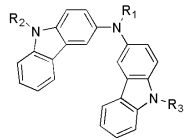
(2) L_1 , L_2 는 서로 독립적으로, **단일결합**; 또는 니트로기, 니트릴기, 할로젠, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기 및 아미노기로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 **$C_6\sim C_{60}$ 의 아릴렌기**;이다.

청구항 2

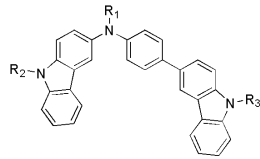
제 1항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화학식 2 내지 화학식 4 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

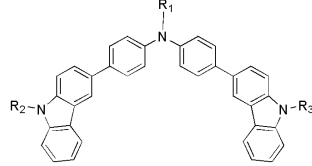
화학식(2)



화학식(3)



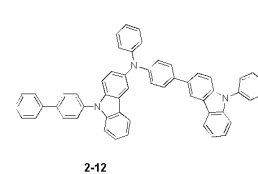
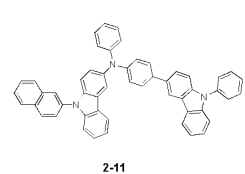
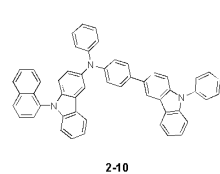
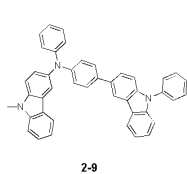
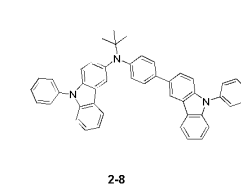
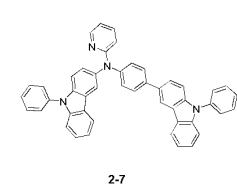
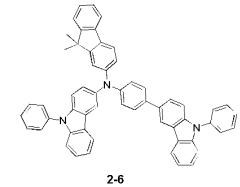
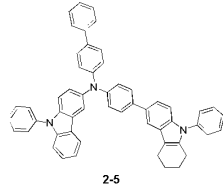
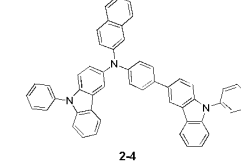
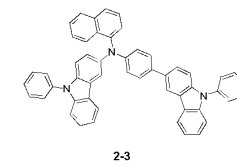
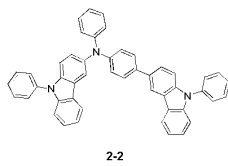
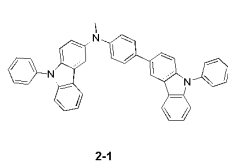
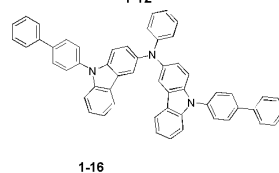
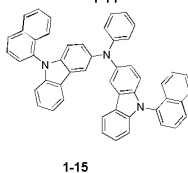
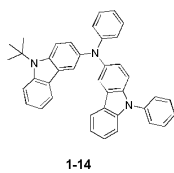
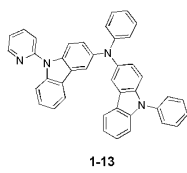
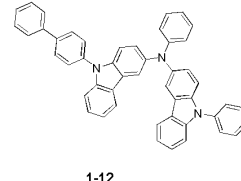
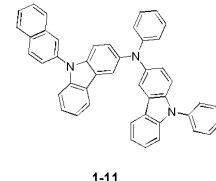
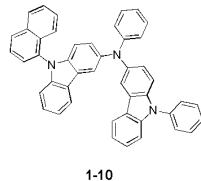
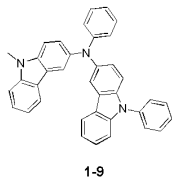
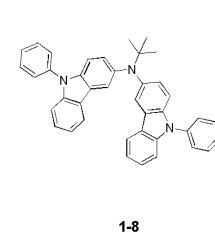
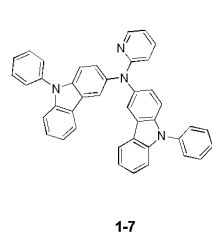
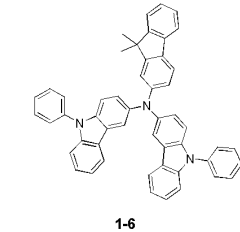
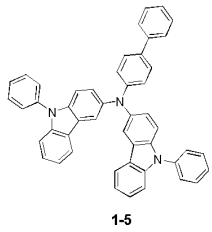
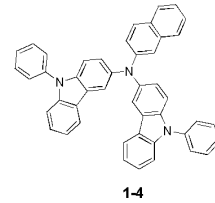
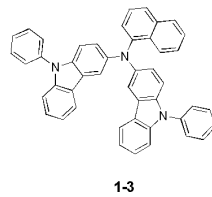
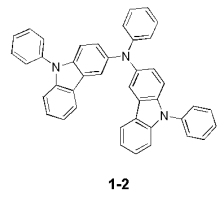
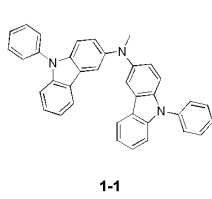
화학식(4)

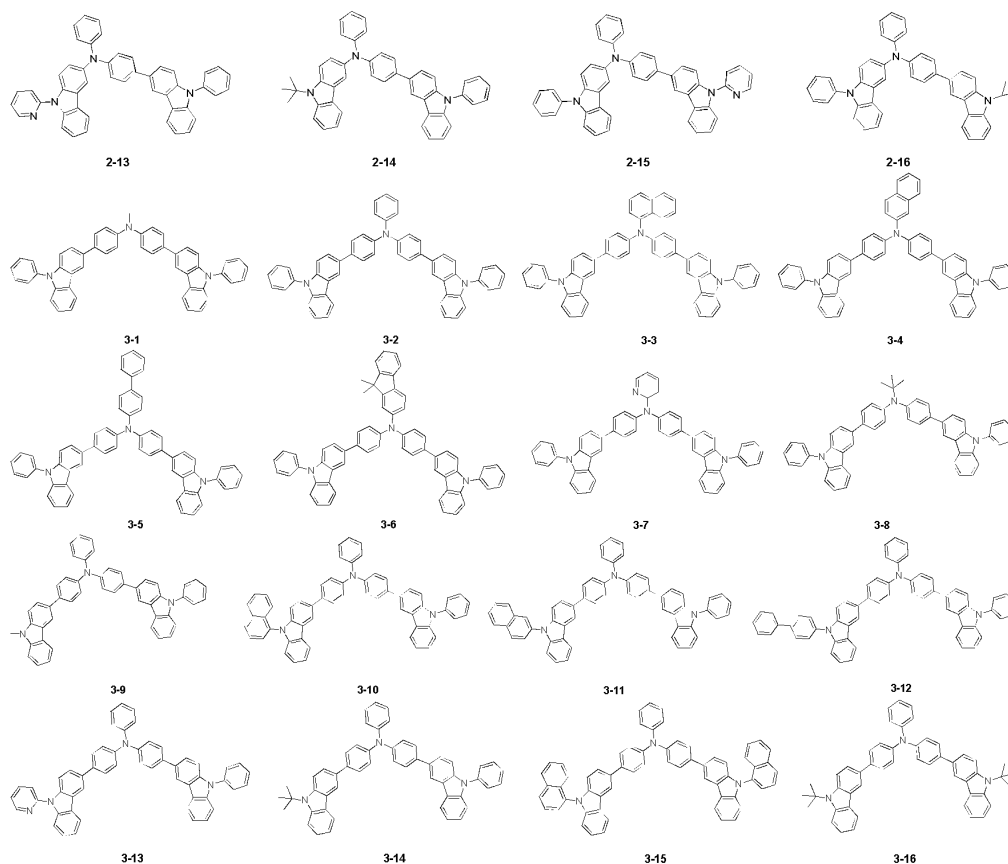


청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화합물 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기전기소자.





청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 광효율 개선층은 상기 제 1전극의 하부 또는 상기 제 2전극의 상부 중 적어도 하나에 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 1전극은 Ag를 포함하는 ITO로 형성된 애노드이고, 상기 제 2전극은 Mg-Ag를 포함하는 캐소드이며, 상기 광효율 개선층은 상기 제 2전극 상부에 형성된 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 제 2전극은 광투과형 캐소드 전극이고, 상기 광효율 개선층은 상기 제 2전극의 상부에 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 7

제 4항에 있어서,

상기 제 1전극은 광투과형 애노드 전극이고, 상기 광효율 개선층은 상기 제 1전극의 하부에 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 유기물층이 R, G, B 화소별로 패터닝되어 있고, 상기 광효율 개선층이 상기 R, G, B 화소에 대하여 공통

층으로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 유기물층은 R, G, B 화소별로 패터닝되어 있고,

상기 광효율 개선층은, 상기 유기물층의 R, G, B 화소에 대하여 R 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-R과, 상기 G 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-G와, 상기 B 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-B 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 유기물층은 상기 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 유기물층은 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 전자 수송층 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 유기전기소자.

청구항 12

제 1항의 유기전기소자를 포함하는 디스플레이장치; 및

상기 디스플레이장치를 구동하는 제어부;를 포함하는 전자장치.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 유기전기소자는 유기전기발광소자(OLED), 유기태양전지, 유기감광체(OPC), 유기트랜지스터(유기 TFT) 중 하나인 것을 특징으로 하는 전자장치.

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자, 이를 포함하는 전자 장치 및 이에 사용되는 유기전기소자용 화합물에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 1980년대 이스트만 코닥사의 씨. 더블유. 탕(C. W. Tang) 등은 각종 역할을 각 재료에 분담시킨 적층 구조 소자를 개발함으로써, 유기 재료를 이용한 유기전기발광 소자를 실용적인 것으로 만들었다. 그들은 전자를 수송할 수 있는 형광체와 정공을 수송할 수 있는 유기물을 적층하고, 양쪽의 전하를 형광체의 층 중에 주입하여 발광시킴으로써, 10 V 이하의 전압으로 1000 cd/m² 이상의 고휘도를 얻을 수 있도록 하였다.

[0003] 일반적으로 유기 발광 현상이란 유기 물질을 이용하여 전기에너지를 빛 에너지로 전환시켜주는 현상을 말한다. 유기 발광 현상을 이용하는 유기전기소자는 통상 양극과 음극 및 이 사이에 유기물층을 포함하는 구조를 가진다. 여기서 유기물 층은 유기전기소자의 효율과 안정성을 높이기 위하여 각기 다른 물질로 구성된 다층의 구조로 이루어진 경우가 많으며, 예컨대 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층 등으로 이루어질 수 있다.

[0004] 유기전기소자에서 유기물층으로 사용되는 재료는 기능에 따라, 발광 재료와 전하 수송 재료, 예컨대 정공주입

재료, 정공수송 재료, 전자수송 재료, 전자주입 재료 등으로 분류될 수 있다. 그리고, 상기 발광 재료는 분자량에 따라 고분자형과 저분자형으로 분류될 수 있고, 발광 메커니즘에 따라 전자의 일중항 여기상태로부터 유래되는 형광 재료와 전자의 삼중항 여기상태로부터 유래되는 인광 재료로 분류될 수 있다. 또한, 발광 재료는 발광색에 따라 청색, 녹색, 적색 발광 재료와 보다 나은 천연색을 구현하기 위해 필요한 노란색 및 주황색 발광 재료로 구분될 수 있다.

[0005] 특히, 유기전기소자의 우수한 수명 특성을 위해 정공 수송층 또는 완충층(buffer layer)으로 삽입되는 유기물질에 관해 여러 연구가 진행되고 있으며, 이를 위해 양극으로부터 유기층으로의 높은 정공 이동 특성을 부여하면서 증착 후 박막 형성시 균일도가 높고 결정화도가 낮은 정공 주입층 재료가 요구되고 있다.

[0006] 유기전기소자의 수명단축의 원인 중 하나인 양극전극(ITO)으로부터 금속 산화물이 유기층으로 침투 확산되는 것을 지연시키며, 소자 구동시 발생하는 주열열(Joule heating)에 대해서도 안정된 특성, 즉 높은 유리 전이 온도를 갖는 정공 주입층 재료에 대한 개발이 필요하다. 또한 정공 수송층 재료의 낮은 유리전이 온도는 소자 구동시에 박막 표면의 균일도가 무너지는 특성에 따라 소자수명에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 또한, OLED 소자의 형성에 있어서 증착방법이 주류를 이루고 있으며, 이러한 증착방법에 오랫동안 견딜 수 있는 재료 즉 내열성 특성이 강한 재료가 필요한 실정이다.

[0007] 한편, 발광 재료로서 하나의 물질만 사용하는 경우 분자간 상호 작용에 의하여 최대 발광 파장이 장파장으로 이동하고 색순도가 떨어지거나 발광 감쇄 효과로 소자의 효율이 감소되는 문제가 발생하므로, 색순도의 증가와 에너지 전이를 통한 발광 효율을 증가시키기 위하여 발광 재료로서 호스트/도판트계를 사용할 수 있다. 그 원리는 발광층을 형성하는 호스트보다 에너지 대역 간극이 작은 도판트를 발광층에 소량 혼합하면, 발광층에서 발생한 엑시톤이 도판트로 수송되어 효율이 높은 빛을 내는 것이다. 이때 호스트의 파장이 도판트의 파장대로 이동하므로, 이용하는 도판트의 종류에 따라 원하는 파장의 빛을 얻을 수 있다.

[0008] 전술한 유기전기소자가 갖는 우수한 특징들을 충분히 발휘하기 위해서는 소자 내 유기물층을 이루는 물질, 예컨대 정공주입 물질, 정공수송 물질, 발광 물질, 전자수송 물질, 전자주입 물질 등이 안정하고 효율적인 재료에 의하여 뒷받침되는 것이 선행되어야 하나, 아직까지 안정하고 효율적인 유기전기소자용 유기물층 재료의 개발이 충분히 이루어지지 않은 상태이며, 따라서 새로운 재료의 개발이 계속 요구되고 있다.

[0009] 최근에는 각 재료의 성능 변화를 주어 소자 특성을 향상시키는 연구뿐만 아니라, 공진 구조의 Top 소자에서는 애노드(anode)와 캐소드(cathode) 사이에 최적화된 광학 두께에 의한 색순도 향상 및 효율 증대기술이 소자 성능을 향상시키는데 중요한 요소 중의 하나이다. 비공진 구조의 bottom 소자구조와 비교해보면 Top 소자구조는 형성된 빛이 반사막인 anode에 반사되어 cathode쪽으로 빛이 나오므로 SPPs (surface plasmon polariton s)에 의한 광학 에너지 손실이 크다.

[0010] 따라서, EL spectral의 모양과 효율향상을 위한 중요한 방법 중의 하나는 top cathode에 capping층을 사용하는 방법이 있다. 일반적으로 SPP는 전자방출은 Al, Pt, Ag, Au 이 4개의 금속이 주로 사용되며 금속전극 표면에서 표면 플라즈몬이 발생한다. 예를 들어 음극을 Ag로 사용할 경우 음극의 Ag로 인해 방출되는 빛이 SPP에 의해 Quenching(Ag로 인한 빛에너지 손실)되어 효율이 감소된다.

[0011] 반면 capping층을 사용할 경우에는 MgAg 전극과 고굴절의 유기재료 경계면에서 SPPs가 발생하며 그 중 TE 편광(transverse electric)된 빛은 소산파(evanescent wave)에 의해 수직 방향으로 CPL면에서 소멸되며, 음극과 capping 층을 따라 이동하는 TM(transverse magnetic) 편광된 빛은 표면 플라즈마 공진(surface plasma resonance)에 의해 파장의 증폭현상이 일어나며 이로 인해 피크(peak)의 intensity가 증가하여 결국 높은 효율과 효과적인 색순도 조절이 가능하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

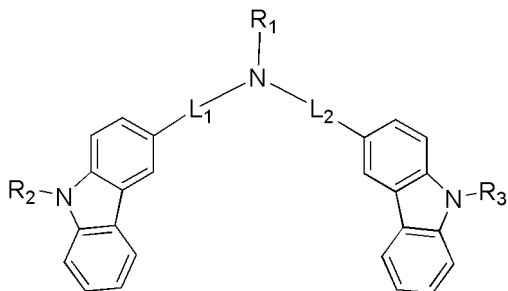
[0012] 본 발명은 소자의 높은 발광효율, 낮은 구동전압, 색순도, 및 수명을 향상시킬 수 있는 광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자, 이를 포함하는 전자 장치 및 이에 이용되는 유기전기소자용 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 구체적으로, 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하고, 소자의 높은 발광효율, 낮은 구동전압,

색순도, 안정성 및 수명의 향상이라는 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 하기 화학식 1로 표시되는 화합물이 적용된 광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자를 제공한다.

화학식 (1)



상기 화학식에서,

(1) R_1 , R_2 , R_3 는 각각 서로 독립적으로,

수소, 중수소, 할로젠, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬아민기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬티오펜기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴티오펜기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알키닐기, $C_3\sim C_{20}$ 의 시클로알킬기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 중수소로 치환된 $C_6\sim C_{20}$ 의 아릴기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, 실란기, 붕소기, 게르마늄기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리기로 이루어진 군으로부터 선택되는 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기;

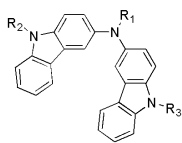
수소, 중수소, 할로젠기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 중수소로 치환된 $C_6\sim C_{20}$ 의 아릴기, $C_7\sim C_{20}$ 의 아릴알킬기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리, 니트릴기 및 아세틸렌기로 이루어진 군에서 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환되고 O, N, S, Si, P 중 적어도 하나를 헤테로 원자로 포함하는 $C_2\sim C_{60}$ 의 헤테로고리기; 및

$C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_2\sim C_{20}$ 의 알케닐기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기, $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, $C_7\sim C_{20}$ 의 아릴알킬기, $C_8\sim C_{20}$ 의 아릴알케닐기, $C_2\sim C_{20}$ 의 헤테로고리기, 니트릴기 및 아세틸렌기로 이루어진 군에서 선택된 치환기로 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{50}$ 의 알킬기;로 이루어진 군에서 선택되고,

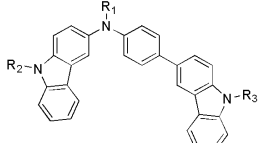
(2) L_1 , L_2 는 독립적으로, **단일결합**; 또는 니트로, 니트릴, 할로젠, $C_1\sim C_{20}$ 의 알킬기, $C_1\sim C_{20}$ 의 알콕시기 및 아미노기로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴렌기;이다.

더욱 구체적으로, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화학식 2 내지 화학식 4 중 하나일 수 있다.

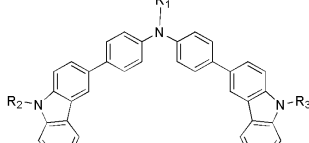
화학식(2)



화학식(3)

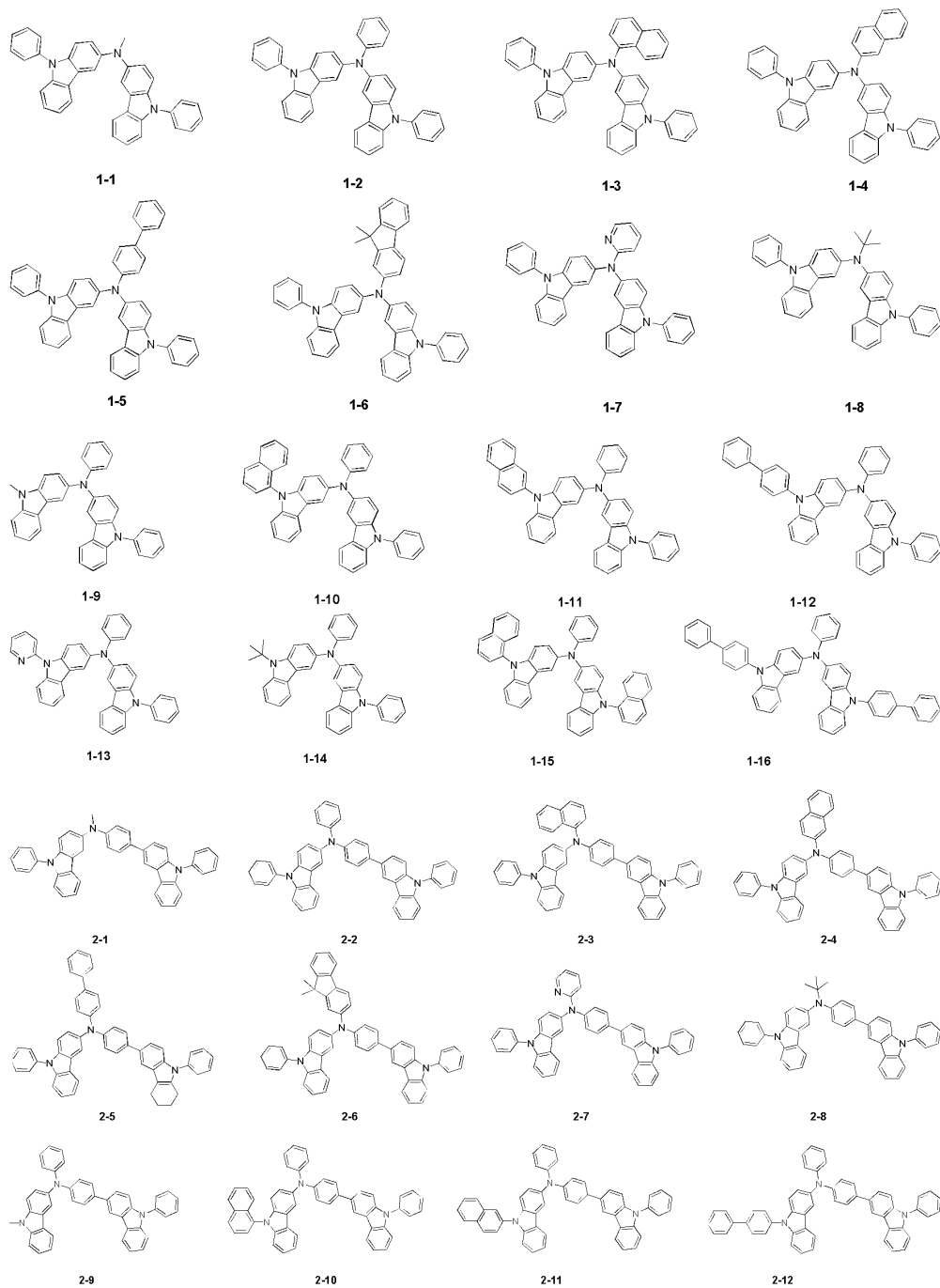


화학식(4)

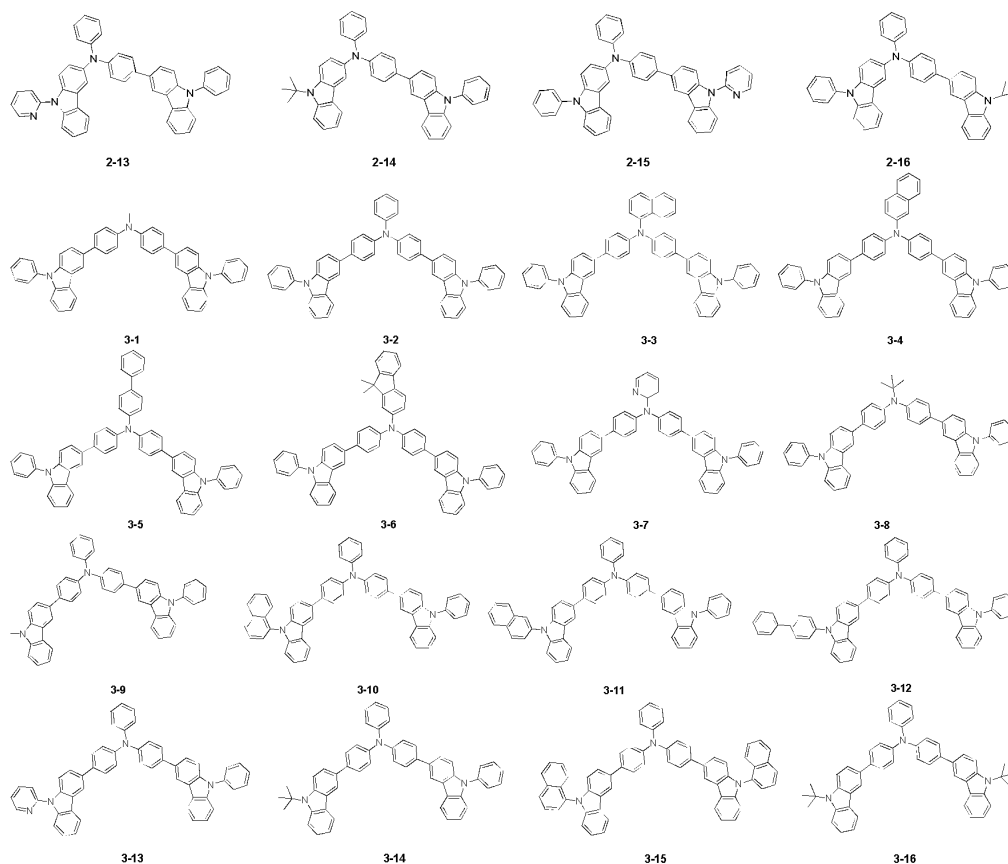


[0023]

보다 구체적으로, 상기 화학식 1 내지 화학식 4로 표시되는 화합물은 하기 화합물 중 하나일 수 있다.



[0024]



[0025]

[0026]

상기 화학식 1로 표시되는 화합물들은 상기에서 제시된 구체적 화합물들 중 하나일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 화학식 1로 표시되는 화합물들의 각 치환기들이 광범위한 관계로 모든 화합물들을 예시하는 것은 현실적으로 어려우므로 대표적인 화합물들을 예시적으로 설명한 것이나, 이에 제시되지 않은 화학식 1로 표시되는 화합물들도 본 명세서의 일부를 구성할 수 있다.

[0027]

다른 측면에서, 본 발명은 상기 화학식으로 표시되는 화합물이 적용된 유기전기소자를 포함하는 전자장치 및 상기 화학식으로 표시되는 광효율 개선을 위한 유기전기소자용 화합물을 제공한다.

[0028]

예시적으로, 본 발명의 유기전기소자는 제 1전극; 제 2전극; 상기 제 1전극과 상기 제 2전극 사이에 형성된 1층 이상의 유기물층; 및 상기 제 1전극과 제 2전극의 상부 또는 하부 중 상기 유기물층과 반대되는 적어도 일측에 형성되는 광효율 개선층;을 포함하며, 광효율 개선층은 상기 화학식 1의 화합물을 포함한다. 또한, 예시적으로 상기 화학식 1의 화합물은 유기물층에 사용될 수도 있다. 여기서, 유기물층은 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 전자 수송층 중 적어도 하나일 수 있다.

[0029]

광효율 개선층은 상기 제 1전극의 하부 또는 상기 제 2전극의 상부 중 적어도 하나에 형성될 수 있으며, 예시적으로 상기 제 1전극은 Ag를 포함하는 ITO로 형성된 애노드이고, 상기 제 2전극은 Mg-Ag를 포함하는 캐소드이며, 상기 광효율 개선층은 상기 제 2전극 상부에 형성되거나 상기 제 2전극은 광투과형 캐소드 전극이고, 상기 광효율 개선층은 상기 제 2전극의 상부에 형성될 수 있다.

[0030]

또한, 예시적으로 상기 제 1전극은 광투과형 애노드 전극이고, 상기 광효율 개선층은 상기 제 1전극의 하부에 형성될 수 있다.

[0031]

예시적으로, 상기 유기물층이 R, G, B 화소별로 패터닝되어 있으면 상기 광효율 개선층이 상기 R, G, B 화소에 대하여 공통층으로 형성될 수도 있고, 상기 유기물층의 R, G, B 화소에 대하여 R 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-R과, 상기 G 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-G와, 상기 B 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층-B 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0032]

상기 유기전기소자는 상기 화학식 1의 화합물을 포함하는 디스플레이장치와, 상기 디스플레이장치를 구동하는 제어부를 포함할 수 있으며, 이때 유기전기소자는 유기전기발광소자(OLED), 유기태양전지, 유기감광체(OPC), 유기트랜지스터(유기 TFT) 중 하나일 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따른 화합물을 포함하는 광효율 개선층을 구비하면, 유기전기소자의 광효율을 현저히 개선시킬 수 있어 소자의 높은 발광효율, 낮은 구동전압, 색순도, 및 수명을 크게 향상시킬 수 있는 효과를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전기발광소자의 개략적 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

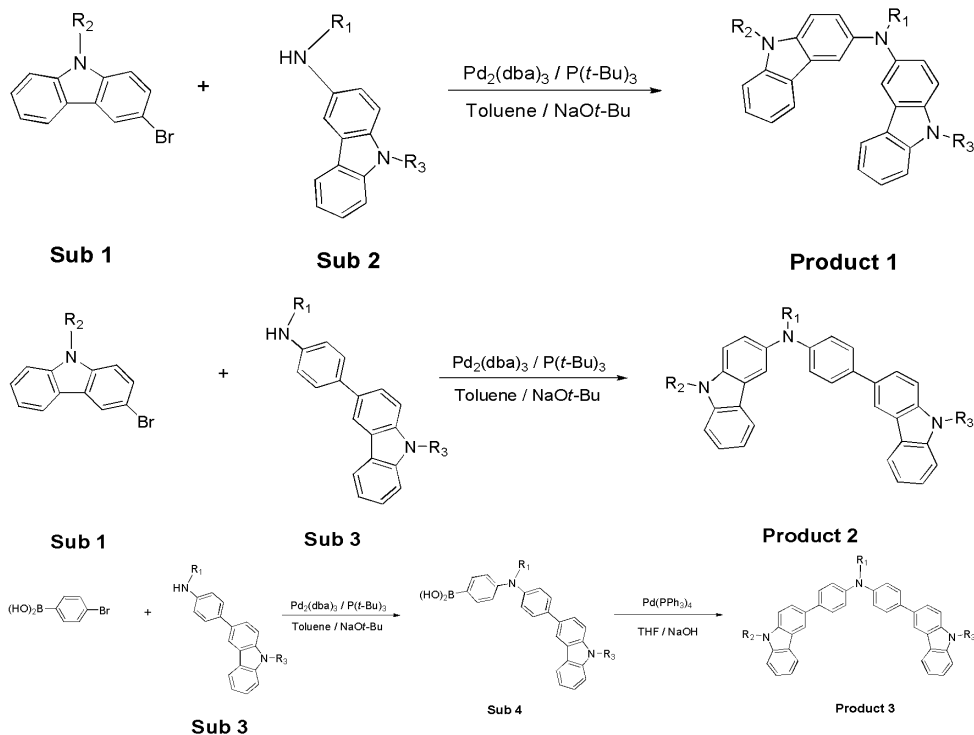
[0035] 이하에서 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.

[0036] 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일 또는 대응하는 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0037] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0038] 이하, 본 발명의 광효율 개선층에 적용되는 화합물의 합성에 및 실험예를 통해 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 이하의 제조예 및 실험예는 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자, 즉 당업자라면 하기에서 설명한 제조예들을 통해, 예시하지 않은 본 발명에 속하는 화합물을 제조할 수 있다.

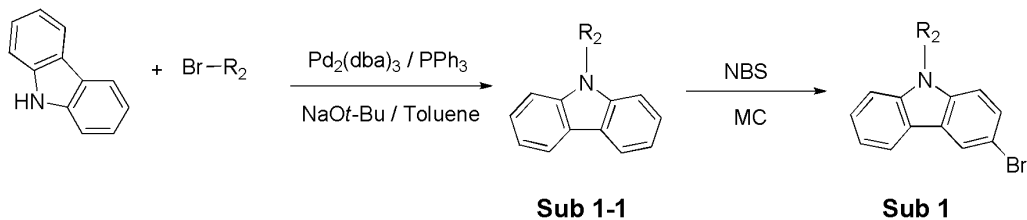
[0039] 일반적인 합성 방법



[0040]

[0041] Sub 1 내지 Sub 4 합성법

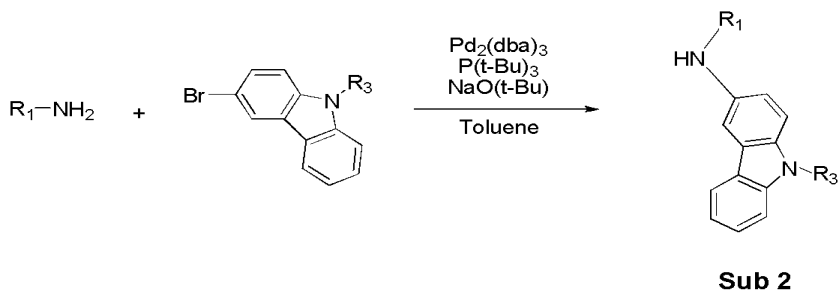
[0042] [실시예 1] Sub 1 합성법 예시:



[0043]

[0044] 카바졸과 브롬화합물에 톨루엔을 혼합 후에 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$, PPh_3 , NaOt-Bu 을 각각 첨가한 뒤, 100°C 에서 24시간 교반 환류시킨다. ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 Sub1-1을 얻었다. Sub 1-1에 메틸렌 크로라이드 에 녹인후, NBS(N-bromosuccimide)을 서서히 첨가한 뒤, 상온에서 24시간 교반시킨다. 반응이 종료되면 5% 농도의 HCl 을 첨가한뒤, 물 을 첨가하여, 잔존 NBS를 제거한 뒤, ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 Sub 1을 얻었다.

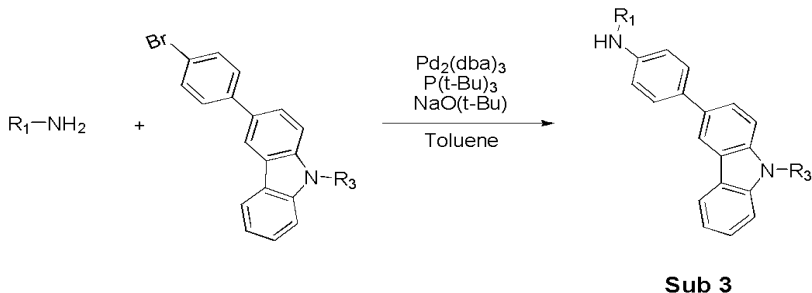
[0045] [실시예 2] Sub 2 합성법 예시:



[0046]

[0047] 둥근바닥플라스크에 아민화합물 (1당량), 브롬화합물 (1.1당량), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.05 mol%), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100°C 에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 생성물 Sub 2를 얻었다.

[0048] [실시예 3] Sub 3 합성법 예시:

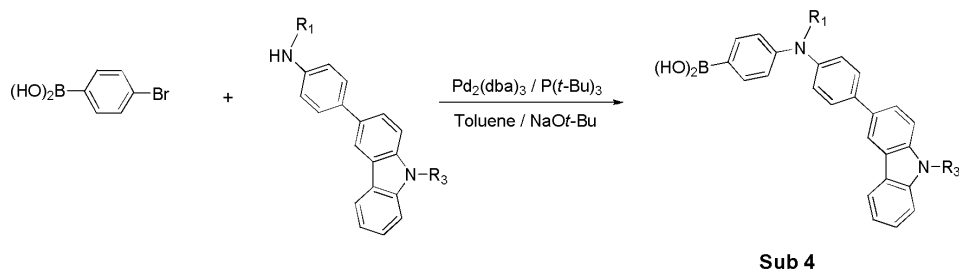


[0049]

[0050] 둥근바닥플라스크에 아민화합물 (1당량), 브롬화합물 (1.1당량), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.05 mol%), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100°C 에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정

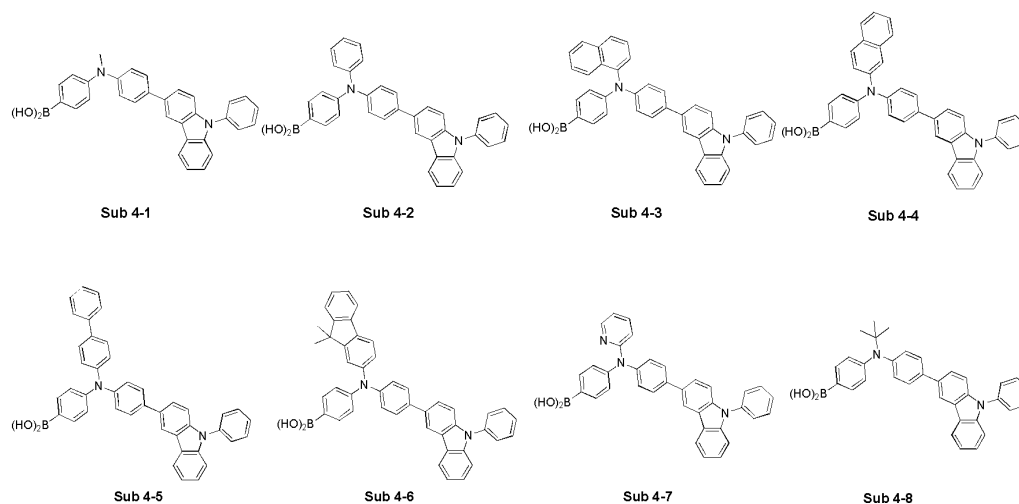
하여 생성물 Sub 3을 얻었다.

[실시예 4] Sub 4 합성법 예시:



둥근바닥플라스크에 4-bromophenylboronic acid (1당량), Sub 3의 아민화합물 (1.1당량), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.03~0.0 mol%), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100 °C에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 생성물 Sub 4를 얻었다.

Sub 4의 예시는 아래와 같으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



상기 Sub 4에 대한 질량분석 결과는 하기 표 1과 같다.

표 1

화합물	FD-MS	화합물	FD-MS
Sub 4-1	$m/z=454.19 (\text{C}_{30}\text{H}_{23}\text{BN}_2\text{O}_2=454.33)$	Sub 4-2	$m/z=530.22 (\text{C}_{36}\text{H}_{27}\text{BN}_2\text{O}_2=530.42)$
Sub 4-3	$m/z=580.23 (\text{C}_{40}\text{H}_{29}\text{BN}_2\text{O}_2=580.48)$	Sub 4-4	$m/z=580.23 (\text{C}_{40}\text{H}_{29}\text{BN}_2\text{O}_2=580.48)$
Sub 4-5	$m/z=606.25 (\text{C}_{42}\text{H}_{31}\text{BN}_2\text{O}_2=606.52)$	Sub 4-6	$m/z=646.28 (\text{C}_{45}\text{H}_{35}\text{BN}_2\text{O}_2=646.58)$
Sub 4-7	$m/z=531.21 (\text{C}_{35}\text{H}_{26}\text{BN}_3\text{O}_2=531.41)$	Sub 4-8	$m/z=510.25 (\text{C}_{34}\text{H}_{31}\text{BN}_2\text{O}_2=510.43)$

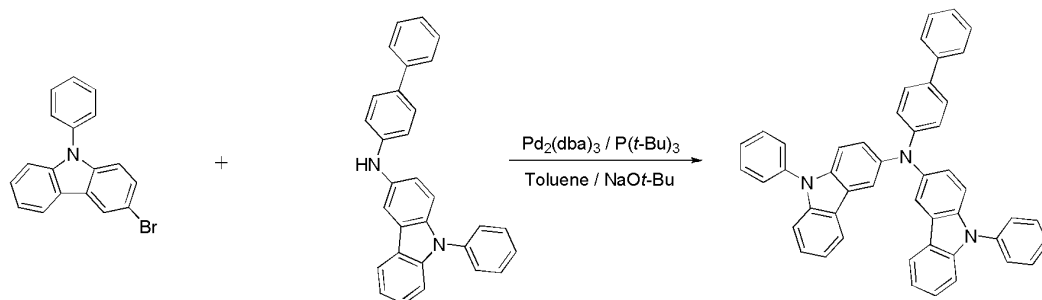
Product 합성법 예시

[실시예 5]

Product 1 합성법 예시 :

[0061] 둥근바닥플라스크에 Sub 1 화합물 (1당량), Sub 2 화합물 (1.1당량), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.05 mol%), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100 °C에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 최종 생성물을 얻었다.

[0062] Product 1-5 합성 예시



[0063]

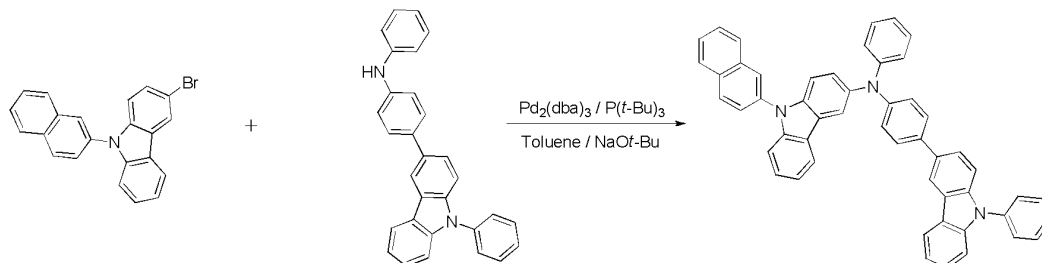
[0064] 둥근바닥플라스크에 3-bromo-9-phenyl-9H-carbazole (6.4g, 20mmol), N-(biphenyl-4-yl)-9-phenyl-9H-carbazol-3-amine (9.9g, 24mmol), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.03~0.05mmol), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100 °C에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 최종 생성물 8.5g (수율: 65%)을 얻었다.

[0065] [실시예 6]

[0066] Product 2 합성법 예시 :

[0067] 둥근바닥플라스크에 Sub 1 화합물 (1당량), Sub 3 화합물 (1.1당량), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.05 mol%), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100 °C에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 최종 생성물을 얻었다.

[0068] Product 2-11 합성 예시

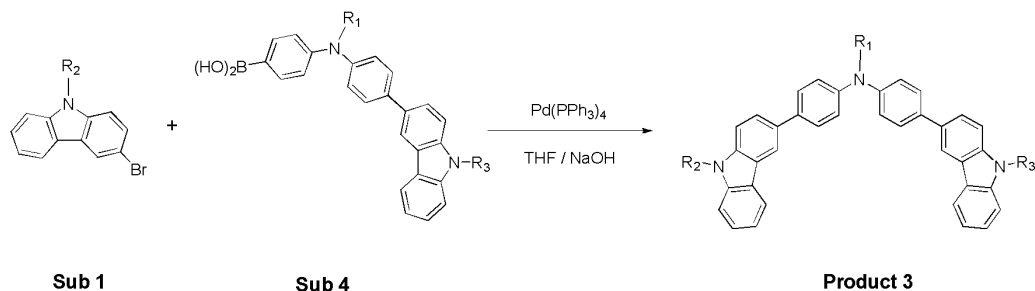


[0069]

[0070] 둥근바닥플라스크에 3-bromo-9-(naphthalen-2-yl)-9H-carbazole (7.4g, 20mmol), N-phenyl-4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)aniline (9.9g, 24mmol), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.03~0.05 mmol), $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ (0.1당량), NaOt-Bu (3당량), toluene (10.5 mL / 1 mmol)을 넣은 후에 100 °C에서 반응을 진행한다. 반응이 완료되면 ether와 물로 추출한 후 유기층을 MgSO_4 로 건조하고 농축한 후 생성된 유기물을 silicagel column 및 재결정하여 최종 생성물 8.8g (수율: 63%)을 얻었다.

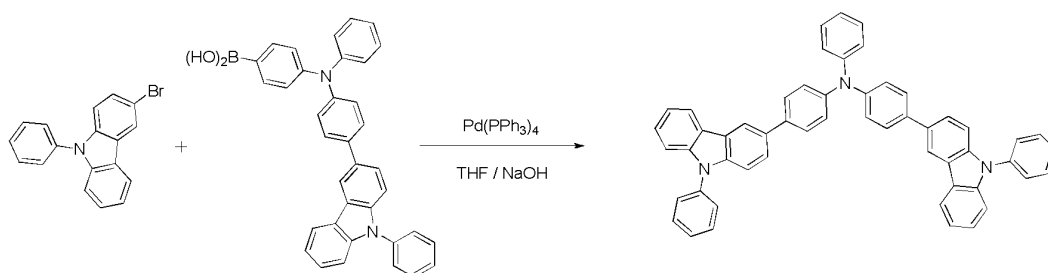
[0071] [실시예 7]

[0072] **Product 3 합성법 예시 :**



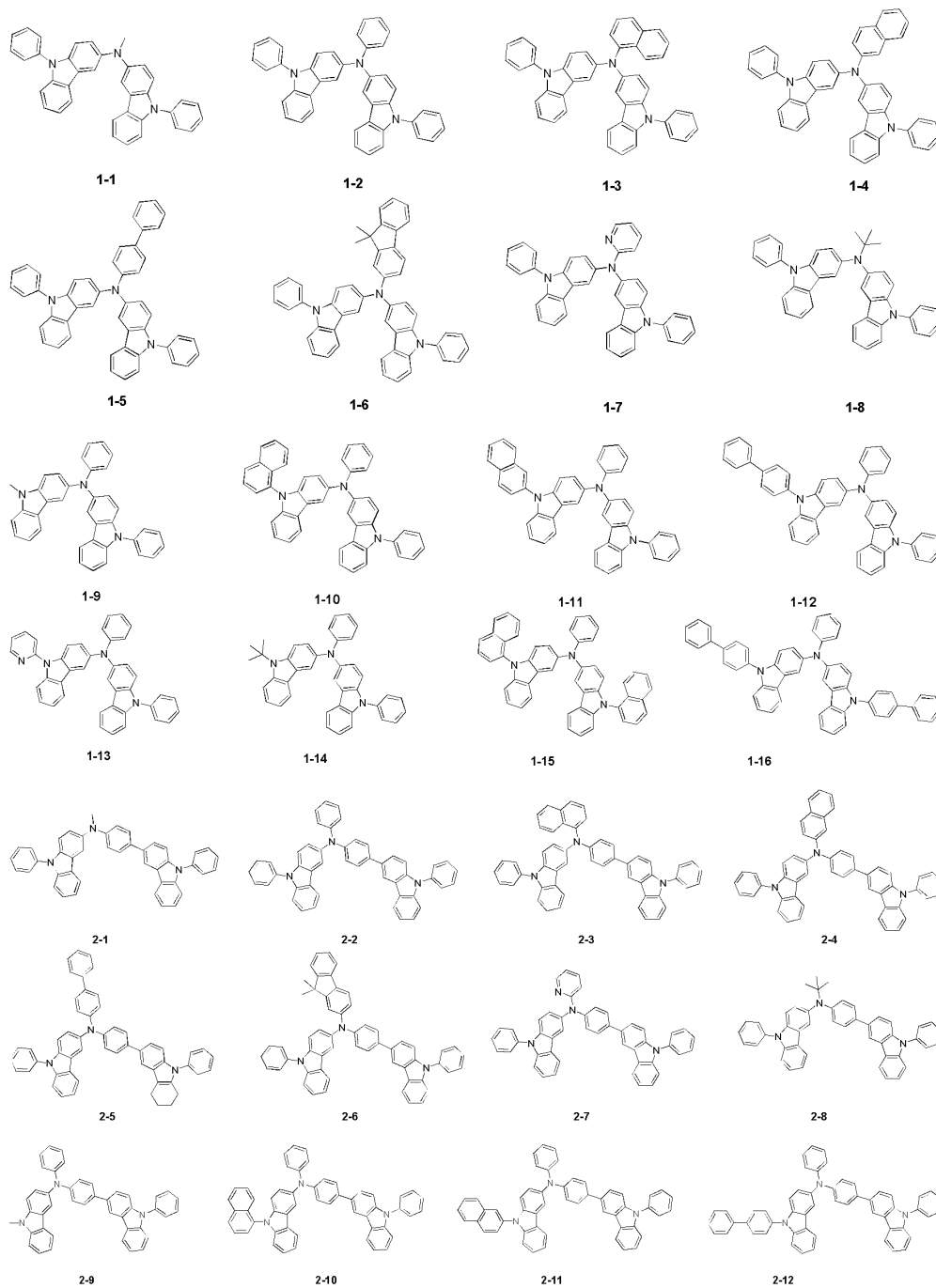
[0074] 둥근바닥플라스크에 Sub 1 화합물 (1당량)을 넣고, Sub 4 화합물 (1.1당량), Pd(PPh₃)₄ (0.05 mol%), NaOH (3 당량), THF (3 mL / 1 mmol), 물 (1.5 mL / 1 mmol)을 넣는다. 그런 후에 80℃~90℃ 상태에서 가열 환류 시킨다. 반응이 완료되면 상온에서 증류수를 넣어 희석시킨다. 그런 후에 메틸렌클로라이드와 물로 추출하고 유기층을 MgSO₄로 건조하여 농축한 후 생성된 화합물을 silicagel column 및 재결정하여 최종 생성물을 얻었다.

[0075] **Product 3-2 합성 예시**

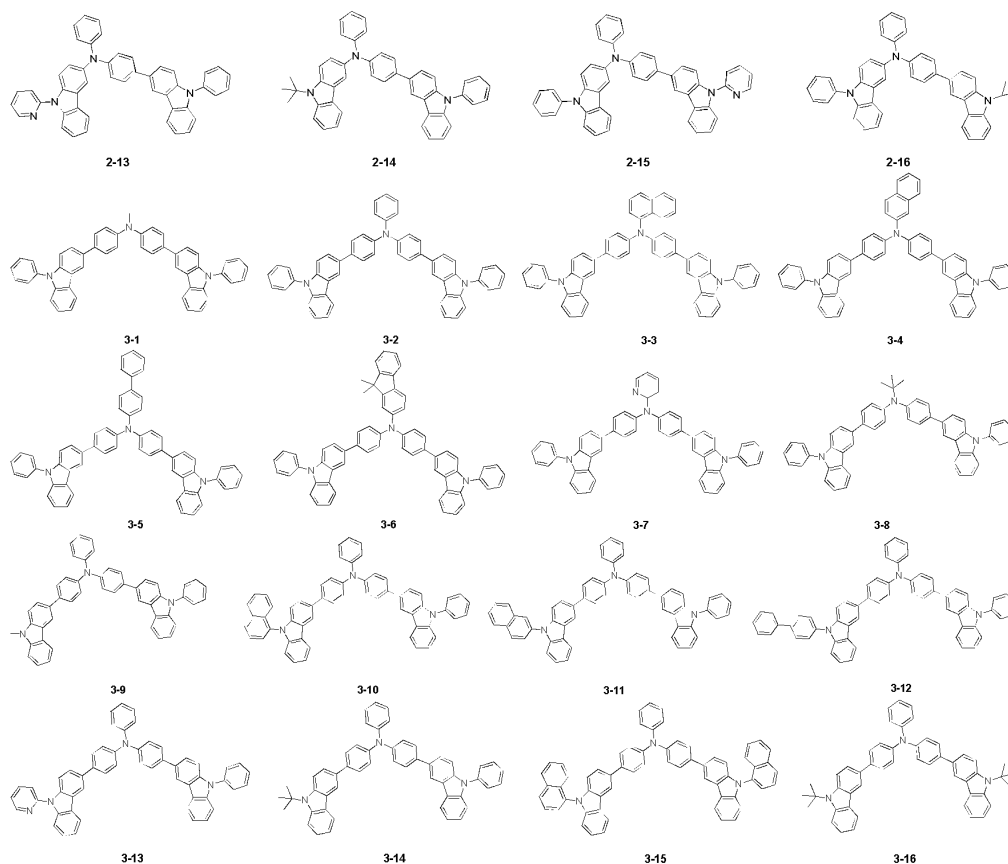


[0077] 둥근바닥플라스크에 3-bromo-9-phenyl-9H-carbazole (6.4g, 20mmol), 4-(phenyl(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)amino)phenylboronic acid (12.7g, 24mmol), Pd(PPh₃)₄ (0.03~0.05당량), NaOH (3당량), THF (3 mL / 1 mmol), 물 (1.5 mL / 1 mmol)을 넣는다. 그런 후에 80℃~90℃ 상태에서 가열 환류시킨다. 반응이 완료되면 상온에서 증류수를 넣어 희석시키고 메틸렌클로라이드와 물로 추출한다. 유기층을 MgSO₄로 건조하여 농축한 후 생성된 화합물을 silicagel column 및 재결정하여 생성물 9.3g (수율: 66%)을 얻었다.

[0078] 상기와 같은 방법에 의하여 하기의 구체적 화합물 1-1 내지 3-16을 제조할 수 있으며, 이러한 화합물들에 대한 질량분석표는 하기 표 2와 같다.



[0079]



[0080]

표 2

[0081]

화합물	FD-MS	화합물	FD-MS
1-1	m/z=513.22(C ₃₇ H ₂₇ N ₃ =513.63)	1-2	m/z=575.24(C ₄₂ H ₂₉ N ₃ =575.70)
1-3	m/z=625.25(C ₄₆ H ₃₁ N ₃ =625.76)	1-4	m/z=625.25(C ₄₆ H ₃₁ N ₃ =625.76)
1-5	m/z=651.27(C ₄₈ H ₃₃ N ₃ =651.80)	1-6	m/z=691.30(C ₅₁ H ₃₇ N ₃ =691.86)
1-7	m/z=576.23(C ₄₁ H ₂₈ N ₄ =576.69)	1-8	m/z=555.27(C ₄₀ H ₃₃ N ₃ =555.71)
1-9	m/z=513.22(C ₃₇ H ₂₇ N ₃ =513.63)	1-10	m/z=625.25(C ₄₆ H ₃₁ N ₃ =625.76)
1-11	m/z=625.25(C ₄₆ H ₃₁ N ₃ =625.76)	1-12	m/z=651.27(C ₄₈ H ₃₃ N ₃ =651.80)
1-13	m/z=576.23(C ₄₁ H ₂₈ N ₄ =576.69)	1-14	m/z=555.27(C ₄₀ H ₃₃ N ₃ =555.71)
1-15	m/z=675.27(C ₅₀ H ₃₃ N ₃ =675.82)	1-16	m/z=727.30(C ₅₄ H ₃₇ N ₃ =727.89)
2-1	m/z=589.25(C ₄₃ H ₃₁ N ₃ =589.73)	2-2	m/z=651.27(C ₄₈ H ₃₃ N ₃ =651.80)
2-3	m/z=701.28(C ₅₂ H ₃₅ N ₃ =701.85)	2-4	m/z=701.28(C ₅₂ H ₃₅ N ₃ =701.85)
2-5	m/z=727.30(C ₅₄ H ₃₇ N ₃ =727.89)	2-6	m/z=767.33(C ₅₇ H ₄₁ N ₃ =767.96)
2-7	m/z=652.26(C ₄₇ H ₃₂ N ₄ =652.78)	2-8	m/z=631.30(C ₄₆ H ₃₇ N ₃ =631.81)
2-9	m/z=589.25(C ₄₃ H ₃₁ N ₃ =589.73)	2-10	m/z=701.28(C ₅₂ H ₃₅ N ₃ =701.85)
2-11	m/z=701.28(C ₅₂ H ₃₅ N ₃ =701.85)	2-12	m/z=727.30(C ₅₄ H ₃₇ N ₃ =727.89)
2-13	m/z=652.26(C ₄₇ H ₃₂ N ₄ =652.78)	2-14	m/z=631.30(C ₄₆ H ₃₇ N ₃ =631.81)
2-15	m/z=652.26(C ₄₇ H ₃₂ N ₄ =652.78)	2-16	m/z=631.30(C ₄₆ H ₃₇ N ₃ =631.81)
3-1	m/z=665.28(C ₄₉ H ₃₅ N ₃ =665.80)	3-2	m/z=727.30(C ₅₄ H ₃₇ N ₃ =727.89)
3-3	m/z=777.31(C ₅₈ H ₃₉ N ₃ =777.95)	3-4	m/z=777.31(C ₅₈ H ₃₉ N ₃ =777.95)
3-5	m/z=803.33(C ₆₀ H ₄₁ N ₃ =803.99)	3-6	m/z=843.36(C ₆₃ H ₄₅ N ₃ =844.05)
3-7	m/z=728.29(C ₅₂ H ₃₆ N ₄ =728.88)	3-8	m/z=707.33(C ₅₂ H ₄₁ N ₃ =707.90)
3-9	m/z=665.28(C ₄₉ H ₃₅ N ₃ =665.80)	3-10	m/z=777.31(C ₅₈ H ₃₉ N ₃ =777.95)
3-11	m/z=777.31(C ₅₈ H ₃₉ N ₃ =777.95)	3-12	m/z=803.33(C ₆₀ H ₄₁ N ₃ =803.99)

3-13	m/z=728.29(C ₅₃ H ₃₆ N ₄ =728.88)	3-14	m/z=707.33(C ₅₂ H ₄₁ N ₃ =707.90)
3-15	m/z=827.33(C ₆₂ H ₄₁ N ₃ =828.01)	3-16	m/z=687.36(C ₅₀ H ₄₅ N ₃ =687.91)

- [0082] 이미 설명한 바와 같이, 화학식 1로 표시되는 화합물들의 각 치환기들은 광범위한 관계로, 대표적인 화합물들의 합성예를 예시적으로 설명하였으나, 합성예로 설명하지 않은 화학식 1로 표시되는 화합물들도 본 명세서의 일부를 구성할 수 있다.
- [0083] 또한, 상기와 같은 구조의 코어 구조에 다양한 치환기를 도입함으로써 도입된 치환기의 고유 특성을 갖는 화합물을 합성할 수 있다. 예컨대, 유기발광소자를 비롯한 유기전기소자의 제조시 사용되는 정공주입층 물질, 정공수송층 물질, 발광층 물질, 및 전자 수송층 물질에 사용되는 치환기를 상기 구조에 도입함으로써 각 유기물층에서 요구하는 조건들을 충족시키는 물질을 제조할 수 있다. 특히, 본 발명의 화합물은 단독으로 광효율 개선층(CPL: capping layer)으로 사용될 수 있다.
- [0084] 본 발명에 따른 화합물은 치환기의 종류 및 성질에 따라 유기전기발광소자에서 다양한 용도로 사용될 수 있다.
- [0085] 본 발명의 화합물은 코어와 치환체에 의해 조절이 자유롭기 때문에 광효율 개선층 이외에도 인광 또는 형광 발광층의 호스트 및 다양한 층으로 작용할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 유기전기소자는 전술한 화합물들을 이용하여 광효율 개선층 및 한층 이상의 유기물층을 형성하는 것을 제외하고는, 통상의 유기전기소자의 제조방법 및 재료에 의하여 제조될 수 있다.
- [0087] 본 발명의 화합물들을 광효율 개선층 이외에 유기전기발광소자의 다른 유기물층들, 예를 들어 발광층, 발광 보조층, 전자주입층, 전자수송층, 및 정공주입층에 사용된다라도 동일한 효과를 얻을 수 있을 것이다.
- [0088] 한편 본 발명의 화합물은 용액 공정(soluble process)에 사용될 수 있다. 다시 말해 상기 화합물을 용액 공정(soluble process)에 의해 후술할 유기전기소자의 유기물층을 형성하거나 광효율 개선층을 형성할 수 있다. 즉 상기 화합물을 광효율 개선층 또는/및 유기물층으로 사용할 때 유기물층은 다양한 고분자 소재를 사용하여 증착법이 아닌 용액 공정 또는 솔벤트 프로세스(solvent process), 예컨대 스핀 코팅, 딥 코팅, 닥터 블레이딩, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 또는 열 전사법 등의 방법에 의하여 더 적은 수의 층으로 제조될 수 있다.
- [0089] 본 발명의 화합물들이 사용될 수 있는 유기전기소자는 예를 들어, 유기전기발광소자(OLED), 유기태양전지, 유기감광체(OPC) 드럼, 유기트랜지스트(유기 TFT) 등이 있다.
- [0090] 본 발명의 화합물들이 적용될 수 있는 유기전기소자 중 일례로 유기전기발광소자(OLED)에 대하여 설명하나, 본 발명은 이에 제한되지 않고 다양한 유기전기소자에 적용될 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일 실시예는 제1 전극, 제2 전극, 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 유기물층, 및 광효율 개선층을 포함하는 유기전기소자에 있어서, 상기 광효율 개선층이 화학식 1로 표시되는 본 발명의 화합물을 포함하는 유기전기발광소자를 제공한다.
- [0092] 본 발명의 다른 실시예는 상기 광효율 개선층 및 상기 유기물층이 본 발명의 화합물을 포함하는 유기전기발광소자를 제공한다.
- [0093] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전기발광소자의 구조는 도 1 및 도 2에 도시되어 있으나 이들 구조에만 한정되는 것은 아니다.
- [0094] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전기발광소자는 기판(101, 201), 제1전극(양극)(102, 202), 유기물층, 제2전극(음극)(108, 208), 및 광효율 개선층(109, 209)을 포함하며, 상기 광효율 개선층(109, 209)은 제1전극 하부(BOTTOM EMISSION 방식) 또는/및 제2전극 상부(TOP EMISSION 방식)에 형성될 수 있다.
- [0095] 탑 에미션 방식의 경우, 발광층에서 형성된 빛이 캐소드쪽으로 방출되는데 캐소드쪽으로 방출되는 빛은 굴절률이 상대적으로 높은 유기물로 형성된 광효율 개선층(CPL)을 통과하면서 빛의 파장이 증폭되고 따라서 광효율이 상승하게 된다.
- [0096] 바텀 에미션(Bottom emission) 방식의 경우에도, 마찬가지로 원리에 의해 본 발명에 따른 광효율 개선층을 개재함에 따라 유기전기소자의 광효율이 향상된다.

- [0097] 물론, 광효율 개선층이 이러한 위치에만 형성될 수 있는 것은 아니다. 도 1 및 도 2에서는 각각 제 2전극 상부와 제 1전극 하부에 광효율 개선층이 형성된 예를 도시하였으나, 도 1에서 제 2전극 상부뿐만 아니라 제 1전극 하부에도 광효율 개선층이 형성될 수 있을 것이다.
- [0098] 한편, 도 1 및 도 2에서, 유기물층의 예시로 정공주입층(103), 정공수송층(104), 발광층(105), 전자수송층(106), 전자주입층(107)을 포함하지만, 이들 층 중 적어도 일 층이 생략될 수도 있다.
- [0099] 또한, 미도시하였지만, 이러한 유기전기발광소자는 정공의 이동을 저지하는 정공저지층(HBL), 전자의 이동을 저지하는 전자저지층(EBL), 발광을 돕거나 보조하는 발광보조층 및 보호층이 더 위치할 수도 있다. 보호층의 경우 최상위층에서 유기물층을 보호하거나 음극을 보호하도록 형성될 수 있다.
- [0100] 또한, 본 발명의 화합물은 광효율 개선층뿐만 아니라 정공주입층, 정공수송층, 발광층 및 전자수송층을 포함하는 유기물층 중 하나 이상에 포함될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전기발광소자는 스퍼터링(sputtering)이나 전자빔 증발(e-beam evaporation)과 같은 PVD(physical vapor deposition) 방법을 이용하여, 기판 상에 금속 또는 전도성을 가지는 금속 산화물 또는 이들의 합금을 증착시켜 양극을 형성하고, 그 위에 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층을 포함하는 유기물층을 형성한 후, 그 위에 음극으로 사용할 수 있는 물질을 증착시킴으로써 제조될 수 있다. 이때, 본 발명에 따른 광효율 개선층을 양극 하부 또는 음극 상부에 형성시킬 수 있다.
- [0102] 이와 같은 방법 외에도, 기판 상에 음극 물질부터 유기물층, 양극 물질을 차례로 증착시켜 유기전기소자를 만들 수도 있다. 상기 유기물층은 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층 등을 포함하는 다층 구조일 수도 있으나, 이에 한정되지 않고 단층 구조일 수 있다.
- [0103] 또한, 상기 유기물층 및 광효율 개선층은 다양한 고분자 소재를 사용하여 증착법이 아닌 용액 공정 또는 솔벤트 프로세스(solvent process), 예컨대 스핀 코팅, 딥 코팅, 닥터 블레이딩, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 또는 열 전사법 등의 방법에 의하여 더 적은 수의 층으로 제조할 수 있다.
- [0104] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전기발광소자는 위에서 설명한 화합물을 스핀 코팅(spin coating)이나 잉크젯(ink jet) 공정과 같은 용액 공정(soluble process)에 사용될 수도 있다.
- [0105] 기판은 유기전기발광소자의 지지체이며, 실리콘 웨이퍼, 석영 또는 유리판, 금속판, 플라스틱 필름이나 시트 등이 사용될 수 있다.
- [0106] 기판 위에는 양극이 위치된다. 이러한 양극은 그 위에 위치되는 정공주입층으로 정공을 주입한다. 양극 물질로는 통상 유기물층으로 정공주입이 원활할 수 있도록 일함수가 큰 물질일 수 있다. 본 발명에서 사용될 수 있는 양극 물질의 구체적인 예로는 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금과 같은 금속 또는 이들의 합금; 아연산화물, 인듐산화물, 인듐주석 산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO)과 같은 금속 산화물; ZnO:Al 또는 SnO₂:Sb와 같은 금속과 산화물의 조합; 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다. 예시적으로 본 발명의 양극(애노드)은 Ag를 포함하는 ITO(Ag는 박막으로 형성되어 있음)일 수 있다.
- [0107] 양극 위에는 정공주입층이 위치된다. 이러한 정공주입층의 물질로 요구되는 조건은 양극으로부터의 정공주입 효율이 높으며, 주입된 정공을 효율적으로 수송할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 이온화 포텐셜이 작고 가시광선에 대한 투명성이 높으며, 정공에 대한 안정성이 우수해야 한다.
- [0108] 정공주입 물질로는 낮은 전압에서 양극으로부터 정공을 잘 주입받을 수 있는 물질로서, 정공주입 물질의 HOMO(highest occupied molecular orbital)가 양극 물질의 일함수와 주변 유기물층의 HOMO 사이일 수 있다. 정공주입 물질의 구체적인 예로는 금속 포르피린(porphyrine), 올리고티오펜, 아릴아민 계열의 유기물, 헥사니트릴 헥사아자트리페닐렌, 퀴나크리돈(quinacridone) 계열의 유기물, 페릴렌(perylene) 계열의 유기물, 안트라퀴논 및 폴리아닐린과 폴리티오펜 계열의 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0109] 상기 정공주입층 위에는 정공수송층이 위치된다. 이러한 정공수송층은 정공주입층으로부터 정공을 전달받아 그 위에 위치되는 유기발광층으로 수송하는 역할을 하며, 높은 정공 이동도와 정공에 대한 안정성 및 전자를 막아주는 역할을 한다. 이러한 일반적 요구 이외에 차체 표시용으로 응용할 경우 소자에 대한 내열성이 요구되며, 유리 전이 온도(Tg)가 70 °C 이상의 값을 갖는 재료일 수 있다.
- [0110] 이와 같은 조건을 만족하는 물질들로는 NPD(혹은 NPB라 함), 스피로-아릴아민계화합물, 페릴렌-아릴아민계화

합물, 아자시클로헥타트리엔화합물, 비스(디페닐비닐페닐)안트라센, 실리콘게르마늄옥사이드화합물, 실리콘계 아릴아민화합물 등이 될 수 있다.

- [0111] 정공수송층 위에는 유기발광층이 위치된다. 이러한 유기발광층은 양극과 음극으로부터 각각 주입된 정공과 전자가 재결합하여 발광을 하는 층이며, 양자효율이 높은 물질로 이루어져 있다. 발광 물질로는 정공수송층과 전자수송층으로부터 정공과 전자를 각각 수송받아 결합시킴으로써 가시광선 영역의 빛을 낼 수 있는 물질로서, 형광이나 인광에 대한 양자효율이 좋은 물질일 수 있다.
- [0112] 이와 같은 조건을 만족하는 물질 또는 화합물로는 녹색의 경우 Alq₃가, 청색의 경우 Balq(8-hydroxyquinoline beryllium salt), DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylethenyl)-1,1'-biphenyl) 계열, 스피로(Spiro) 물질, 스피로-DPVBi(Spiro-4,4'-bis(2,2-diphenylethenyl)-1,1'-biphenyl), LiPBO(2-(2-benzoxazolyl)-phenolithium salt), 비스(디페닐비닐페닐비닐)벤젠, 알루미늄-퀴놀린 금속착체, 이미다졸, 티아졸 및 옥사졸의 금속착체 등이 있으며, 청색 발광 효율을 높이기 위해 페틸렌, 및 BczVBi(3,3'[(1,1'-biphenyl)-4,4'-diyl]di-2,1-ethenediyl)bis(9-ethyl)-9H-carbazole; DSA(distyrlamine)류를 소량 도핑하여 사용할 수 있다. 적색의 경우는 녹색 발광 물질에 DCJTB([2-(1,1-dimethylethyl)-6-[2-(2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-ylidene]-propanedinitrile)와 같은 물질을 소량 도핑하여 사용할 수 있다.
- [0113] 잉크젯프린팅, 롤코팅, 스펀코팅 등의 공정을 사용하여 발광층을 형성할 경우에, 폴리페닐렌비닐렌(PPV) 계통의 고분자나 폴리 플루오렌(poly fluorene) 등의 고분자를 유기발광층에 사용할 수 있다.
- [0114] 유기발광층 위에는 전자수송층이 위치된다. 이러한 전자수송층은 그 위에 위치되는 음극으로부터 전자주입 효율이 높고 주입된 전자를 효율적으로 수송할 수 있는 물질이 필요하다. 이를 위해서는 전자 친화력과 전자 이동속도가 크고 전자에 대한 안정성이 우수한 물질로 이루어져야 한다.
- [0115] 이와 같은 조건을 충족시키는 전자수송 물질로는 구체적인 예로 8-히드록시퀴놀린의 Al 착물; Alq₃를 포함한 착물; 유기 라디칼 화합물; 히드록시플라본-금속 착물 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [0116] 전자수송층 위에는 전자주입층이 적층된다. 전자주입층은 Balq, Alq₃, Be(bq)₂, Zn(BTZ)₂, Zn(phq)₂, PBD, spiro-PBD, TPBI, Tf-6P 등과 같은 금속착체화합물, imidazole ring 을 갖는 aromatic 화합물이나 boron화합물 등을 포함하는 저분자 물질을 이용하여 제작할 수 있다. 이때, 전자주입층은 100Å ~ 300Å의 두께 범위에서 형성될 수 있다.
- [0117] 전자주입층 위에는 음극이 위치된다. 이러한 음극은 전자를 주입하는 역할을 한다. 음극으로 사용하는 재료는 양극에 사용된 재료를 이용하는 것이 가능하며, 효율적인 전자주입을 위해서는 일 함수가 낮은 금속일 수 있다. 특히 주석, 마그네슘, 인듐, 칼슘, 나트륨, 리튬, 알루미늄, 은 등의 적당한 금속, 또는 그들의 적절한 합금이 사용될 수 있다. 또한 100 μm 이하 두께의 리튬플루오라이드와 알루미늄, 산화리튬과 알루미늄, 스트론튬산화물과 알루미늄 등의 2 층 구조의 전극도 사용될 수 있다.
- [0118] 예시적으로, 본 발명에 따른 음극(캐소드)은 Mg-Ag로 형성될 수 있으며, 이때 Ag는 캐소드의 약 5~15중량% 정도 사용될 수 있다.
- [0119] 예시적으로, 상기 유기물층이 R, G, B 화소별로 패터닝되어 있는 경우, 광효율 개선층은 상기 R, G, B 화소에 대하여 공통층으로 형성될 수 있다.
- [0120] 또한, 상기 유기물층은 R, G, B 화소별로 패터닝되어 있는 경우, 광효율 개선층은, 상기 유기물층의 R, G, B 화소에 대하여 R 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층 R과, 상기 G 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층 G와, 상기 B 화소에 대응되는 영역에 형성된 광효율 개선층 B 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0121] 본 발명에 따른 유기전기발광소자는 사용되는 재료에 따라 전면 발광형, 후면 발광형 또는 양면 발광형일 수 있다.
- [0122] 한편 본 발명은, 위에서 설명한 유기전기소자를 포함하는 디스플레이장치와, 이 디스플레이장치를 구동하는 제어부를 포함하는 단말을 포함한다. 이 단말은 현재 또는 장래의 유무선 통신단말을 의미한다. 이상에서 기술한 본 발명에 따른 단말은 휴대폰 등의 이동 통신 단말기일 수 있으며, PDA, 전자사전, PMP, 리모콘, 네비게이션, 게임기, 각종 TV, 각종 컴퓨터 등 모든 단말을 포함한다.

[0123] 본 발명에 따른 화합물이 적용된 광효율 개선층에 대한 소자특성을 평가하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다.

[0124] **유기전기소자의 제조평가**

[0125] 양극과 음극의 한 쌍의 전극을 포함하는 소자에 Mg:Ag 음극 상에 형성되는 capping 층으로, 화학식 (1)의 화합물을 포함하는 유기 전계발광 소자에 대한 제조예를 설명한다. 다만, 양극과 음극의 한 쌍의 전극을 포함하는 소자에 Mg:Ag 음극 다음에 쓰이는 capping 층으로, 화학식 (1)의 화합물을 포함하는 유기 전계발광 소자의 수가 많기 때문에 일부만을 예시적으로 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자, 즉 당업자라면 아래에서 설명한 제조예들을 통해 예시하지 않은 본 발명에 속하는 화학식 (1)의 화합물을 포함하는 유기 전계발광소자를 제조할 수 있다.

[0126] **실험예 1: 블루 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0127] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA: 4,4', 4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 BD-052X(Idemitsu사)가 7% 도핑된 발광층 (이때, BD-052X는 청색 형광 도펀트이고, 발광 호스트 물질로는 9,10-다이(나프탈렌-2-안트라센(AND)), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 본 발명에 따른 카바졸 유도체를 60nm 두께로 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0128] **실험예 2: 그린 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0129] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4', 4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 C-545T가 도핑된 발광층(C-545T: 2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H,11H-10-(2-벤조티아졸릴)퀴놀리지노-[9,9a,1gh]쿠마린), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 본 발명에 따른 카바졸 유도체를 60nm 두께로 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0130] **실험예 3: 레드 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0131] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4', 4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 DCJTb가 도핑된 발광층(DCJTb: (E)-2-(2-티부틸-6-(2-(1,1,7,7-테트라메틸-1,2,3,5,6,7-헥사하이드로피리도[3,2,1-ij]퀴놀린-9-yl)비닐)-4H-파이란-4-일디엔)말로노나이트릴), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 본 발명에 따른 카바졸 유도체를 60nm 두께로 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0132] **비교예 1: 블루 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0133] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA: 4,4', 4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 BD-052X(Idemitsu사)가 7% 도핑된 발광층 (이때, BD-052X는 청색 형광 도펀트이고, 발광 호스트 물질로는 9,10-다이(나프탈렌-2-안트라센(AND)), 25nm의 전자수송

층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 60nm의 Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄을 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0134] **비교예 2: 그린 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0135] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4',4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 C-545T가 도핑된 발광층(C-545T: 2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H,11H-10-(2-벤조티아졸릴)퀴놀리지노-[9,9a,1gh]쿠마린), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 60nm의 Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄을 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다

[0136] **비교예 3: 레드 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0137] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4',4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 DCJT가 도핑된 발광층(DCJT: (E)-2-(2-티부틸-6-(2-(1,1,7,7-테트라메틸-1,2,3,5,6,7-헥사하이드로피리도[3,2,1-ij]퀴놀린-9-yl)비닐)-4H-파이란-4-일디엔)말로노나이트릴), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 60nm의 Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄을 증착하여 capping층을 성막시켜 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0138] **비교예 4: 블루 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0139] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA: 4,4',4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 BD-052X(Idemitsu사)가 7% 도핑된 발광층 (이때, BD-052X는 청색 형광 도펀트이고, 발광 호스트 물질로는 9,10-다이(나프탈렌-2-안트라센(AND)), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 capping층 없이 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0140] **비교예 5: 그린 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0141] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4',4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 C-545T가 도핑된 발광층(C-545T: 2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H,11H-10-(2-벤조티아졸릴)퀴놀리지노-[9,9a,1gh]쿠마린), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 capping층 없이 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0142] **비교예 6: 레드 유기 발광 소자의 제작 및 시험**

[0143] 10mm x 10mm x 1mm의 유리 기판상에 Ag를 포함하는 반사막 ITO기판으로 준비하고 그 위에 60nm의 정공주입층으로 (2-TNATA : 4,4',4"-트리스(N-2(2-나프틸)-N-페닐-아미노)트리페닐아민), 30nm의 정공수송층 (NPB:4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐), 45nm의 Alq3와 DCJT가 도핑된 발광층(DCJT: (E)-2-(2-티부틸-6-(2-(1,1,7,7-테트라메틸-1,2,3,5,6,7-헥사하이드로피리도[3,2,1-ij]퀴놀린-9-yl)비닐)-4H-파이란-4-일디엔)말로노나이트릴), 25nm의 전자수송층(Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄), 1nm의 전자주입층(LiF) 및 150nm의 알루미늄 음극을 순차적으로 증착시킨 후 60nm의 Alq3:트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄을 증착하여

후 capping층 없이 유기 전계발광 소자를 제작하였다.

[0144] 본 발명에 따른 실험에 및 비교예에 대하여 구동전압, 전류밀도, 휘도, 수명 및 색좌표를 측정한 결과는 하기 표 3과 같다.

표 3

Color		Capping layer	Voltage	Current Density	Brightness (cd/m ²)	Efficiency	Lifetime T(90)	CIE (x, y)
R	비교예 (6)	-	6.7	6.8	300.0	4.4	51.2	(0.610,0.395)
	비교예 (3)	Alq ₃	6.6	5.3	300.0	5.6	58.0	(0.610,0.385)
	실험예 (3-1)	화합물 (1-2)	6.5	5.0	300.0	6.0	59.3	(0.610,0.375)
	실험예 (3-2)	화합물 (2-2)	6.6	5.1	300.0	5.9	59.8	(0.610,0.380)
	실험예 (3-3)	화합물 (3-2)	6.5	4.5	300.0	6.6	59.2	(0.610,0.370)
G	비교예 (5)	-	6.4	7.3	300.0	4.1	60.8	(0.340,0.615)
	비교예 (2)	Alq ₃	6.3	5.6	300.0	5.4	62.7	(0.335,0.610)
	실험예 (2-1)	화합물 (1-2)	6.3	4.9	300.0	6.1	61.1	(0.325,0.605)
	실험예 (2-2)	화합물 (2-2)	6.4	5.0	300.0	6.0	61.9	(0.335,0.610)
	실험예 (2-3)	화합물 (3-2)	6.4	4.3	300.0	7.0	61.9	(0.335,0.600)
B	비교예 (4)	-	6.6	7.5	300.0	4.7	57.4	(0.150,0.150)
	비교예 (1)	Alq ₃	6.6	5.6	300.0	5.4	58.7	(0.150,0.145)
	실험예 (1-1)	화합물 (1-2)	6.5	4.9	300.0	6.2	59.4	(0.150,0.140)
	실험예 (1-2)	화합물 (2-2)	6.5	4.6	300.0	6.6	59.5	(0.145,0.140)
	실험예 (1-3)	화합물 (3-2)	6.5	4.3	300.0	7.0	59.0	(0.150,0.130)

[0145]

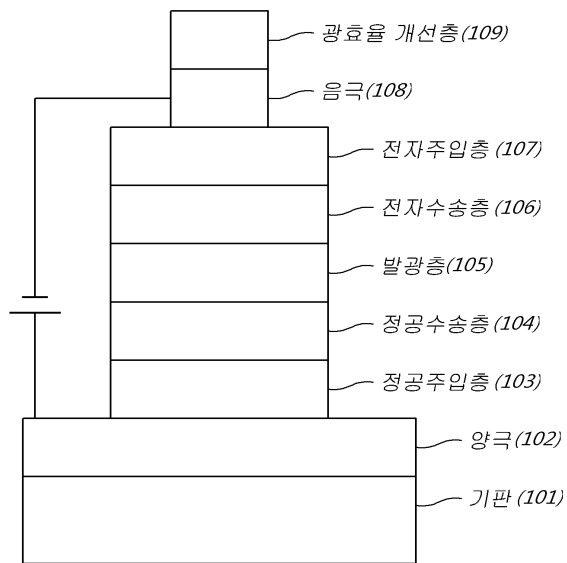
[0146] 상기 표 3의 결과로부터 알 수 있듯이, 본 발명의 유기전계발광소자용 재료를 광효율개선층(capping layer)로 사용한 유기전계발광소자는 높은 색순도 및 발광효율, 수명을 현저히 개선시킬 수 있다. 광효율개선층(capping layer)이 있는 소자와 없는 소자의 결과를 보면 광효율개선층(capping layer)으로 색순도 및 효율을 상승시킬 수 있음을 확인 할 수 있으며, 광효율개선층(capping layer)이 Alq₃ 일 때보다 본 발명의 재료를 사용하였을 시 색순도 및 효율, 수명이 현저히 개선됨을 알 수 있다.

[0147] 본 발명의 화합물들을 유기전계발광소자의 다른 유기물층들, 예를 들어 발광 보조층, 전자주입층, 전자수송층, 및 정공주입층에 사용되더라도 동일한 효과를 얻을 수 있는 것은 자명하다.

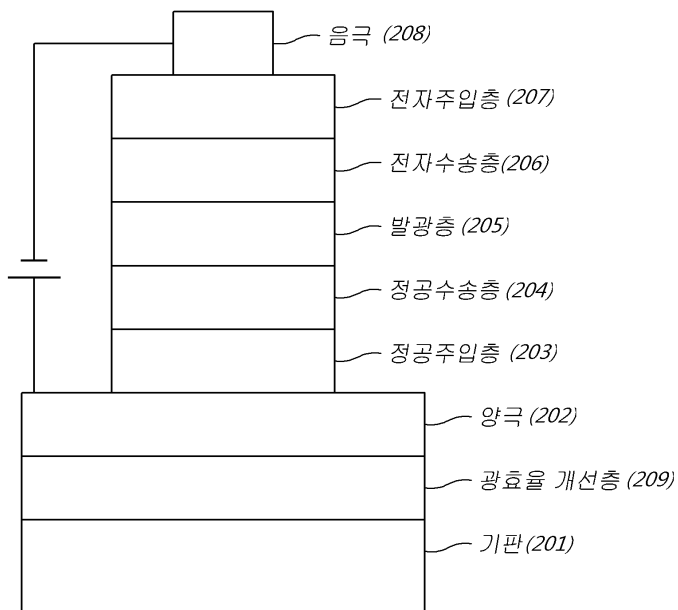
[0148] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시 예들은 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니라 설명 하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 사상과 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술은 본 발명의 권리범위에 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



专利名称(译)	标题：包括光效改进层的有机电子器件，包含其的电子器件和有机电子器件		
公开(公告)号	KR101181281B1	公开(公告)日	2012-09-10
申请号	KR1020120025433	申请日	2012-03-13
申请(专利权)人(译)	德山高新金属制品有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	德山高新金属制品有限公司		
[标]发明人	KIM DONG HA 김동하 LEE SUN HEE 이선희 PARK SEONG JE 박성제 HWANG SUN PIL 황선필 KIM EUN KYUNG 김은경 YEO SEUNG WON 여승원 LEE HAK YOUNG 이학영 MUN SOUNG YUN 문성운 LEE BUM SUNG 이범성 CHOI DAE HYUK 최대혁 PARK JUNG HWAN 박정환		
发明人	김동하 이선희 박성제 황선필 김은경 여승원 이학영 문성운 이범성 최대혁 박정환		
IPC分类号	C09K11/06 C09K H01L51/00 H01L		
CPC分类号	C09K2211/1011 H05B33/10 C09K2211/1029 H01L51/0061 H01L51/5281 H01L51/0052 H01L51/0072 C09K2211/1007 C09K2211/1014 H01L51/0067 H01L51/00 Y02E10/549 C09K11/06 H01L51/5265 H01L51/006 H01L51/5206 H01L51/5234 H01L51/5262		
代理人(译)	KIM , EUN GU		
外部链接	Espacenet		
摘要(译)			

用途：提供有机电子器件，包括其的电子器件，以及用于其中的有机电子器件的化合物，以提高发光效率，色纯度和寿命。组成：阳极（102）形成在基板（101）上。在阳极上依次形成空穴注入层（103），空穴传输层（104）和发光层（105）。在发光层上形成电子传输层（106）。在电子传输层上形成电子注入层（107）。在电子注入层上形成阴极（108）。在阴极上形成光效改进层（109）。

