



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0106130
(43) 공개일자 2008년12월04일

(51) Int. Cl.

C09K 11/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0051214

(22) 출원일자 2008년05월30일

심사청구일자 2008년05월30일

(30) 우선권주장

1020070052635 2007년05월30일 대한민국(KR)

(뒷면에 계속)

(71) 출원인

제일모직주식회사

경상북도 구미시 공단동 290

(72) 발명자

정호국

인천 부평구 갈산동 동남아파트 2동 401호

강의수

경기 안양시 동안구 부림동 평촌샤르망오피스텔
1동 512호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 26 항

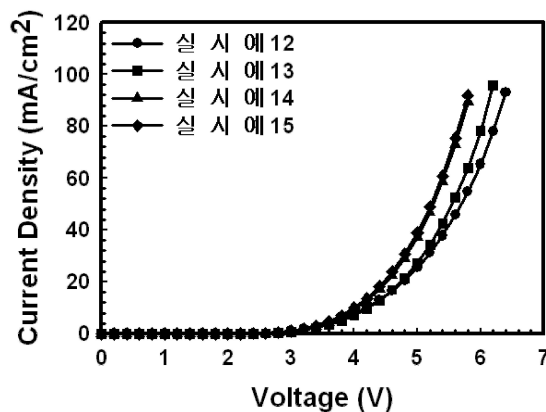
(54) 유기 광전 소자 및 이에 사용되는 재료

(57) 요약

본 발명은 유기 광전 소자 및 이에 사용되는 재료에 관한 것이다. 상기 유기 광전 소자는 기판; 상기 기판에 형성된 양극; 상기 양극에 형성된 정공수송층; 상기 정공수송층 상에 형성된 발광층; 및 상기 발광층 상에 형성된 음극을 포함한다. 상기 발광층은 호스트와 인광 도펀트(dopant)를 포함하고, 상기 호스트의 환원전위(reduction potential) 또는 산화전위(oxidation potential)와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만인 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 유기 광전 소자는 종래의 유기 광전 소자에 비해 고효율과 저전압 구동이 가능하면서도 간단한 구조를 가지므로 생산 단가를 절감할 수 있다.

대표도 - 도16a



(72) 발명자

강명순

경기 수원시 영통구 매탄4동 810-4 매탄성일아파트
206동 705호

박진성

경기 안양시 동안구 관양동 1595번지 세방글로벌시
티 1212호

유은선

경기 안양시 동안구 비산3동 1039-1 지송빌라 202
호

허달호

경기 수원시 권선구 권선동 삼성아파트 5동 103호

채미영

경기 용인시 수지구 동천동 동천마을 현대2차홈타
운 203동 1803호

권장혁

경기 수원시 장안구 화서동 650 화서주공아파트
411동 1805호

장진

서울특별시 서초구 잠원동 5번지 신반포아파트 30
2동 908호

박태진

서울 동대문구 회기동 103-193번지 경희대학교 정
보디스플레이학과

전우식

서울특별시 동대문구 이문2동 291-29 아정오피스텔
103호

(30) 우선권주장

1020070052637 2007년05월30일 대한민국(KR)

1020070063876 2007년06월27일 대한민국(KR)

특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관에 형성된 양극; 상기 양극에 형성된 정공수송층;

상기 정공수송층 상에 형성된 발광층; 및

상기 발광층 상에 형성된 음극을 포함하며,

상기 발광층은 호스트와 인광 도펀트(dopant)를 포함하고, 상기 호스트의 환원전위(reduction potential) 또는 산화전위(oxidation potential)와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만인 유기 광전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.4eV 이하인 유기 광전 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.2eV 이하인 유기 광전 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 호스트의 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태와의 에너지 차이가 0.3 eV 이하인 유기 광전 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화학식 1 또는 2로 표현되는 유기 금속 착체 화합물인 유기 광전 소자:

[화학식 1]

ML

[화학식 2]

ML₁L₂

상기 식에서 M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고, 상기 L, L₁ 및 L₂는 서로 독립적으로 리간드(ligand)임.

청구항 6

제5항에 있어서,

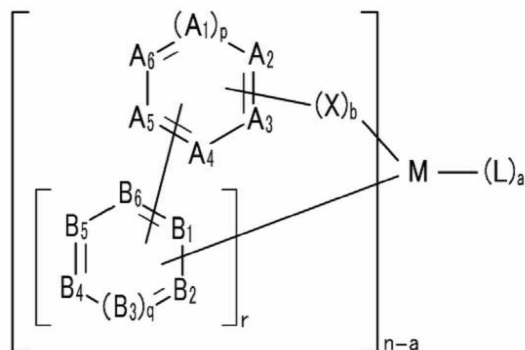
상기 화학식 2의 리간드 L₁ 과 L₂는 서로 상이한 것인 유기 광전 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화학식 3으로 표시되는 유기 금속 착체 화합물인 것인 유기 광전 소자:

[화학식 3]



상기 식에서

A₁ 내지 A₆는 각각 독립적으로 CR₁R₂이고(여기서 R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 수소; 할로겐; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나는 서로 인접하지 않는 A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

B₁ 내지 B₆는 각각 독립적으로 CR₃R₄ 또는 NR₅이고(여기서 R₃, R₄ 및 R₅는 각각 독립적으로 수소; 할로겐; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅는 서로 인접하지 않는 B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

또는 상기 A₁ 내지 A₆중 적어도 하나의 R₁ 및 R₂ 중 하나와 B₁ 내지 B₆의 R₃, R₄ 및 R₅중 적어도 하나는 함께 융합 링을 형성할 수 있고,

p, q 및 r은 각각 0 내지 1의 정수이고

L은 OR₆, 및 OSiR₇R₈으로 이루어진 군에서 선택되고(여기서 R₆, R₇, 및 R₈는 서로 독립적으로 아릴, 알킬 치환된 아릴, 아릴아민, 사이클로알킬기, 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되고),

M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고,

X는 산소 또는 황이고,

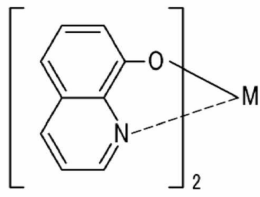
n은 금속의 가수를 나타내며 a와 b는 각각 0 또는 1을 나타냄.

청구항 8

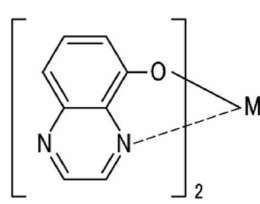
제7항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화학식 5 내지 36으로 표시되는 유기 금속 착체 화합물, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인 유기 광전 소자:

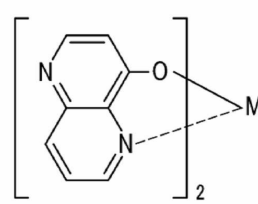
[화학식 5]



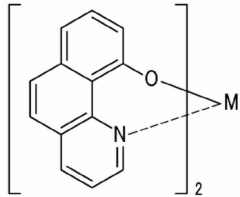
[화학식 6]



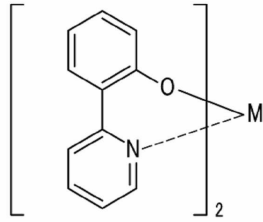
[화학식 7]



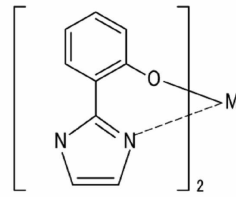
[화학식 8]



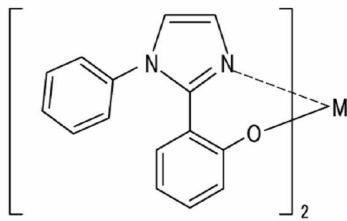
[화학식 9]



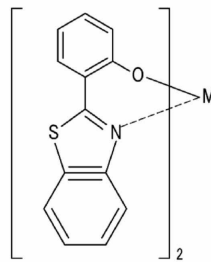
[화학식 10]



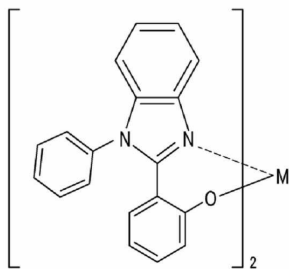
[화학식 11]



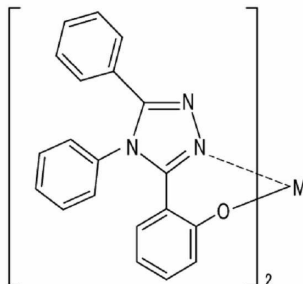
[화학식 12]



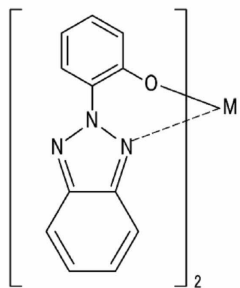
[화학식 13]



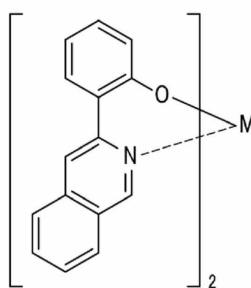
[화학식 14]



[화학식 15]

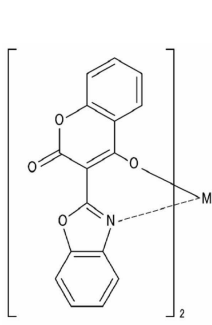


[화학식 16]

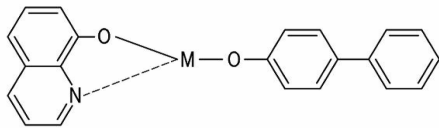


[화학식 17]

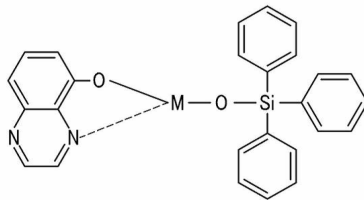
[화학식 18]



[화학식 19]

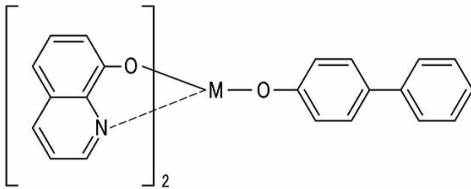


[화학식 20]

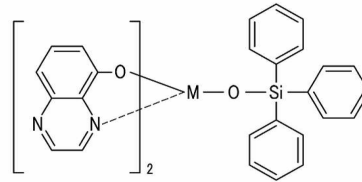


[화학식 21]

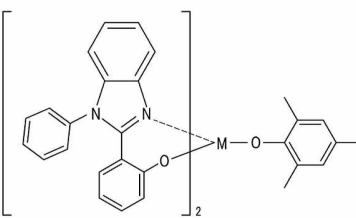
[화학식 22]



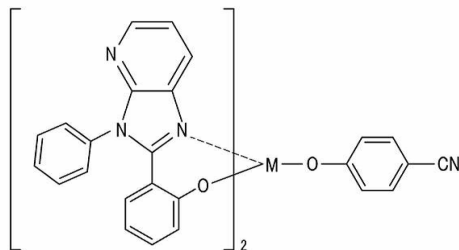
[화학식 23]



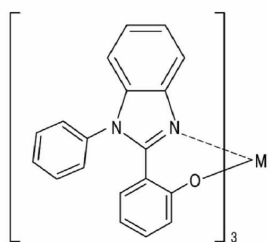
[화학식 24]



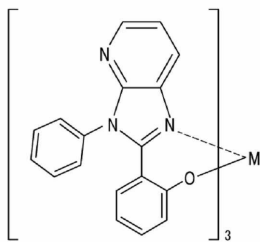
[화학식 25]



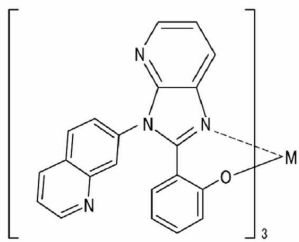
[화학식 26]



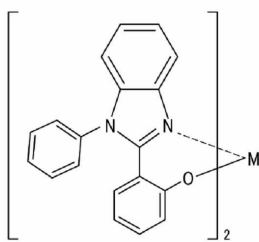
[화학식 27]



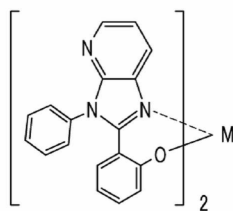
[화학식 28]



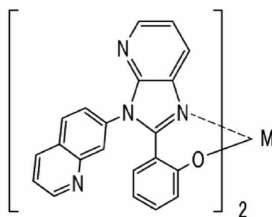
[화학식 29]



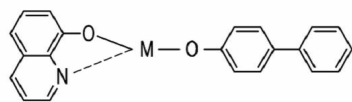
[화학식 30]



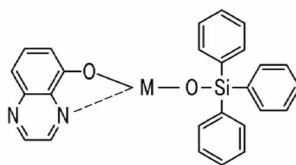
[화학식 31]



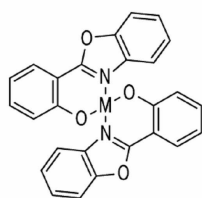
[화학식 32]



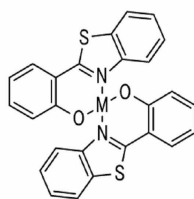
[화학식 33]



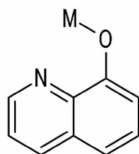
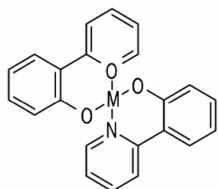
[화학식 34]



[화학식 35]



[화학식 36]



상기 식에서 M은 가수에 따라 결정되며, Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택됨.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 호스트의 형광 양자수율은 0.01 이상인 것인 유기 광전 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 호스트의 형광 양자수율은 0.1 이상인 것인 유기 광전 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 20 중량%로 발광층에 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 5 중량%로 발광층에 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 5 중량%로 발광층에 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 1 중량%로 발광층에 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 호스트는 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전하이동도를 갖는 유기 금속 착체 화합물인 유기 광전 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 발광층 상에 형성된 정공저지층 또는 전자수송층을 더 포함하는 것인 유기 광전 소자.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 발광층 상에 형성된 정공저지층; 및

상기 정공저지층 상에 형성된 전자수송층을 더 포함하는 것인 유기 광전 소자.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 정공저지층 또는 전자수송층은 발광층의 호스트 재료로 형성되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 Ir, Pt, Tb, Eu, Os, Ti, Zr, Hf, 및 Tm로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의를 포함하는 것인 유기 광전 소자.

청구항 20

기판;

상기 기판에 형성된 양극; 상기 양극에 형성된 정공수송층;

상기 정공수송층 상에 형성된 발광층; 및

상기 발광층 상에 형성된 음극을 포함하며,

상기 발광층은 호스트와 인광 도펀트(dopant)를 포함하고, 상기 호스트의 환원전위(reduction potential) 또는 산화전위(oxidation potential)와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.4eV 이하이고,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 3 중량% 이하로 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 1 중량%로 발광층에 함유되는 것인 유기 광전 소자.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 호스트의 형광 양자수율은 0.01 이상인 것인 유기 광전 소자.

청구항 23

제22항에 있어서,

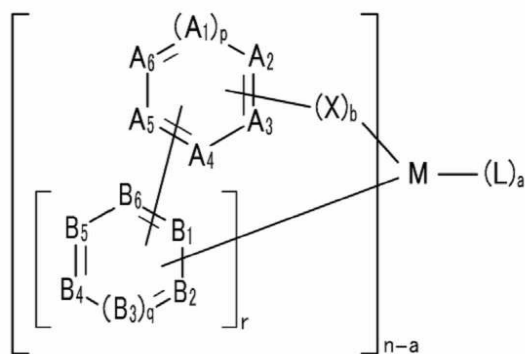
상기 호스트의 형광 양자수율은 0.1 이상인 것인 유기 광전 소자.

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화학식 3으로 표시되는 유기 금속 착체 화합물인 것인 유기 광전 소자:

[화학식 3]



상기 식에서

A₁ 내지 A₆는 각각 독립적으로 CR₁R₂이고(여기서 R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나는 서로 인접하지 않는 A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

B₁ 내지 B₆는 각각 독립적으로 CR₃R₄ 또는 NR₅이고(여기서 R₃, R₄ 및 R₅는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅는 서로 인접하지 않는 B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

또는 상기 A₁ 내지 A₆중 적어도 하나의 R₁ 및 R₂ 중 하나와 B₁ 내지 B₆의 R₃, R₄ 및 R₅중 적어도 하나는 함께 융합 링을 형성할 수 있고,

p, q 및 r은 각각 0 내지 1의 정수이고

L은 OR₆, 및 OSiR₇R₈으로 이루어진 군에서 선택되고(여기서 R₆, R₇, 및 R₈는 서로 독립적으로 아릴, 알킬 치환된 아릴, 아릴아민, 사이클로알킬기, 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되고),

M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고,

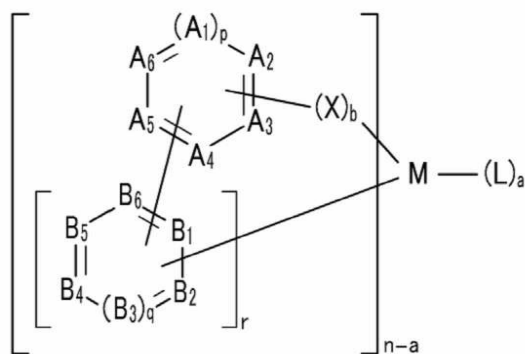
X는 산소 또는 황이고,

n은 금속의 가수를 나타내며 a와 b는 각각 0 또는 1을 나타냄.

청구항 25

하기 화학식 3으로 표시되는 유기 광전 소자의 발광층 재료로 사용되는 유기 금속 착체 화합물:

[화학식 3]



상기 식에서

A₁ 내지 A₆는 각각 독립적으로 CR₁R₂이고(여기서 R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아마이드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나는 서로 인접하지 않는 A₁ 내지 A₆의 R₁ 및 R₂의 적어도 하나와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

B₁ 내지 B₆는 각각 독립적으로 CR₃R₄ 또는 NR₅이고(여기서 R₃, R₄ 및 R₅는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아마이드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅는 서로 인접하지 않는 B₁ 내지 B₆의 R₃ 및 R₄의 적어도 하나 및 R₅와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

또는 상기 A₁ 내지 A₆중 적어도 하나의 R₁ 및 R₂ 중 하나와 B₁ 내지 B₆의 R₃, R₄ 및 R₅중 적어도 하나는 함께 융합 링을 형성할 수 있고,

p, q 및 r은 각각 0 내지 1의 정수이고

L은 OR₆, 및 OSiR₇R₈으로 이루어진 군에서 선택되고(여기서 R₆, R₇, 및 R₈는 서로 독립적으로 아릴, 알킬, 치환된 아릴, 아릴아민, 사이클로알킬기, 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되고),

M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고,

X는 산소 또는 황이고,

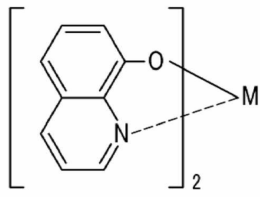
n은 금속의 가수를 나타내며 a와 b는 각각 0 또는 1을 나타냄.

청구항 26

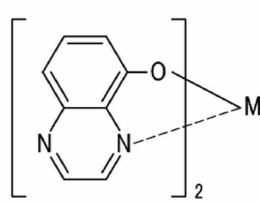
제25항에 있어서,

상기 유기 금속 착체 화합물은 하기 화학식 5 내지 36으로 표시되는 유기 금속 착체 화합물, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인 유기 금속 착체 화합물:

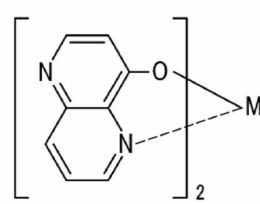
[화학식 5]



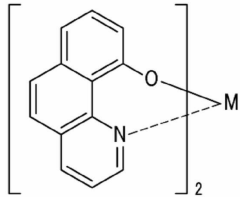
[화학식 6]



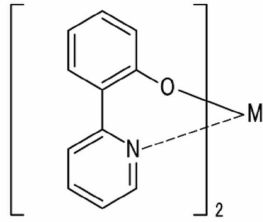
[화학식 7]



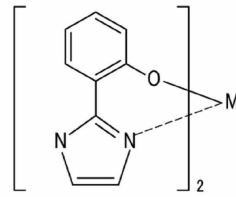
[화학식 8]



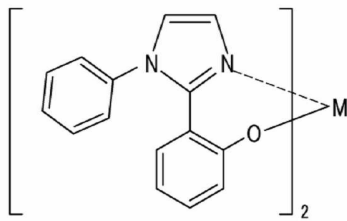
[화학식 9]



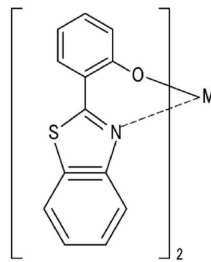
[화학식 10]



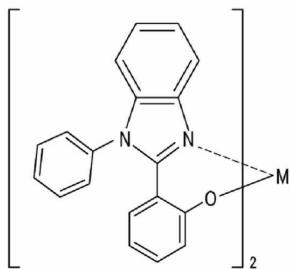
[화학식 11]



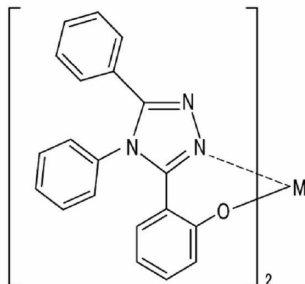
[화학식 12]



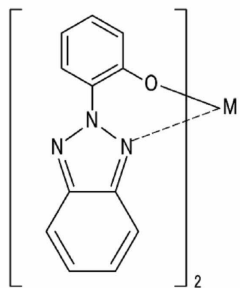
[화학식 13]



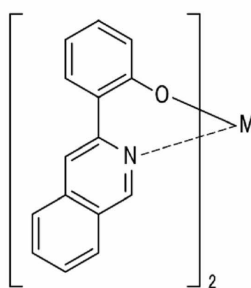
[화학식 14]



[화학식 15]

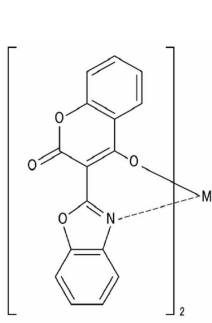


[화학식 16]

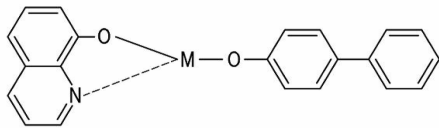


[화학식 17]

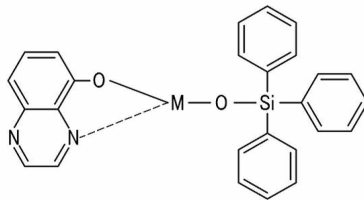
[화학식 18]



[화학식 19]

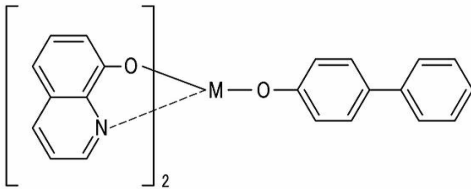


[화학식 20]

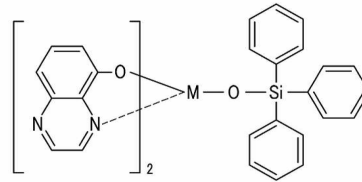


[화학식 21]

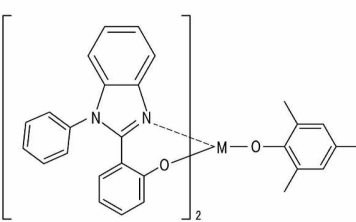
[화학식 22]



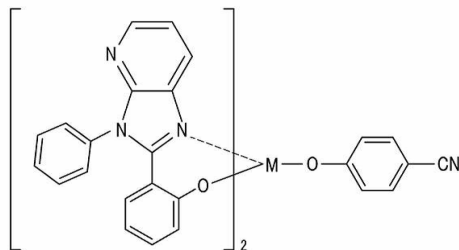
[화학식 23]



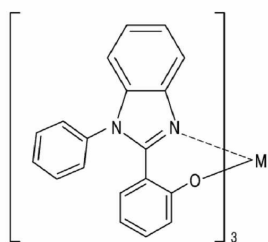
[화학식 24]



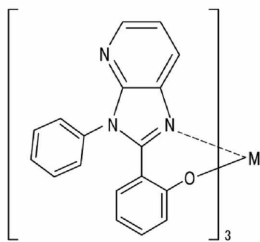
[화학식 25]



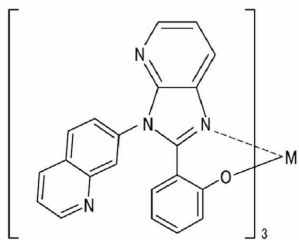
[화학식 26]



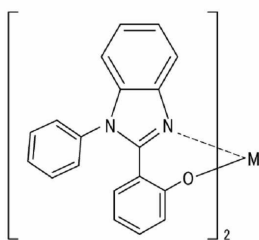
[화학식 27]



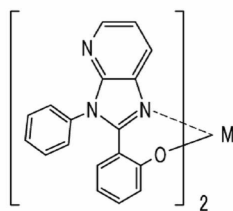
[화학식 28]



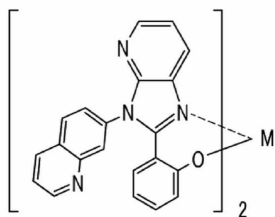
[화학식 29]



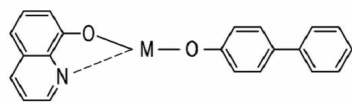
[화학식 30]



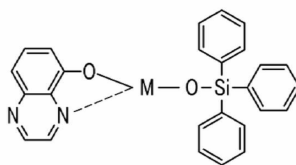
[화학식 31]



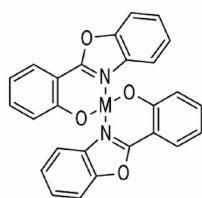
[화학식 32]



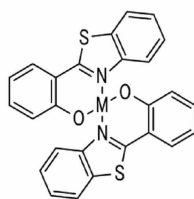
[화학식 33]



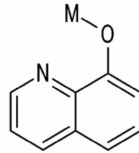
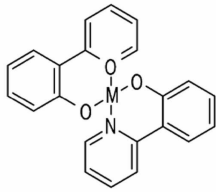
[화학식 34]



[화학식 35]



[화학식 36]



상기 식에서 M은 가수에 따라 결정되며, Li, Na, Mg, K, Ca, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택됨.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 유기 광전 소자 및 이에 사용되는 재료에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고효율과 저전압 구동이 가능하면서도 간단한 구조로 제작할 수 있어 생산 단가를 절감할 수 있는 유기 광전 소자 및 이에 사용되는 재료에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 유기 광전 소자(organic photoelectric device)라 함은 정공 또는 전자를 이용한 전극과 유기물 사이에서의 전하 교류를 필요로 하는 소자를 의미한다.
- <3> 유기 광전 소자의 예로는 유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED), 유기태양전지, 유기 감광체 드럼(organic photo conductor drum), 유기 트랜지스터, 유기 메모리 소자 등이 있으며, 이들은 모두 소자의 구동을 위하여 정공의 주입 또는 수송 물질, 전자의 주입 또는 수송 물질, 또는 발광 물질을 필요로 한다.
- <4> 이하에서는 주로 유기 발광 다이오드에 대하여 구체적으로 설명하지만, 상기 유기광전소자들에서는 정공의 주입 또는 수송 물질, 전자의 주입 또는 수송 물질, 또는 발광 물질이 유사한 원리로 작용한다.
- <5> 유기 발광 다이오드는 유기 재료에 전류를 가하여 전기에너지를 빛으로 바꾸어주는 소자로 양극(anode)과 음극(cathode) 사이에 기능성 유기물층이 삽입된 구조로 이루어져 있다.
- <6> 1960년대에 처음 관찰되었으며[US Patent 3172862 (1965), J. Chem. Phys. 38 2042 (1963)], 1987년 이스트만 코닥의 C.W. Tang은 이중층 유기 발광 다이오드를 발표하였고 이것은 저전압에서 고휘도의 발광을 보였다 [Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987)]. 현재 유기 발광 다이오드는 색상, 발광효율 및 소자 안정성에서 주목할 만한 진보를 이루어 왔고, 이러한 발전은 차세대 평판디스플레이로 주목을 받을 수 있는 충분한 동기를 제공하였다.
- <7> 인광 유기 발광 다이오드는 이론적으로 형광 유기 발광 다이오드 대비 4배의 효율 달성(이론적 효율 100%)이 가능하여 미래에 널리 활용되리라 예측이 되고 있다. 인광 유기 발광 다이오드는 고체 상태의 형광 호스트 내에 인광 도펀트 재료를 5 내지 10 몰% 도핑을 하여 형광 유기 발광 다이오드보다 높은 발광 특성과 효율 특성을 나타내고 외부 양자 효율도 형광 재료가 가지고 있는 외부 양자 효율의 한계를 극복할 수가 있다.
- <8> 도 1은 종래의 인광 유기 발광 다이오드의 단면도이다. 도 1을 참조하면, 종래의 유기 발광 다이오드는 기판(substrate, 110) 상에 양극(anode, 120)이 형성되고, 상기 양극(120) 상에는 양극(120)으로부터 주입된 정공을 발광층으로 수송시키는 정공수송층(HTL, 130)이 형성되고, 상기 정공수송층(130) 상에는 발광층(EML, 140)이 형성되고, 상기 발광층 상에는 정공의 음극 도달을 저지하는 정공저지층(HBL, 150)과, 음극으로부터 주입된 전자를 상기 발광층으로 수송시키는 전자수송층(ETL, 160)과, 음극(Cathode, 170)이 순차적으로 형성된다. 이러한 다층 구조는 유기물질과 유기물질 사이에 계면의 수가 증가하여 구동전압이 상승하는 문제점을 가지고 있을 뿐만 아니라 공정수가 증가되어 제작 단가의 증가로 나타난다.
- <9> 도 2는 종래의 인광 유기 발광 다이오드의 에너지 상태도이다. 도 2를 참조하면, 인광 유기 발광 다이오드의 발광층 구조는 삼중항 여기 상태를 발광층 내에 가두기 위해 밴드갭(band gap)이 큰 호스트 유기물질을 발광층

에 포함하여 이루어진다. 발광 과정은 형광 호스트의 일중항 여기 상태(A)으로 에너지흡수가 일어나고, 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태(B)로 전이하여 발광으로 에너지를 소실하여 기저 상태로 돌아오는 과정을 포함하여 이루어진다.

- <10> 여기서, 종래의 인광 유기 발광 다이오드에 사용되는 형광 호스트는 일중항 여기 상태(A)와 삼중항 여기 상태(C)와의 에너지 차이가 커서 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태(B)로 에너지 전달이 제대로 되지 않아 발광 효율이 떨어지는 문제가 있다.
- <11> 또한, 형광 호스트의 일중항 여기 상태(A)와 삼중항 여기 상태(C)와의 큰 에너지 차이 때문에 발광 효율이 떨어질 뿐만 아니라, 에너지 장벽으로 전자의 주입이 어려우며 형광 호스트는 전자 이동도가 낮아서 전자를 발광층에 원활하게 공급하는 전자수송층과 정공이 음극에 도달하는 것을 방지하기 위한 정공저지층을 구비하여야 하므로 유기 발광 다이오드의 구조가 복잡해지고, 제조 단가가 상승함은 물론 박형화가 어려운 문제가 있다.
- <12> 한편, 현재 많이 연구되고 있는 백색 발광을 구현하는 방법은 R(red), G (green), B(blue) 각각의 발광층을 이용하는 삼색발광법, 백색 발광층을 형성하고 컬러 필터를 사용하는 방법, 청색 발광층을 형성하고 색 변환 물질을 사용하여 녹색과 적색을 구현하는 방법 등이 있다.
- <13> 도 3은 종래의 삼색발광법에 의한 백색광 방출 유기 발광 다이오드를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- <14> 도 3을 참조하면, 종래의 유기 발광 다이오드는 기판(110) 상에 양극(120)이 형성되고, 상기 양극(120) 상에는 정공을 발광층(140)으로 수송시키는 정공수송층(HTL, 130)이 형성되고, 상기 정공수송층(130) 상에는 적색(Red) 발광층(R EML, 141)이 형성되고, 상기 적색 발광층(141) 상에는 녹색(Green) 발광층(G EML, 142)이 형성되고, 상기 녹색 발광층(142) 상에는 청색(Blue) 발광층(B EML, 143)이 형성되고, 상기 청색 발광층 상(143)에는 정공저지층(HBL, 150)이 형성되고, 상기 정공저지층(150) 상에는 전자수송층(ETL, 160)과 음극(170)이 순차적으로 형성된다.
- <15> 삼색발광법에 의해 제조된 유기 발광 다이오드는 상기 도 3과 같이 R, G, B 유기막을 형성시키는 방법으로 메탈 셰도우 마스크(metal shadow mask)를 사용하여 선택된 저분자 유기물을 원하는 픽셀(pixel)에만 진공 증착하는 방법이 사용되고 있으나 제작상의 정밀도 및 마스크 두께에 의한 증착막의 불균일성으로 인하여 디스플레이 크기 확대에 한계를 가진다.
- <16> 이러한 삼색발광법에 의한 패널은 백색발광의 픽셀을 추가하는 경우 효율향상 및 소비전력을 낮출 수 있어 현재 이에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 또한 백색 발광층-컬러 필터를 이용한 방법 및 색변환 방법에 의한 기술 개발도 점차 확대되고 있는 추세인데 이중에서 특히 백색 발광층을 형성하고 컬러 필터를 이용하는 방법은 단순한 유기막 구조로 구성되어 대형화와 고해상도에 유리하며 TFT용 제조 장치나 재료 등에서 기존의 액정산업 개발자산을 활용할 수 있는 등의 많은 장점을 가지고 있다.
- <17> 그러나, 컬러 필터를 통과한 후 최종효율이 백색(white) 재료의 1/3로 낮아서 고효율의 재료가 필요하며 아직까지는 백색 재료의 수명 또한 짧아서 제품화에는 부족한 상황이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <18> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 고효율의 저전압 구동이 가능하며 간단한 구조로 박형화가 가능하고, 생산 단가를 절감할 수 있는 유기 광전 소자를 제공하기 위한 것이다.
- <19> 본 발명의 다른 목적은 발광층을 구성하는 인광 도펀트를 호스트에 소량 도핑시켜도 고효율과 저전압 구동의 특성을 갖는 유기 광전 소자를 제공하기 위한 것이다.
- <20> 본 발명의 또다른 목적은 새로운 효율적인 에너지 전달 과정과 전자전달 특성을 가져 유기 광전 소자의 저분자 발광층 구조를 제공할 수 있는 호스트 재료를 제공하기 위한 것이다.
- <21> 다만, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- <22> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 기판; 상기 기판에 형성된 양극; 상기 양극에 형성된 정공수송

층; 상기 정공수송층 상에 형성된 발광층; 및 상기 발광층 상에 형성된 음극을 포함하며, 상기 발광층은 호스트와 인광 도펀트(dopant)를 포함하고, 상기 호스트의 환원전위(reduction potential) 또는 산화전위(oxidation potential)와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만인 유기 광전 소자를 제공한다.

<23> 상기 호스트의 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이가 0.3 eV 이하, 바람직하게는 0.2eV 이하이다.

<24> 상기 호스트는 하기 화학식 1 또는 2로 표현되는 유기 금속 착체 화합물이다.

<25> [화학식 1]

<26> ML

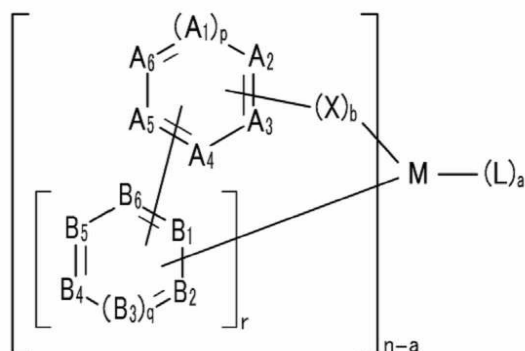
<27> [화학식 2]

<28> ML_1L_2

<29> 상기 식에서 M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고, 상기 L, L_1 및 L_2 는 서로 독립적으로 리간드(ligand)이다. 또한 상기 L_1 과 L_2 는 동일하거나 서로 다를 수 있다.

<30> 상기 호스트는 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다:

<31> [화학식 3]



<32>

<33> 상기 식에서

<34> A_1 내지 A_6 는 각각 독립적으로 CR_1R_2 이고(여기서 R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, A_1 내지 A_6 의 R_1 및 R_2 의 적어도 하나는 서로 인접하지 않는 A_1 내지 A_6 의 R_1 및 R_2 의 적어도 하나와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

<35> B_1 내지 B_6 는 각각 독립적으로 CR_3R_4 또는 NR_5 이고(여기서 R_3 , R_4 및 R_5 는 각각 독립적으로 수소; 할로젠; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, B_1 내지 B_6 의 R_3 및 R_4 의 적어도 하나 및 R_5 는 서로 인접하지 않는 B_1 내지 B_6 의 R_3 및 R_4 의 적어도 하나 및 R_5 와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

<36> 또는 상기 A_1 내지 A_6 중 적어도 하나의 R_1 및 R_2 중 하나와 B_1 내지 B_6 의 R_3 , R_4 및 R_5 중 적어도 하나는 함께 융합 링을 형성할 수 있고,

<37> p, q 및 r은 각각 0 내지 1의 정수이고

- <38> L은 OR_6 , 및 $OSiR_7R_8$ 으로 이루어진 군에서 선택되고(여기서 R_6 , R_7 , 및 R_8 는 서로 독립적으로 아틸, 알킬 치환된 아틸, 아틸아민, 사이클로알킬기, 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되고),
- <39> M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고,
- <40> X는 산소 또는 황이고,
- <41> n은 금속의 가수를 나타내며 a와 b는 각각 0 또는 1을 나타낸다.
- <42> 상기 인광 도펀트는 발광재료 총량(호스트와 인광 도펀트의 합계량)에 대하여 0.5 내지 20 중량%의 양으로 포함된다.
- <43> 상기 발광층은 호스트와 인광 도펀트를 동시에 증착 또는 코팅하여 형성될 수 있다.
- <44> 상기 유기 광전 소자는 발광층상에 형성된 정공저지층 또는 전자수송층을 더 포함할 수 있다.
- <45> 상기 유기 광전 소자는 상기 발광층 상에 형성된 정공저지층, 및 상기 정공저지층 상에 형성된 전자수송층을 더 포함할 수 있다.
- <46> 기타 본 발명의 구현예들의 구체적인 사항은 이하의 상세한 설명에 포함되어 있다.

효 과

- <47> 본 발명에 따른 유기 광전 소자는 호스트의 일중항 여기 상태에서 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지 전달 효율이 향상될 뿐만 아니라 정공저지층과 전자수송층이 없기 때문에 전자의 주입능이 더욱 향상되어 고효율과 저전압 구동의 인광 유기 광전 소자 특성을 가진다. 또한 간단한 구조로 인한 제조 단가의 절감도 가능하다. 따라서 본 발명에 따른 유기 광전 소자는 박막트랜지스터 액정표시장치(TFT-LCD)의 백라이트(back-light), 능동구동형 유기발광디스플레이(active-matrix organic light-emitting display)의 발광소자, 조명소자 등으로 사용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <48> 이하, 본 발명의 구체적인 구성과 작용에 대하여 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 다만, 이는 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명은 후술할 청구범위의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- <49> 도 4는 본 발명의 바람직한 일 구현예에 따른 유기 발광 다이오드를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 5는 도 4의 인광 유기 발광 다이오드의 발광 메커니즘을 도시한 도면이다.
- <50> 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드는 기관(210), 양극(220), 정공수송층(hole transporting layer, HTL, 230), 발광층(emitting layer, EML, 240), 및 음극(250)이 순차적으로 적층되어 형성될 수 있다.
- <51> 먼저 기관(210)에 양극(220)을 형성한다.
- <52> 상기 기관(210)으로는 통상적인 투명성, 면평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리기관 또는 투명 플라스틱 기관이 바람직하다. 그리고 상기 기관의 두께는 0.3 내지 1.1 mm인 것이 바람직하다.
- <53> 상기 양극(220)은 통상 정공수송층으로 정공 주입이 원활하게 이루어질 수 있도록 일 함수가 큰 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 양극 물질로는 니켈, 백금, 니켈, 백금, 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 이리듐 및 금과 같은 금속 또는 이들의 합금; 아연산화물, 인듐산화물, 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO)과 같은 금속 산화물; ZnO와 Al 또는 SnO₂와 Sb와 같은 금속과 산화물; 폴리(3-메틸티오오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오오펜](polyethylenedioxythiophene: PEDT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 바람직하게는 상기 양극으로 ITO(indium tin oxide)를 포함하는 투명전극을 사용할 수 있다.
- <54> 상기 양극(220)이 형성된 기관을 세정한 다음, UV오존 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 이 때 세정방법으로는 이소프로판올(IPA), 아세톤 등의 유기용매를 이용한다.
- <55> 상기 양극(220)의 상부에 정공수송층(230)을 형성한다. 정공수송층(230) 형성시 사용되는 물질은 크게 제한되

지는 않으며, 1,3,5-트리카바졸릴벤젠, 4,4'-비스카바졸릴비페닐, 폴리비닐카바졸, m-비스카바졸릴페닐, 4,4'-비스카바졸릴-2,2'-디메틸비페닐, 4,4',4"-트리(N-카바졸릴)트리페닐아민, 1,3,5-트리(2-카바졸릴페닐)벤젠, 1,3,5-트리스(2-카바졸릴-5-메톡시페닐)벤젠, 비스(4-카바졸릴페닐)실란, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(TPD), N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐 벤지딘(α -NPD), N,N'-디페닐-N,N'-비스(1-나프틸)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(NPB), IDE320(이데미쯔사), 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-N-(4-부틸페닐)디페닐아민)(poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamine, TFB) 및 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-비스-N,N-페닐-1,4-페닐렌디아민)(poly(9,9-dioctylfluorene-co-bis-(4-butylphenyl-bis-N,N-phenyl-1,4-phenylenediamine, PFB)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질을 포함하여 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- <56> 여기에서 상기 정공수송층(230)의 두께는 5 nm 내지 200 nm인 것이 바람직하다. 상기 정공수송층(230)의 두께가 5 nm 미만인 경우 정공전달 특성이 저하되며 200 nm 를 초과하는 경우 구동전압 상승 때문에 바람직하지 못하다.
- <57> 상기 정공수송층(230) 상부에는 발광층(240)을 형성한다. 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드의 발광층(240)은 호스트 유기재료와 인광 도펀트를 동시에 증착 또는 코팅하여 형성된다.
- <58> 상기 발광층(240)을 이루는 호스트 재료는 상기 호스트의 환원전위(reduction potential) 또는 산화전위(oxidation potential)와 상기 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만인 유기 금속 착제 화합물로 이하에서 상세히 설명한다.
- <59> 상기 인광 도펀트의 예로는 Ir, Pt, Tb, Eu, Os, Ti, Zr, Hf, 및 Tm로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질을 포함하며, 보다 구체적인 예로 비스티에닐피리딘 아세틸아세토네이트 이리듐(bisthiénylpyridine acetylacetonate Iridium), 비스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐 아세틸아세토네이트(bis(1-phenylisoquinoline)Iridium acetylacetonate), 비스(벤조티에닐피리딘)아세틸아세토네이트 이리듐(bis(benzothienylpyridine)acetylacetonate Iridium), 비스(2-페닐벤조티아졸)아세틸아세토네이트 이리듐(bis(2-phenylbenzothiazole)acetylacetonate Iridium), 트리스(2-페닐피리딘)이리듐(tris(2-phenylpyridine)Iridium, Ir(ppy)₃), 트리스(4-비페닐피리딘)이리듐(tris(4-biphenylpyridine) Iridium), 트리스(페닐피리딘)이리듐(tris(phenylpyridine) Iridium), 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐(tris(1-phenylisoquinoline) iridium, Ir(piq)₃), 비스(2-페닐퀴놀린) 이리듐 아세틸아세토네이트(bis (2-phenylquinolne) iridium acetylacetonate, Ir(phq)₂acac) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- <60> 상기 증착법으로는 진공증착법(evaporation), 스퍼터링(sputtering), 플라즈마 도금, 및 이온도금과 같은 방법이 사용될 수 있으며, 상기 코팅법으로는 스핀코팅(spin coating), 침지법(dipping), 유동코팅법(flow coating)과 같은 방법이 사용될 수 있다.
- <61> 상기 발광층(240)의 두께는 10nm 내지 500nm인 것이 바람직하고, 30nm 내지 50nm인 것이 더욱 바람직하다. 상기 발광층(240)의 두께가 10nm 미만인 경우에는 누설전류가 증가하여 효율이 감소하고 수명이 감소하며, 500nm 를 초과하는 경우에는 구동전압 상승폭이 높아져서 바람직하지 못하다.
- <62> 상기 음극(250)은 통상 발광층으로 전자주입이 용이하도록 일 함수가 작은 물질인 것이 바람직하다. 음극 물질의 구체적인 예로는 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 티타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 알루미늄, 은, 주석, 납, 세슘, 바륨 등과 같은 금속 또는 이들의 합금을 들 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. LiF/Al, LiO₂/Al, LiF/Ca, LiF/Al, BaF₂/Ca, CsF/Al, Cs₂CO₃/Al 등과 같은 다층 구조로 하여 전자주입층/음극을 형성할 수도 있다. 바람직하게는 상기 음극으로 알루미늄 등과 같은 금속전극을 사용할 수 있다.
- <63> 그리고 상기 음극(250)의 두께는 50 내지 300nm인 것이 바람직하다.
- <64> 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 두 전극(220,250) 사이에 전압을 걸어주면 양극(220)을 통해 정공이 주입되고, 음극(250)을 통해 전자가 주입된다.
- <65> 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드에서 상기 음극(250)으로부터 주입된 전자는 바로 발광층(240)으로 수송된다.
- <66> 상기 정공수송층(230)으로부터 수송된 정공과 상기 음극(250)으로부터 수송된 전자가 발광층(240)에서 서로 만나 재결합(recombination)을 통하여 엑시톤(exiton)을 형성하고, 상기 여기자의 전기에너지가 빛에너지로 바뀌

게 된다. 이 때 발광층의 에너지 밴드 갭에 해당하는 색상의 빛이 발광하게 된다.

<67> 보다 구체적으로, 발광층(240)의 재료는 주입된 정공과 전자가 발광층(240)에서 엑시톤을 형성하여 빛을 방출하는데 발광 물질만을 사용하는 경우 형성된 엑시톤끼리 분자간 상호작용에 의해 색순도 변화와 발광 효율이 감소하는 문제가 발생하므로 주로 호스트/도펀트 시스템(host/dopant system)을 사용한다.

<68> 상기와 같은 호스트/도펀트 시스템은 정공과 전자가 호스트를 여기시키고, 여기서 발생하는 에너지를 도펀트가 흡수하고 다시 빛을 방출하는 과정으로 진행된다.

<69> 본 발명의 일 구현예에 따르면 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만, 바람직하게는 0.4eV 이하, 보다 더 바람직하게는 0.2eV 이하인 유기 재료를 호스트로 사용한다. 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만이면 호스트의 일중항 여기 상태에서 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지 전달이 보다 더 효율적으로 이루어질 수 있다. 인광 유기 발광 다이오드에서는 전자수송능력보다 정공수송능력이 전반적으로 빨라서 엑시톤이 형성이 어려운 문제가 있으나, 본 발명에서는 전자수송능력이 빠르고 전자의 주입이 용이한 유기재료를 호스트로 사용함으로써 엑시톤 형성을 원활하게 할 수 있다.

<70> 상기 호스트는 하기 화학식 1 또는 2로 표현되는 유기 금속 착체 화합물이다.

<71> [화학식 1]

<72> ML

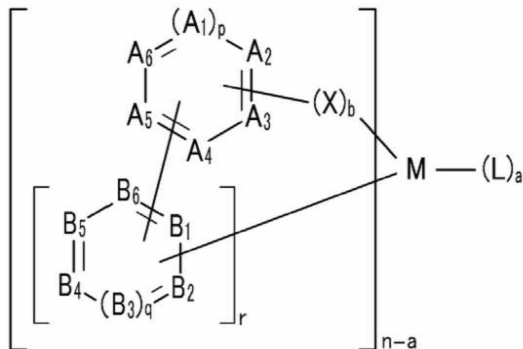
<73> [화학식 2]

<74> ML_1L_2

<75> 상기 식에서 M은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고, 상기 L, L_1 및 L_2 는 서로 독립적으로 리간드(ligand)이다. 상기 L_1 과 L_2 는 동일하거나 서로 다를 수 있다.

<76> 보다 구체적으로 상기 호스트는 하기 화학식 3으로 표시되는 유기 금속 착체 화합물일 수 있다.

<77> [화학식 3]



<78>

<79> 상기 식에서

<80> A_1 내지 A_6 는 각각 독립적으로 CR_1R_2 이고(여기서 R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 수소; 할로겐; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로아릴아민기; 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, A_1 내지 A_6 의 R_1 및 R_2 의 적어도 하나는 서로 인접하지 않는 A_1 내지 A_6 의 R_1 및 R_2 의 적어도 하나와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

<81> B_1 내지 B_6 는 각각 독립적으로 CR_3R_4 또는 NR_5 이고(여기서 R_3 , R_4 및 R_5 는 각각 독립적으로 수소; 할로겐; 니트릴기; 시아노기; 니트로기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 치환 또는 비치환된 아릴아민기; 치환 또는

는 비치환된 헤테로아릴아민기: 치환 또는 비치환된 헤테로고리기; 치환 또는 비치환된 아미노기; 및 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기로 이루어진 군에서 선택되고, B_1 내지 B_6 의 R_3 및 R_4 의 적어도 하나 및 R_5 는 서로 인접하지 않는 B_1 내지 B_6 의 R_3 및 R_4 의 적어도 하나 및 R_5 와 연결되어 융합 링을 형성할 수 있음)이고,

<82> 또는 상기 A_1 내지 A_6 중 적어도 하나의 R_1 및 R_2 중 하나와 B_1 내지 B_6 의 R_3 , R_4 및 R_5 중 적어도 하나는 함께 융합 링을 형성할 수 있고,

<83> p , q 및 r 은 각각 0 내지 1의 정수이고

<84> L 은 OR_6 , 및 $OSiR_7R_8$ 으로 이루어진 군에서 선택되고(여기서 R_6 , R_7 , 및 R_8 는 서로 독립적으로 아릴, 알킬 치환된 아릴, 아릴아민, 사이클로알킬기, 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되고),

<85> M 은 Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택되고,

<86> X 는 산소 또는 황이고,

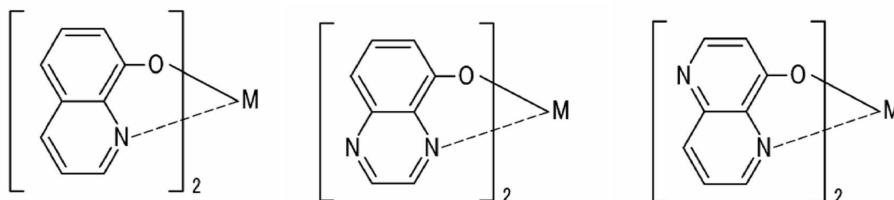
<87> n 은 금속의 가수를 나타내며 a 와 b 는 각각 0 또는 1을 나타낸다.

<88> 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, 알킬은 탄소수 1 내지 30의 알킬, 바람직하게는 탄소수 1 내지 20의 알킬을 의미하며, 알콕시는 탄소수 1 내지 30의 알콕시, 바람직하게는 탄소수 1 내지 20의 알콕시를 의미하며, 아릴은 탄소수 6 내지 50, 바람직하게는 탄소수 6 내지 30의 아릴을 의미하며, 사이클로알킬은 탄소수 3 내지 50, 바람직하게는 탄소수 4 내지 30의 사이클로알킬을 의미하며, 할로젠은 F, Cl, Br, 또는 I를 의미하며, 바람직하게는 F이며, 알케닐은 탄소수 2 내지 30, 바람직하게는 탄소수 2 내지 20의 알케닐을 의미하며, 헤테로고리기는 탄소수 2 내지 30의 헤테로사이클로알킬 또는 탄소수 2 내지 30의 헤테로아릴을 의미하며, 아미노기는 탄소수 1 내지 30의 아미노기를 의미한다.

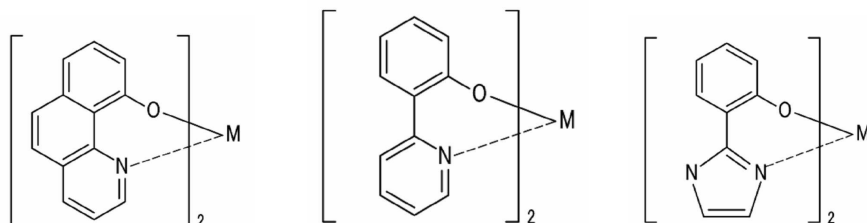
<89> 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, 치환된 알킬, 알콕시, 아릴, 사이클로알킬, 알케닐, 아릴아민, 헤테로아릴아민, 또는 헤테로고리기는 각각 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬기, 아미노기, 알콕시기, 할로젠(이때, 할로젠이란 F, Cl, Br, 또는 I를 의미함), 및 나이트로기로 이루어진 군에서 선택되는 치환기로 치환된 것을 의미한다.

<90> 상기 화학식 3의 구체적인 예로는 하기 화학식 5 내지 36을 들 수 있다.

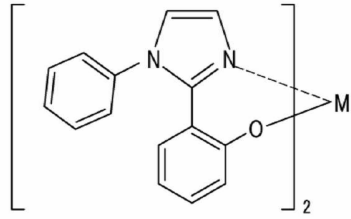
<91> [화학식 5] [화학식 6] [화학식 7]



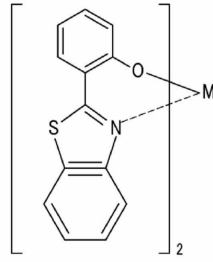
<92> [화학식 8] [화학식 9] [화학식 10]



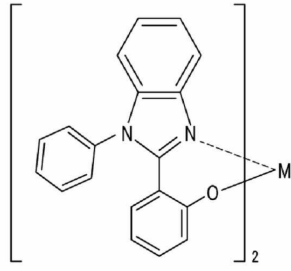
<94> [화학식 11] [화학식 12]



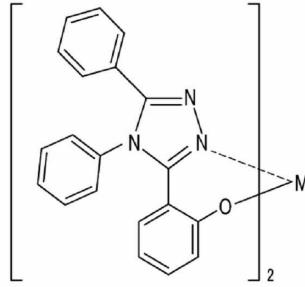
[화학식 13]



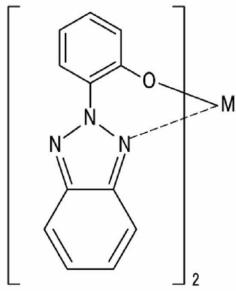
[화학식 14]



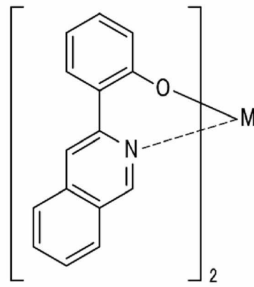
[화학식 15]



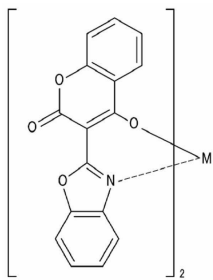
[화학식 16]



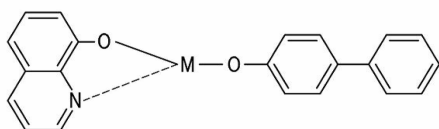
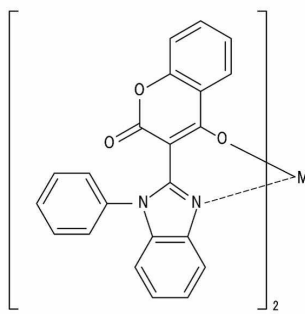
[화학식 17]



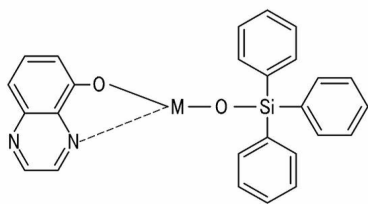
[화학식 18]



[화학식 19]

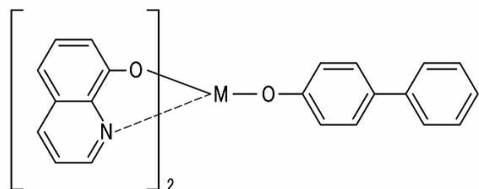


<105> [화학식 20]



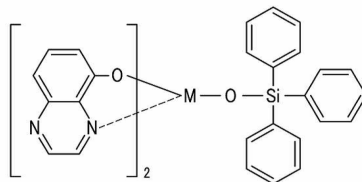
<106>

<107> [화학식 21]

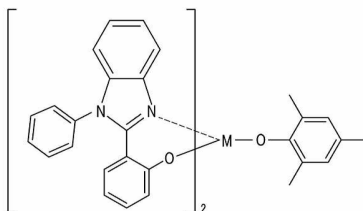


<108>

[화학식 22]

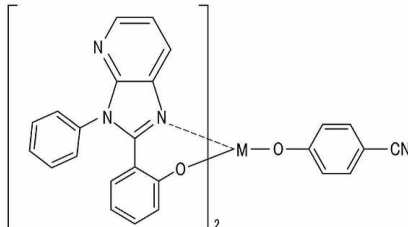


<109> [화학식 23]

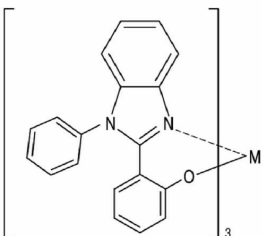


<110>

[화학식 24]

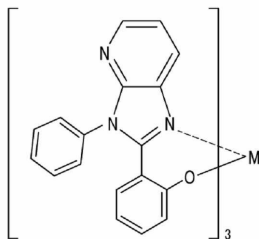


<111> [화학식 25]

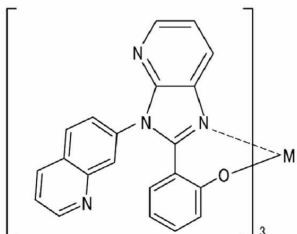


<112>

[화학식 26]

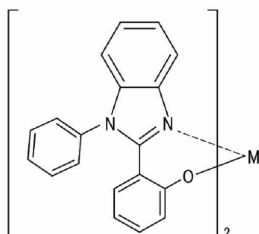


<113> [화학식 27]



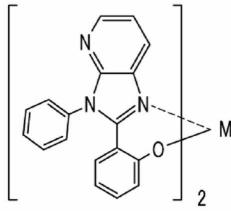
<114>

[화학식 28]



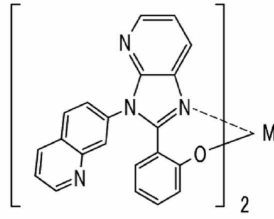
<115> [화학식 29]

[화학식 30]

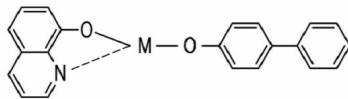


<116>

<117> [화학식 31]

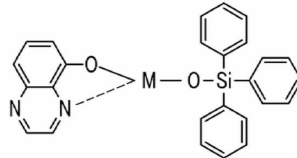


[화학식 32]

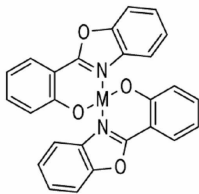


<118>

<119> [화학식 33]

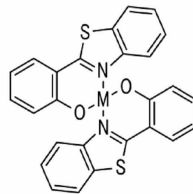


[화학식 34]

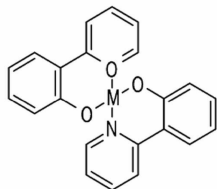


<120>

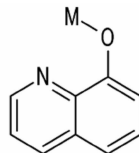
<121> [화학식 35]



[화학식 36]



<122>



<123> 상기 화학식 5 내지 36에서 M은 가수에 따라 결정되며, Li, Na, Mg, K, Ca, Al, Be, Zn, Pt, Ni, Pd, 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택된다.

<124> 상기 유기 금속 착체 화합물은 전자이동도가 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 것이 바람직하다.

<125> 상기 호스트와 인광 도펀트의 환원/산화 전위의 차가 0.5eV 미만인 되도록 하기 위하여 하기 수학적 식 1 또는 2를 만족하도록 상기 화학식 1 또는 2의 금속(M) 및 리간드(L, L₁ 및 L₂)를 선택하는 것이 바람직하다.

<126> [수학적 식 1]

<127> $|H_R - D_R| < 0.5 \text{ eV}$

<128> [수학적 식 2]

<129> $|H_0 - D_0| < 0.5 \text{ eV}$

<130> 상기 수학적 식 1에서 H_R은 호스트의 환원전위이고 D_R는 인광 도펀트의 환원전위이고 상기 수학적 식 2에서 H₀은 호스트의 산화전위이고 D₀는 인광 도펀트의 산화전위이다.

<131> 상기 호스트는 형광성이 강한 형광 호스트인 것이 바람직하다.

- <132> 또한 호스트는 상기 수확식 1과 2의 조건을 만족하면서 호스트의 형광 양자수율은 0.01 이상인 것이 바람직하고, 0.1 이상인 것이 더 바람직하다.
- <133> 또한 호스트의 삼중항 여기 상태의 에너지가 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태의 에너지보다 크거나 같은 것이 바람직하다.
- <134> 상기 호스트의 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이가 0.3 eV 이하, 바람직하게는 0.2eV 이하이다. 상기 호스트 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태와의 에너지 차이가 0.3 eV 이내이면, 전하 이동을 위한 에너지 장벽이 낮을 뿐만 아니라, 호스트의 전자 이동 특성이 우수하기 때문에 전자수송층이 없어도 음극으로부터 발광층에 전자를 안정적으로 공급할 수 있다.
- <135> 본 발명에 따른 호스트와 인광 도펀트로 형성된 발광층(240)은 전자이동도가 정공 이동도에 비하여 빠르거나 동등한 수준을 보인다.
- <136> 상기 인광 도펀트는 발광재료(호스트+도펀트) 총량에 대하여 0.5 내지 20 중량%, 바람직하게는 0.5 내지 10 중량%, 더 바람직하게는 0.5 내지 5 중량%, 더욱 더 바람직하게는 0.5 내지 3 중량%의 양으로 발광층에 함유될 수 있다. 상기 범위에서는 인광 도펀트의 함량이 20 중량%를 초과하면 인광 도펀트에서의 소광 현상이 일어나 발광효율이 저하될 수 있으며, 0.5 중량% 미만인 경우에는 호스트에서의 에너지가 인광 도펀트로 전이되지 못하고 비발광 소멸이 일어나 발광효율 및 소자의 수명을 저하시켜 바람직하지 못하다.
- <137> 본 발명에 따른 호스트는 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 에너지 차이가 작아 저농도에서 도핑하더라도 에너지 전달이 원활하게 이루어질 수 있어 인광 도펀트의 도핑량을 획기적으로 감소시킬 수 있다. 따라서 고가의 인광 도펀트를 소량으로 사용할 수 있으므로 소자의 생산단가를 낮출 수 있다.
- <138> 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 에너지 차이가 0.2eV 이하 일 경우에는 인광 도펀트의 함량을 1 중량% 이하로 감소시킬 수 있다.
- <139> 또한, 도 1을 참조하면, 종래의 인광 유기 발광 다이오드는 정공이 발광층(140)을 지나 음극(170)으로 가는 경우 소자의 수명과 효율이 감소하는 것을 방지하기 위해 발광층(140) 상에 정공저지층(150)을 형성하고 있다. 이에 비하여 도 2에 도시된 본 발명의 인광 유기 발광다이오드에서는 형광 호스트의 일중항 여기 상태의 에너지가 클 뿐만 아니라, 엑시톤 형성 영역이 정공수송층(230) 계면에 존재하기 때문에 별도의 정공저지층 없이도 정공이 음극(250)으로 도달되는 것을 방지할 수 있다.
- <140> 따라서, 전자수송층 및 정공저지층이 없는 간단한 구조가 가능하여, 박형화가 가능하다. 전자수송층 및 정공저지층이 없더라도 충분히 저전압 고효율의 유기 발광 다이오드 구현이 가능하지만, 더 높은 발광 효율을 위해서 전자수송층 또는 정공저지층 중 어느 하나의 유기 박막을 더 포함하도록 구성될 수 있다. 이 경우 유기 박막의 두께는 10 내지 30 nm인 것이 바람직하다.
- <141> 또한, 전자수송층과 정공저지층을 모두 포함하도록 구성될 수도 있다. 이러한 전자수송층은 10 내지 30 nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하고 상기 정공저지층은 5 내지 10 nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 이 범위 내에서 전자수송층이나 정공저지층을 형성하면 유기 발광 다이오드의 발광 효율을 보다 더 개선할 수 있다.
- <142> 상기 전자수송층과 정공저지층은 발광층(240)의 호스트 재료를 도포하여 형성하는 것이 바람직하다. 호스트 재료의 특성에 따라 발광층(240) 상부에 형성된 박막은 전자수송층 및/또는 정공저지층의 역할을 할 수 있다.
- <143> 상기 양극(220)으로부터 정공수송층(230)에 주입된 정공은 발광층(240)으로 수송된다. 여기서, 양극(220)과 정공수송층(230) 사이의 계면 특성이 좋지 않은 문제를 해결하기 위해 적절한 표면에너지로 개선된 계면 특성을 이루기 위해 양극(220)과 정공수송층(230) 사이에 정공주입층(미도시)을 더 포함하여 구성될 수 있다.
- <144> 상기 정공주입층은 구리 프탈로시아닌(CuPc), 스타버스트형 아민류인 m-MTDATA, TCTA, 또는 전도성 고분자 조성물인 PEDOT: PSS 등을 진공 열증착이나 스핀코팅하여 형성할 수 있다.
- <145> 이와 같이 상기 정공주입층을 형성하면, 상기 양극(220)과 발광층(240)의 접촉저항을 감소시킬 수 있으며, 상기 발광층(240)에 대한 양극(220)의 정공 수송능력이 향상되어 유기 발광 다이오드의 구동전압과 수명 특성이 전반적으로 개선되는 효과를 얻을 수 있다.
- <146> 여기서 상기 정공주입층의 두께가 5nm 미만인 경우, 얇은 정공주입층으로 인해 정공주입이 제대로 되지 않는다는 문제점이 발생할 수 있고, 상기 정공주입층의 두께가 100nm를 초과하는 경우는 빛의 투과도가 저하되거나 구

동전압 상승 때문에 바람직하지 못하다. 따라서 상기 정공주입층의 두께는 5nm 내지 200nm로 형성할 수 있으며, 바람직하게는 20nm 내지 100nm로 형성할 수 있다.

<147> 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 청색(blue) 호스트와 적색(red) 도펀트 또는 황색(yellow) 도펀트를 발광층 재료로 사용함으로써 백색광을 방출하는 유기 발광다이오드를 제공한다. 이러한 백색광 방출 유기 발광 다이오드는 도 6에 도시된 바와 같이 기관(310), 양극(320), 정공수송층(hole transporting layer, HTL, 330), 백색 발광층(white emitting layer, EML, 340), 및 음극(350)이 순차적으로 적층되어 형성될 수 있다.

<148> 상기 발광층(340)은 청색 호스트와 적색 도펀트; 청색 호스트와 황색 도펀트; 청색 호스트, 및 녹색 도펀트와 적색 도펀트; 및 청색 호스트, 및 녹색 도펀트와 황색 도펀트로 이루어진 군에서 선택되는 호스트/도펀트 조합을 동시에 증착하거나 코팅하여 형성할 수 있다. 상기 호스트는 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 인광 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만, 바람직하게는 0.4eV 이하, 보다 더 바람직하게는 0.2eV 이하인 유기 재료이다. 따라서 바람직하게는 상기 화학식 1 내지 36으로 표현되는 유기 금속 착체 화합물일 수 있다.

<149> 상기 백색 발광층(340)은 호스트의 일중항 여기 상태에서 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로의 에너지 전이 현상을 이용하고, 동시에 호스트의 삼중항 여기 상태에서 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로의 에너지 전이 현상을 이용하여 백색광을 방출하는 것을 특징으로 한다.

<150> 도 7를 참조하여 백색 발광층(340)의 발광 메커니즘을 청색 호스트와 적색 도펀트; 청색 호스트와 황색 도펀트를 일 레로 살펴보면, 청색 형광 호스트의 일중항으로 광흡수가 일어나고, 에너지를 소실하여 청색 형광 호스트의 기저 상태로 돌아오는 과정에서 청색 형광 발광이 발생하고, 상기 청색 형광 호스트의 일중항이 적색 또는 황색 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지가 전이됨과 동시에 상기 청색 형광 호스트의 삼중항이 적색 또는 황색 인광 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지가 전이되어, 에너지를 소실하여 인광 도펀트의 기저 상태로 돌아오는 과정에서 적색 또는 황색 인광 발광이 발생한다. 따라서, 청색 형광 발광과 적색 또는 황색 인광 발광이 혼합하여 백색광이 발광하게 된다.

<151> 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 백색 발광층(340)은 다층 발광층으로 형성될 수 있음은 물론이다. 예를 들어 청색 호스트를 포함하는 제1 발광층, 및 청색 호스트와 적색 도펀트를 포함하는 제2 발광층; 청색 호스트를 포함하는 제1 발광층 및 청색 호스트와 황색 도펀트를 포함하는 제2 발광층; 청색 호스트를 포함하는 제1 발광층 및 청색 호스트, 녹색 도펀트, 및 적색 도펀트를 포함하는 제2 발광층; 및 청색 호스트 및 적색 도펀트를 포함하는 제1 발광층 및 청색 호스트와 녹색 도펀트를 포함하는 제2 발광층으로 이루어진 군에서 선택되는 다층 발광층으로 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

<152> 상기 구현예에 따른 저분자 단일 발광층 구조를 갖는 백색광 방출 유기 발광 다이오드는 기존의 백색광 방출 유기 발광 다이오드에 비하여 특정 조합의 호스트/인광 도펀트를 포함하는 발광층을 포함함으로써 호스트의 일중항 여기 상태에서 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지 전달이 더욱 향상되어 고효율과 저전압 구동이 가능할 뿐만 아니라 단일 발광층으로 백색광을 구현할 수 있기 때문에 구조가 간단하고 정공저지층과 전자전달층을 포함하지 않기 때문에 제작 단가를 절감할 수가 있다.

<153> 상기에서는 유기 발광 다이오드에 대하여 구체적으로 설명하였으나 다른 유기 광전 소자에서도 동일하게 설명될 수 있음은 물론이다.

<154> 본 발명에 따른 유기 광전 소자는 박막트랜지스터(TFT-LCD)의 백라이트(back-light), 능동구동형 고분자 발광디스플레이(Active-matrix polymer light-emitting display)의 발광소자, 조명 소자 등으로 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

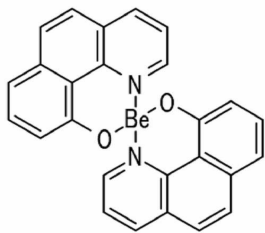
<155> 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되어서는 아니된다.

<156> **실시예:**

<157> **호스트 및 도펀트 재료:**

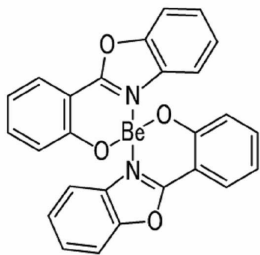
<158> 유기 발광 다이오드의 발광층 재료로 호스트 및 도펀트의 사양은 다음과 같다. HOMO(산화전위)와 LUMO(환원전위)의 값은 사이클로볼타메트리(Cyclovoltammetry)를 통한 측정된 값이다.

<159> [화학식 37]



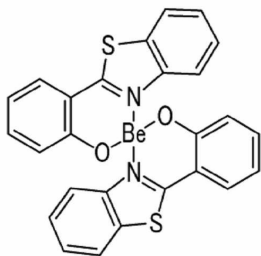
<160>

<161> [화학식 38]



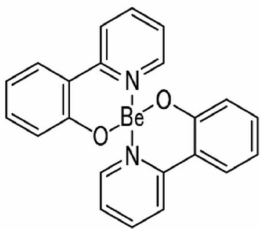
<162>

<163> [화학식 39]



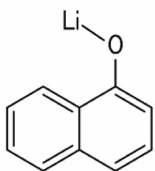
<164>

<165> [화학식 40]



<166>

<167> [화학식 41]



<168>

<169> [표 1]

<170>

		HOMO(eV)	LUMO(eV)	삼중항 에너지(eV)	형광양자수율
--	--	----------	----------	-------------	--------

호스트	화학식 37 Bebq ₂	-5.5	-2.8	-3.0	0.3
	화학식 38 Bepbo ₂	-5.9	-2.8	-3.1	0.3
	화학식 39 Bepbt ₂	-5.8	-2.8	-3.1	0.2
	화학식 40 Bepp ₂	-5.6	-2.6	-2.9	0.3
	화학식 41 Liqin	-5.5	-3.1	-3.2	0.2
	CBP	-5.8	-2.5	-3.0	-
도펀트	Ir(ppy) ₃	-5.4	-3.0	-3.0	
	Ir(phq) ₂ acac	-5.2	-3.2	-3.2	
	Ir(piq) ₃	-5.0	-3.0	-3.1	

실시예 1 및 비교예 1: 녹색 유기 발광 다이오드의 제작

실시예 1

코닝(Corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.

상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.

상기 정공수송층의 상부에 상기 화학식 40의 호스트 재료(Bepp₂) 및 트리스(2-페닐피리딘)이리듐(Ir(ppy)₃) 도펀트를 동시 증착하여 발광층을 형성하고 이 위에 LiF/Al 음극을 증착하여 녹색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 2에 기재하였다.

비교예 1

발광층재료로 CBP(4,4'-N,N'-다이카바졸-바이페닐) 호스트와 Ir(ppy)₃ 도펀트를 사용하고, 발광층위에 차례로 BA1q 정공저지층, Alq3 전자수송층, 및 LiF 전자주입층을 더 형성한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 녹색 유기 발광 다이오드를 제작하였다.

[표 2]

	정공수송층	발광층	정공저지층	전자수송층	음극
실시예 1	NPD(40nm)	Bepp ₂ : Ir(ppy) ₃ 8중량%(50nm)	-	-	LiF(1nm)/Al(100nm)
비교예 1	NPD(40nm)	CBP: Ir(ppy) ₃ 8중량%(30nm)	BA1q(5nm)	Alq3(30nm)	LiF(1nm)/Al(100nm)

상기 실시예 1 및 비교예 1의 녹색 유기 발광 다이오드의 턴온 전압, 구동전압, 발광효율, 최대발광효율 및 색좌표를 측정하여 하기 표 3에 기재하였다.

[표 3]

	턴온전압 (V, at 1 cd/m ²)	구동전압 (V, at 1000 cd/m ²)	발광효율 (at 1000 cd/m ²)		최대효율		CIE (x,y)
			전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	

실시예 1	2.5	4.9	19.18	12.05	19.95	18.85	(0.32,0.59)
비교예 1	5.3	9.6	19.92	6.52	22.36	10.95	(0.31,0.60)

- <183> 실시예 1 및 비교예 1의 녹색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 각각 도 8a와 8b에 도시하였고, 발광 효율(전류 효율) 및 전력 효율을 도 9a와 도 9b에 각각 도시하였다.
- <184> 표 3, 도 8a 내지 도 9b의 결과에서, CBP를 사용한 다층구조의 비교예 1의 유기 발광 다이오드에 비하여 실시예 1의 유기 발광 다이오드가 저전압구동 및 고효율특성이 구현됨을 확인할 수 있다. 이는 비교예 1에 호스트로 사용된 CBP의 경우 밴드갭이 크기 때문에 정공수송층이나 정공저지층에서 발광층으로 전하의 주입이 원활하지 못하지만, 실시예 1에 사용된 호스트는 밴드갭이 작기 때문에 전하의 주입이 용이하기 때문이다.
- <185> 실시예 1에 사용된 호스트는 호스트의 환원전위 또는 산화전위가 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5 eV 미만이기 때문에 0.5 eV이상인 CBP보다 에너지 이동이 원활하고, 이들 호스트의 LUMO 여기 상태는 도펀트인 Ir(ppy)₃의 삼중항 여기 상태와 비슷한 위치에 있어 전하의 트랩을 최소화할 수 있다.
- <186> 또한 실시예 1이 저전압 구동 및 고효율 특성을 나타내는 것으로부터 정공저지층과 전자수송층이 없는 단순구조의 녹색 유기 발광 다이오드의 구현이 가능함을 확인할 수 있다.
- <187> **실시예 2-11 및 비교예 2: 적색 유기 발광 다이오드의 제작**
- <188> 실시예 2
- <189> 코닝(Corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.
- <190> 상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.
- <191> 상기 정공수송층의 상부에 상기 화학식 37의 Bepq₂ 호스트 재료 및 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐(Ir(piq)₃) 도펀트를 동시 증착하여 발광층을 형성하고 이 위에 LiF/Al 음극을 증착하여 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 4에 기재하였다.
- <192> 실시예 3
- <193> 코닝(Corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.
- <194> 상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.
- <195> 상기 정공수송층의 상부에 상기 화학식 37의 Bepq₂ 호스트 재료 및 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐(Ir(piq)₃) 도펀트를 동시 증착하여 발광층을 형성하였다.
- <196> 상기 발광층 상부에 화학식 8의 화합물을 진공증착하여 5nm 두께의 전자수송층을 형성하였다. 전자수송층 위에 LiF/Al 음극을 증착하여 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 4에 기재하였다.
- <197> 실시예 4
- <198> 코닝(Corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.
- <199> 상기 기판 상부에 PEDOT:PSS를 스핀 코팅하여 정공주입층을 40 nm 두께로 형성하였다.
- <200> 상기 정공주입층 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.
- <201> 상기 정공수송층의 상부에 상기 화학식 37의 Bepq₂ 호스트 재료 및 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐(Ir(piq)₃)

도펀트를 동시 증착하여 발광층을 형성하였다.

<202> 상기 발광층 상부에 화학식 8의 화합물을 진공증착하여 5nm 두께의 전자수송층을 형성하였다. 전자수송층 위에 LiF/Al 음극을 증착하여 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 4에 기재하였다.

<203> 실시예 5

<204> 코닝(Corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.

<205> 상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.

<206> 상기 정공수송층의 상부에 상기 화학식 40의 호스트 재료(Bepp₂) 및 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐(Ir(piq)₃) 도펀트를 동시 증착하여 발광층을 형성하고 이 위에 LiF 전자주입층과 Al 음극을 증착하여 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 4에 기재하였다.

<207> 실시예 6

<208> 발광층재료로 화학식 39의 Bebpt₂ 호스트와 Ir(piq)₃ 도펀트를 하기 표 4에 기재된 함량으로 사용한 것을 제외하고 실시예 5와 동일한 방법으로 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다.

<209> 실시예 7

<210> 발광층재료로 화학식 38의 Bepbo₂ 호스트와 Ir(piq)₃ 도펀트를 하기 표 4에 기재된 함량으로 사용한 것을 제외하고 실시예 5와 동일한 방법으로 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다.

<211> 실시예 8-11

<212> 발광층재료로 화학식 37의 Bebq₂ 호스트와 Ir(piq)₃ 도펀트를 하기 표 4에 기재된 함량으로 사용한 것을 제외하고 실시예 5와 동일한 방법으로 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다.

<213> [표 4]

<214>

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전공 저지층	전자 수송층	음극
실시예 2	-	NPD (40nm)	Bepq ₂ :Ir(piq) ₃ 10 중량% (50nm)	-	-	LiF(5nm)/ Al(100nm)
실시예 3	-	NPD (40nm)	Bepq ₂ :Ir(piq) ₃ 10 중량% (50nm)	-	-	LiF(5nm)/ Al(100nm)
실시예 4	PEDOT:PSS (40nm)	NPD (40nm)	Bepq ₂ :Ir(piq) ₃ 10 중량% (50nm)	-	화학식 8 (5nm)	LiF(5nm)/ Al(100nm) (1nm)
실시예 5	-	NPD (40nm)	Bepp ₂ :Ir(piq) ₃ 8 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 6	-	NPD (40nm)	Bebpt ₂ :Ir(piq) ₃ 8 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 7	-	NPD (40nm)	Bepbo ₂ :Ir(piq) ₃ 8 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)

실시예 8	-	NPD (40nm)	Bebq ₂ :Ir(piq) ₃ 10 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 9	-	NPD (40nm)	Bebq ₂ :Ir(piq) ₃ 8 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 10	-	NPD (40nm)	Bebq ₂ :Ir(piq) ₃ 6 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 11	-	NPD (40nm)	Bebq ₂ :Ir(piq) ₃ 4 중량% (50nm)	-	-	LiF(1nm)/ Al(100nm)
비교예 2	-	NPD (40nm)	CBP:Ir(piq) ₃ 8 중량% (30nm)	BAIq (5nm)	Alq ₃ (20nm)	LiF(1nm)/ Al(100nm)

<215> 상기 실시예 2-11 및 비교예 2의 적색 유기 발광 다이오드의 턴온 전압, 구동전압, 발광효율, 최대발광효율 및 색좌표를 측정하여 하기 표 5에 기재하였다.

<216> [표 5]

<217>

	턴온전압 (V, at 1 cd/m ²)	구동전압 (V, at 1000 cd/m ²)	발광효율 (at 1000 cd/m ²)		최대효율		CIE (x,y)
			전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	
실시예 2	2.2	4.6	9.1	6.2	9.84	10.24	(0.67,0.33)
실시예 3	2.4	5.8	7.7	4.1	8.57	11.22	(0.66,0.33)
실시예 4	2.2	4.8	9.7	6.4	10.65	12.78	(0.66,0.33)
실시예 5	2.4	4.5	9.67	6.90	11.07	14.50	(0.67,0.32)
실시예 6	2.5	4.9	4.49	2.93	4.75	4.33	(0.66,0.33)
실시예 7	2.6	6.4	5.49	2.75	9.33	6.98	(0.66,0.33)
실시예 8	2.1	3.5	6.78	5.92	7.38	8.10	(0.67,0.32)
실시예 9	2.1	3.5	7.18	6.26	7.82	10.40	(0.67,0.32)
실시예 10	2.1	3.5	7.65	6.68	8.37	10.67	(0.67,0.32)
실시예 11	2.1	3.5	8.41	7.34	9.38	11.72	(0.67,0.32)
비교예 2	3.5	8.8	5.06	1.81	8.67	4.00	(0.60,0.31)

<218> 실시예 2-4에 따른 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성을 도 10에 도시하였고, 전력 효율을 도 11에 각각 도시하였다

<219> 실시예 5 및 비교예 2의 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 각각 도 12a와 12b에 도시하였고, 발광 효율(전류 효율) 및 전력 효율을 도 13a와 도 13b에 각각 도시하였다.

<220> 실시예 8-11의 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 각각 도 14a와 14b에 도시하였고, 발광 효율(전류 효율) 및 전력 효율을 도 15a와 도 15b에 각각 도시하였다.

<221> 표 5, 및 도 10 내지 도 13b의 결과에서, CBP를 사용한 다층구조의 비교예 2의 유기 발광 다이오드에 비하여 실시예 2-11의 유기 발광 다이오드가 저전압 구동 및 고효율특성이 구현됨을 확인할 수 있다. 이는 비교예 2에 호스트로 사용된 CBP의 경우 밴드갭이 크기 때문에 정공수송층이나 정공저지층에서 발광층으로 전하의 주입이 원활하지 못하지만, 실시예 2-11에 사용된 호스트는 밴드갭이 작기 때문에 전하의 주입이 용이하기 때문이다.

<222> 실시예 2-11에 사용된 호스트는 호스트의 환원전위 또는 산화전위가 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5 eV 미만이기 때문에 0.5 eV이상인 CBP보다 에너지 이동이 원활하고, 이들 호스트의 LUMO 여기 상태는 도펀

트인 $\text{Ir}(\text{pq})_3$ 의 삼중항 여기 상태와 비슷한 위치에 있어 전하의 트랩을 최소화할 수 있다.

<223> 또한 실시예 2-11도 저전압 구동 및 고효율 특성을 나타내는 것으로부터 정공저지층과 전자수송층이 없는 단순 구조의 적색 유기 발광 다이오드의 구현이 가능함을 확인할 수 있다.

<224> 또한, 실시예 2-11의 유기 발광 다이오드의 색좌표가 일정한 값을 보이는 것으로부터 유기물 층과 층 사이의 계면에서 생기는 들뜬 복합체(exciplex)나 일렉트로플렉스(electroplex)와 같은 문제가 없음을 확인할 수 있고 이를 통하여 발광효율 향상 및 계면접합성과 색순도를 우수하게 개선할 수 있다.

<225> **실시예 12-15: 도핑농도에 따른 유기 발광 다이오드 특성**

<226> 실시예 12-15

<227> 코닝(Corning) $15\Omega/\text{cm}^2$ (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.

<228> 상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.

<229> 화학식 33의 호스트 재료(Bepq₂) 및 비스(2-페닐퀴놀린) 이리듐 아세틸아세토네이트($\text{Ir}(\text{phq})_2\text{acac}$) 도펀트를 동시에 증착하여 발광층을 형성하였다. 그런 다음 LiF 전자주입층과 Al 음극을 증착하여 적색 유기 발광 다이오드를 제작하였다. 각 층의 두께 및 사용재료를 하기 표 6에 기재하였다.

<230> [표 6] 적색 인광 유기 발광 다이오드의 구조

<231>

	정공수송층	발광층	음극
실시예 12	NPD(40nm)	Bepq ₂ :Ir(phq) ₂ acac 0.5 중량% (50nm)	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 13	NPD(40nm)	Bepq ₂ :Ir(phq) ₂ acac 1 중량% (50nm)	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 14	NPD(40nm)	Bepq ₂ :Ir(phq) ₂ acac 1.5 중량% (50nm)	LiF(1nm)/ Al(100nm)
실시예 15	NPD(40nm)	Bepq ₂ :Ir(phq) ₂ acac 2 중량% (50nm)	LiF(1nm)/ Al(100nm)

<232> 상기 실시예 12-15의 적색 유기 발광 다이오드의 턴온 전압, 구동전압, 발광효율, 최대발광효율 및 색좌표를 측정하여 하기 표 7에 기재하였다.

<233> [표 7]

<234>

	턴온전압 (V, at 1 cd/m ²)	구동전압 (V, at 1000 cd/m ²)	발광효율 (at 1000 cd/m ²)		최대효율		CIE (x, y)
			전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	전류 (cd/A)	전력 (lm/W)	
실시예 12	2.1	3.7	20.96	18.29	21.25	24.62	(0.61,0.38)
실시예 13	2.1	3.7	20.53	23.14	26.53	29.58	(0.62,0.37)
실시예 14	2.1	3.6	22.61	19.73	23.46	29.94	(0.62,0.37)
실시예 15	2.1	3.6	21.45	18.72	22.73	27.94	(0.62,0.37)

<235> 실시예 12-15의 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 각각 도 16a와 16b에 도시하였고, 발광 효율(전류 효율) 및 전력 효율을 도 17a와 도 17b에 각각 도시하였다.

<236> 표 7, 도 16a 내지 도 17b에서 보는 바와 같이, 실시예 12-15은 Bepq₂ 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 상기 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만으로 작기 때문에 에너지 전달이 빠르고 또한 호스트의 삼중항 여기 상태가 도펀트의 삼중항 여기 상태와 더 근접해 있기 때문에 에너지 전달이 원활하여 작은 도핑농

도에서도 발광효율이 우수하게 나타났다. 또한 호스트가 형광 물질이기 때문에 호스트의 단일항 여기 상태에서 도펀트의 삼중항 여기 상태로 에너지 전이가 용이해진다.

<237> 실시예 16: 백색광 방출 유기 발광 다이오드의 제작

<238> 코닝(Corning) $15\Omega/\text{cm}^2$ (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수 물 속에서 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV, 오존 세정하였다.

<239> 상기 기판 상부에 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(NPD)을 진공 증착하여 40 nm의 두께로 정공수송층을 형성하였다.

<240> 상기 화학식 33의 호스트 재료(Bebq₂)를 40 nm의 두께로 제1 발광층을 형성하고 이 위에 화학식 33의 호스트 재료와 Ir(phq)_{2acac} 도펀트(도펀트의 함량 8 중량%)를 동시 증착하여 10 nm의 제2발광층을 형성하였다. 이 위에 LiF 전자주입층과 Al 음극을 증착하여 백색광 방출 유기 발광 다이오드를 제작하였다.

<241> 실시예 16의 백색광 방출 유기 발광 다이오드에 대하여 I-V 특성, V-L 특성을 각각 도 18a 및 도 18b에 도시하였다. 또한 실시예 16의 백색광 방출 유기 발광 다이오드의 발광 효율(전류 효율) 및 전력 효율을 도 19a와 도 19b에 각각 도시하였다.

<242> 도 18a 내지 도 19b로부터 본 발명에 따른 백색광 방출 유기 발광 다이오드는 저전압구동 및 고효율특성이 구현됨을 확인할 수 있다. 즉 정공저지층과 전자수송층이 없는 단순구조의 백색광 방출 유기 발광 다이오드의 구현이 가능함을 확인할 수 있다.

<243> 본 발명에서는 호스트의 환원전위 또는 산화전위와 상기 도펀트의 환원전위 또는 산화전위의 차이가 0.5eV 미만으로 작기 때문에, 전하 주입이 용이하고 호스트와 도펀트간 에너지 전달이 원활하여 저전압 구동과 고효율을 가능하게 하고, 또한 호스트의 빠른 전자수송능력은 전하의 균형을 이루어 엑시톤 형성을 우수하게 하며 새로운 호스트의 단일항 여기 상태의 에너지 준위는 도펀트의 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 에너지 차이가 작고 또 형광성 호스트이기 때문에 빠른 에너지 전달이 가능하여 우수한 소자 특성을 구현할 수 있다.

<244> 본 발명은 상술한 특정한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 이탈함이 없이 당해 발명에 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

<245> 도 1은 종래의 인광 유기 발광 다이오드의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

<246> 도 2는 인광 유기 발광 다이오드의 에너지 상태도이다

<247> 도 3은 종래의 백색광 방출 유기 발광 다이오드의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

<248> 도 4는 본 발명의 바람직한 일 구현예에 따른 인광 유기 발광 다이오드를 개략적으로 도시한 단면도이다.

<249> 도 5는 도 4의 인광 유기 발광 다이오드의 발광 메커니즘을 도시한 도면이다.

<250> 도 6은 본 발명의 바람직한 일 구현예에 따른 백색광 방출 인광 유기 발광 다이오드를 개략적으로 도시한 단면도이다.

<251> 도 7은 도 6의 백색광 방출 인광 유기 발광 다이오드의 발광 메커니즘을 도시한 도면이다.

<252> 도 8a와 도 8b는 각각 실시예 1 및 비교예 1의 녹색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 나타낸 도면이다.

<253> 도 9a와 도 9b는 각각 실시예 1 및 비교예 1의 녹색 유기 발광 다이오드의 발광 효율과 전력 효율을 나타낸 도면이다.

<254> 도 10은 실시예 2-4에 따른 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성을 나타낸 도면이다.

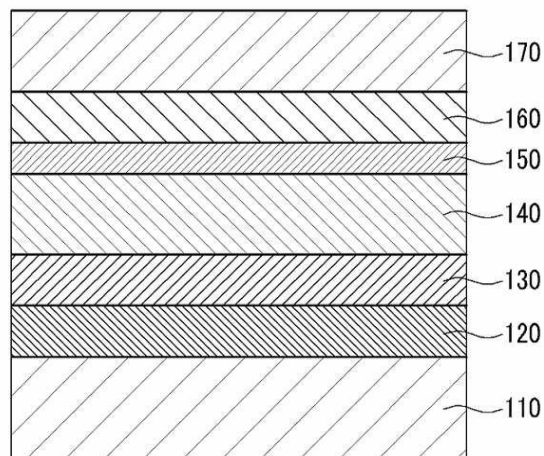
<255> 도 11은 실시예 2-4에 따른 적색 유기 발광 다이오드의 발광효율 특성을 나타낸 도면이다.

<256> 도 12a와 도 12b는 각각 실시예 5 및 비교예 2의 적색 유기 발광 다이오드의 I-V 특성과 V-L 특성을 나타낸 도면이다.

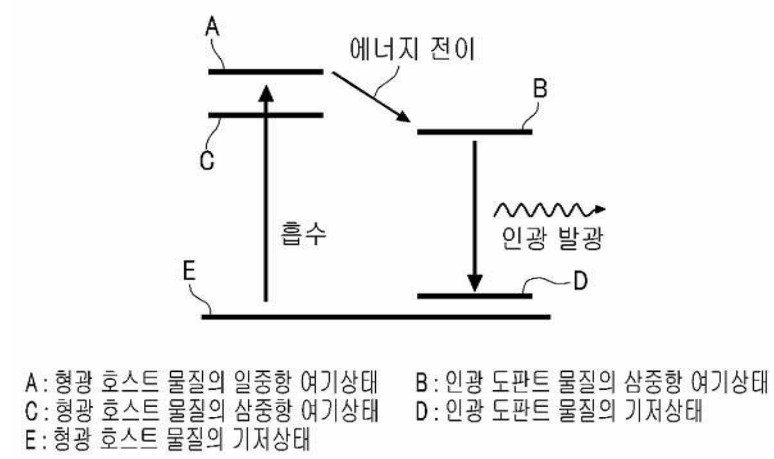
- [illegible]

도면

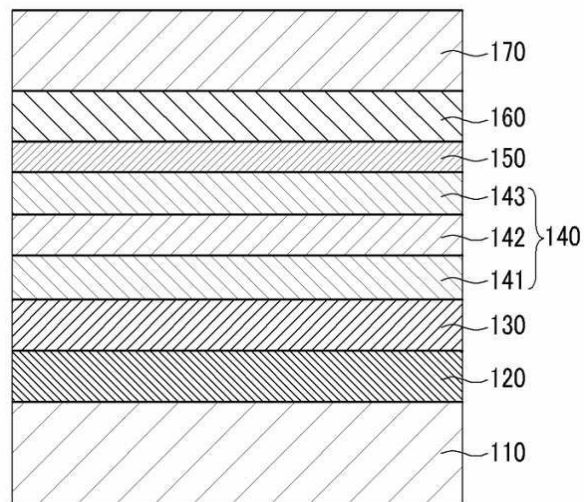
도면1



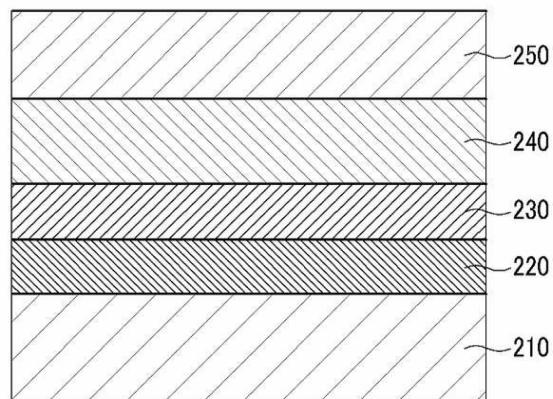
도면2



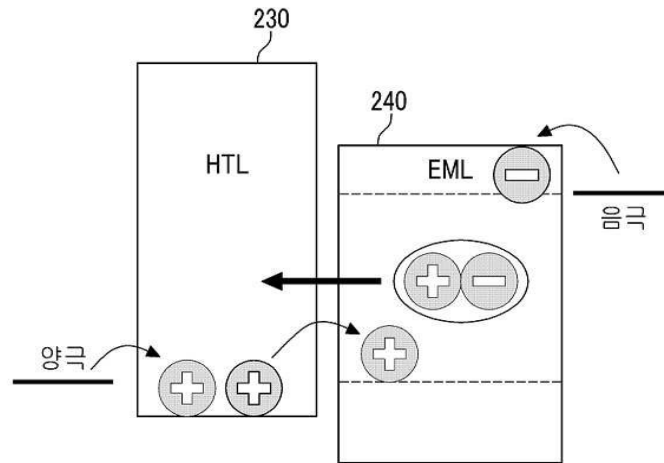
도면3



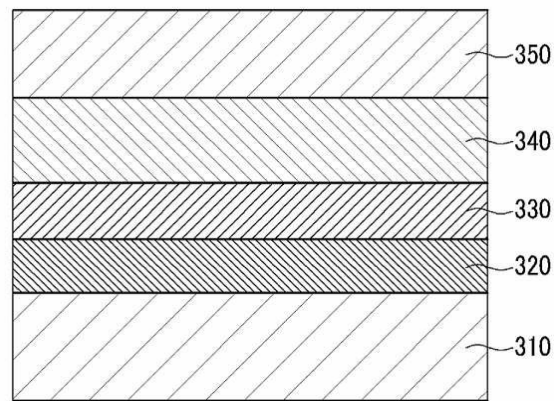
도면4



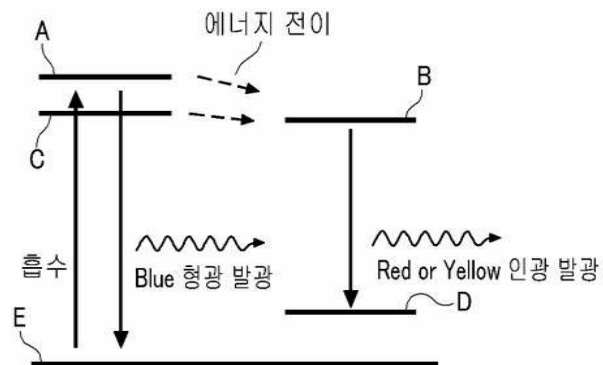
도면5



도면6

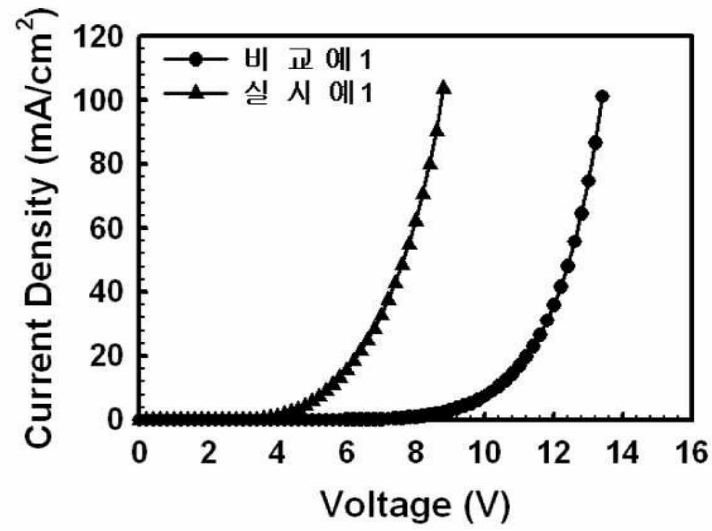


도면7

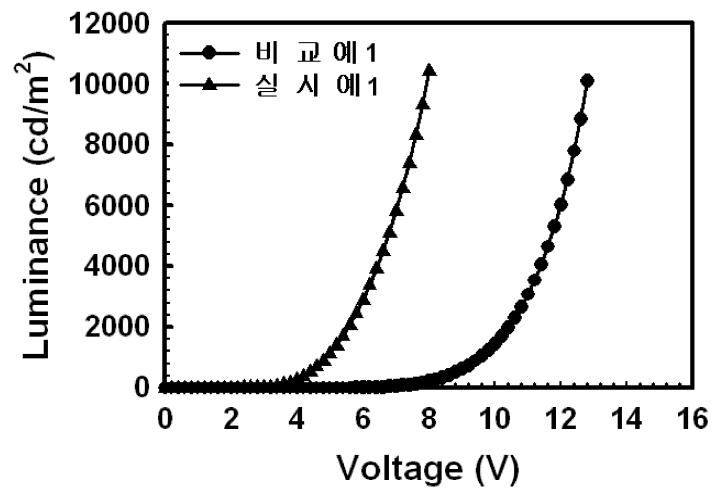


- A: 형광 호스트 물질의 일중항 여기상태 B: 인광 도판트 물질의 삼중항 여기상태
C: 형광 호스트 물질의 삼중항 여기상태 D: 인광 도판트 물질의 기저상태
E: 형광 호스트 물질의 기저상태

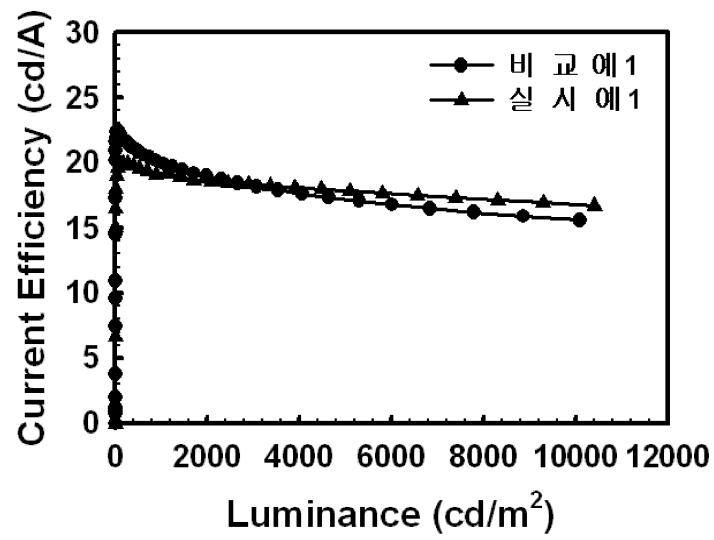
도면8a



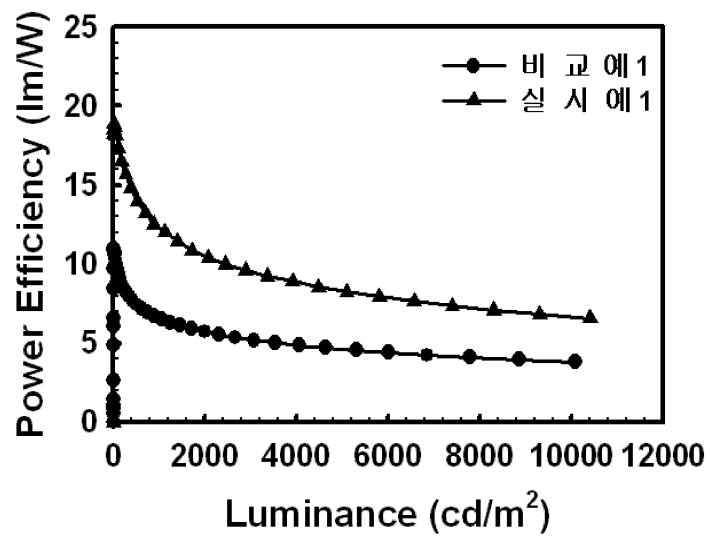
도면8b



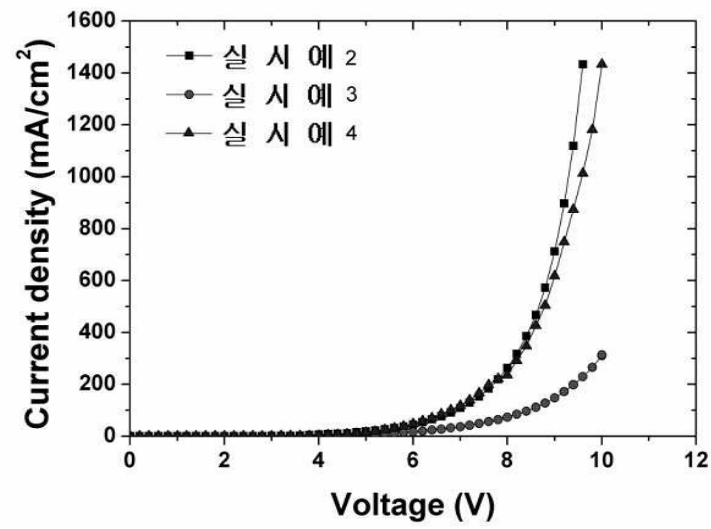
도면9a



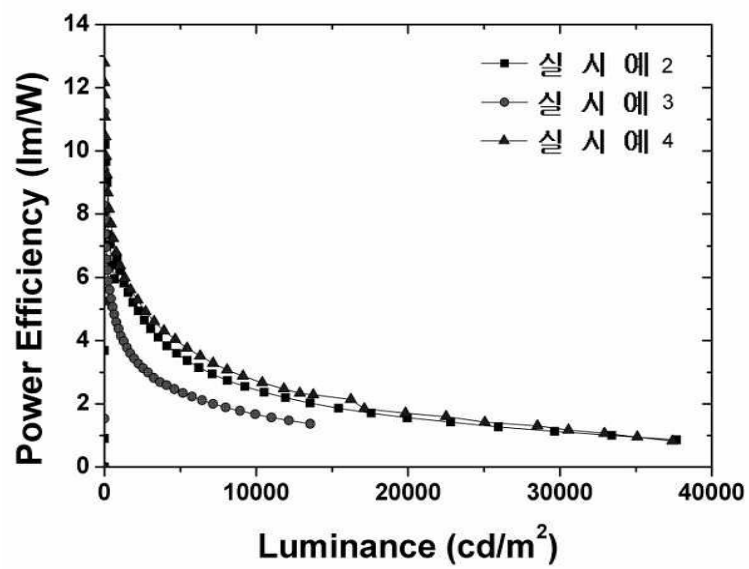
도면9b



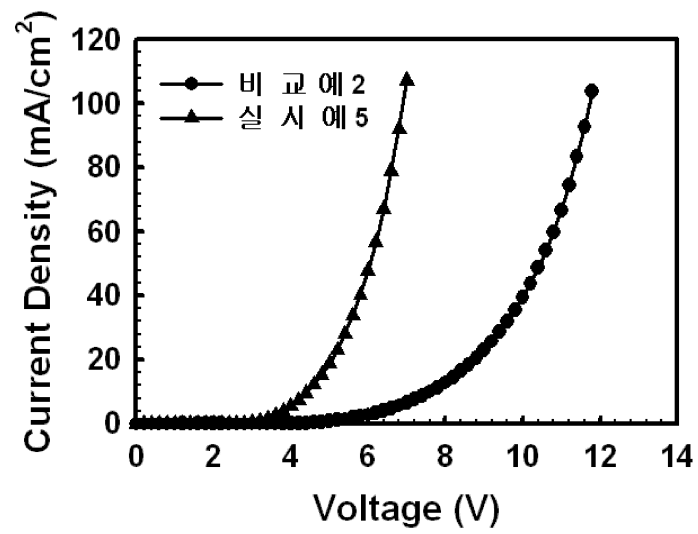
도면10



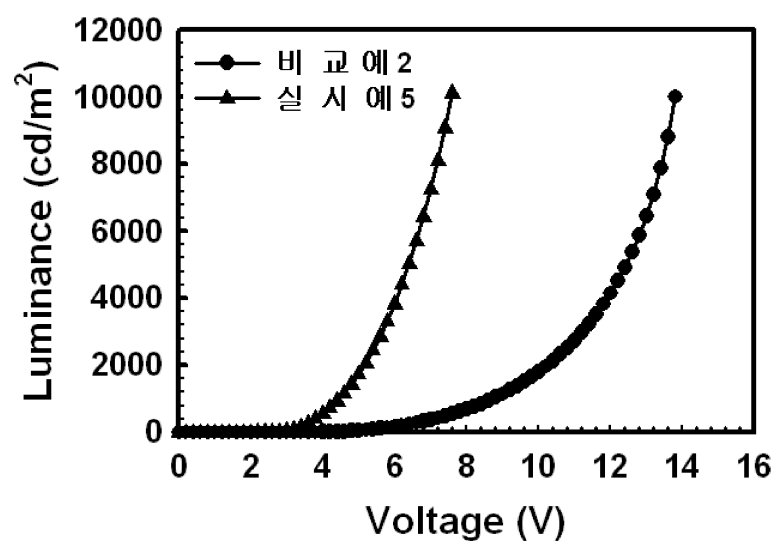
도면11



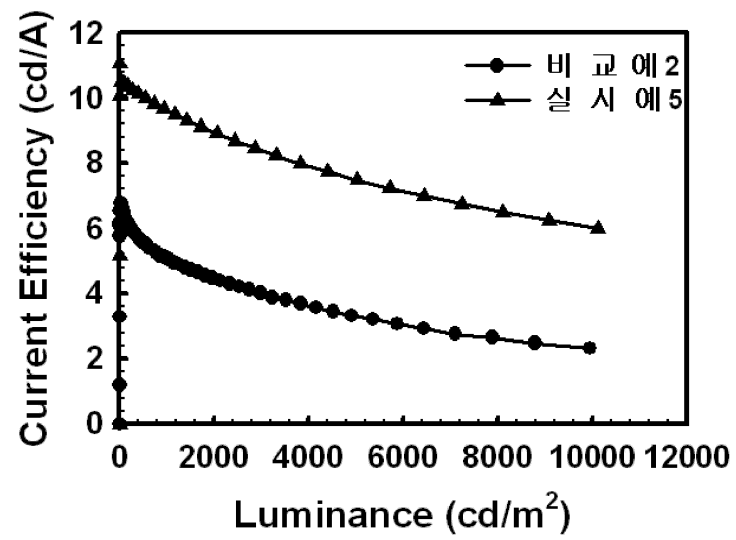
도면12a



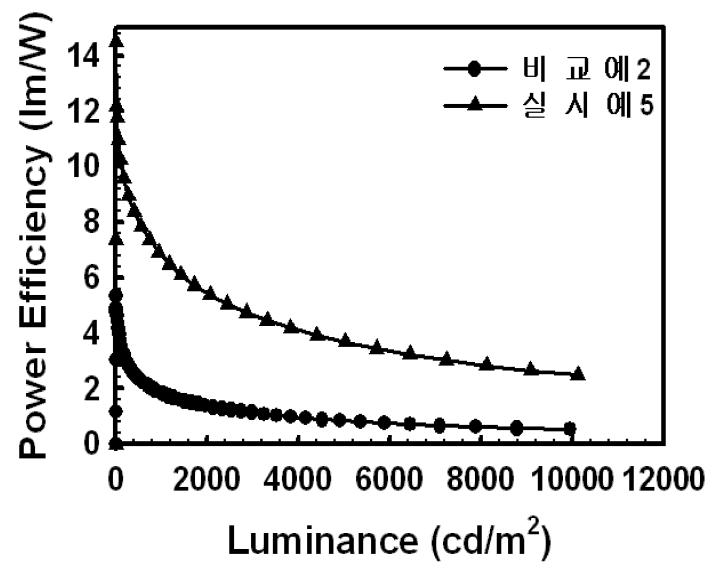
도면12b



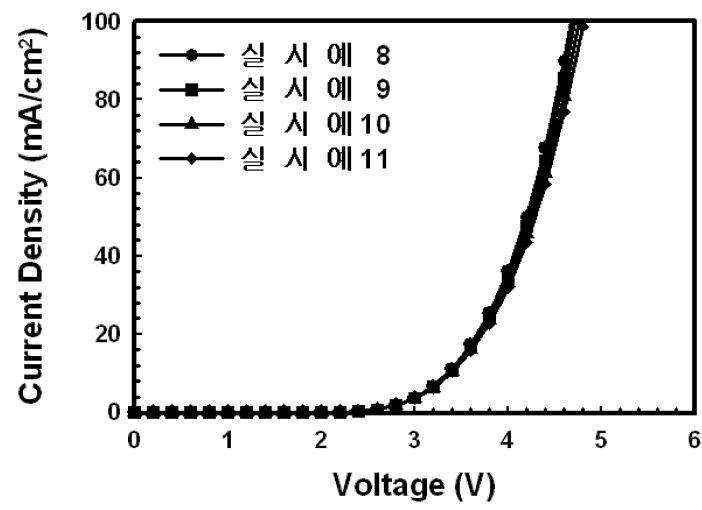
도면13a



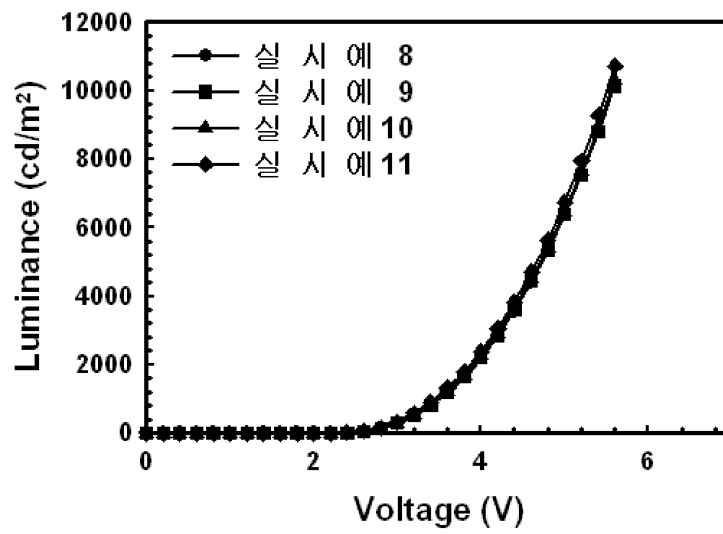
도면13b



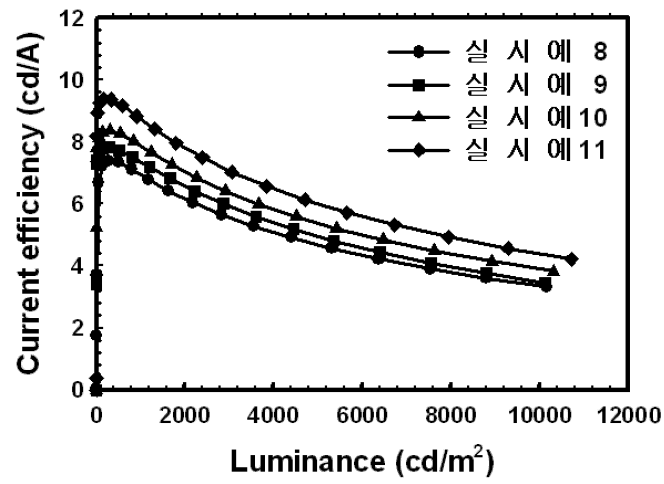
도면14a



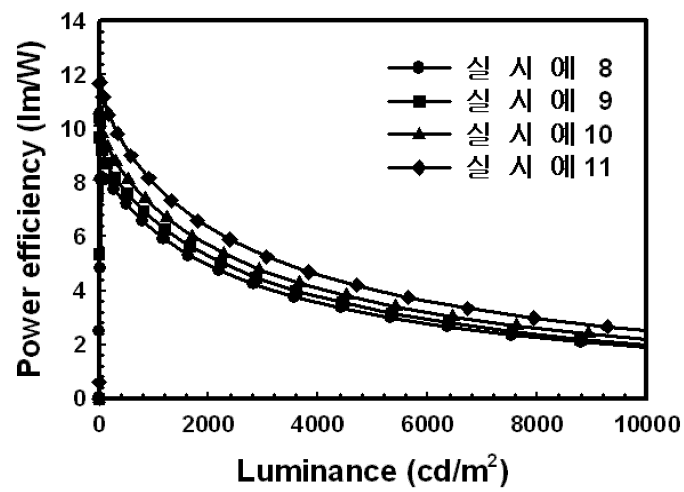
도면14b



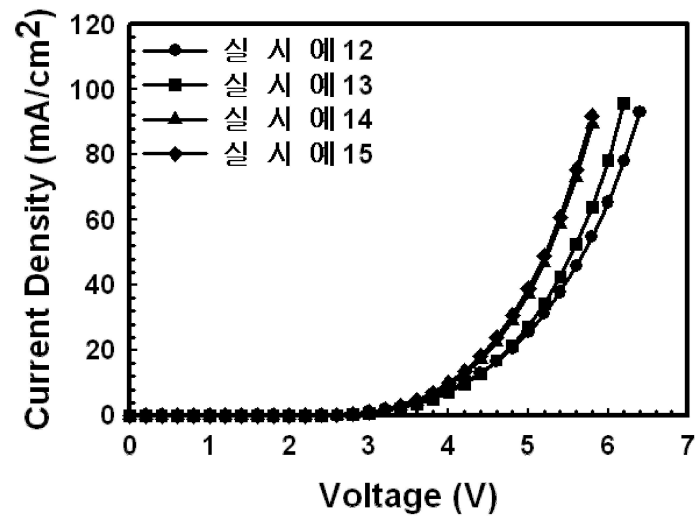
도면15a



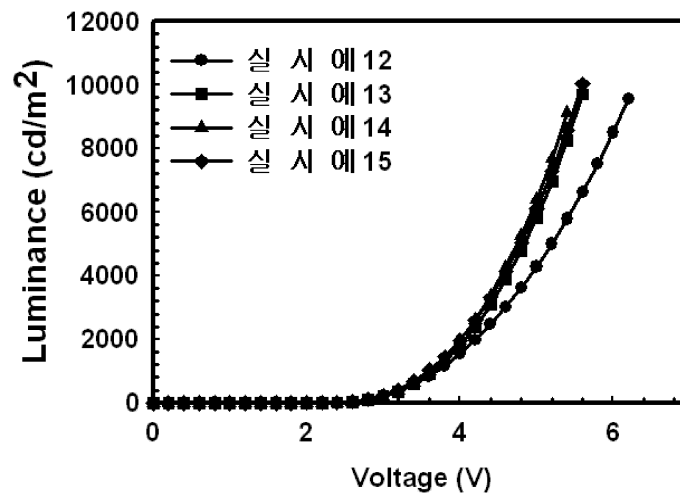
도면15b



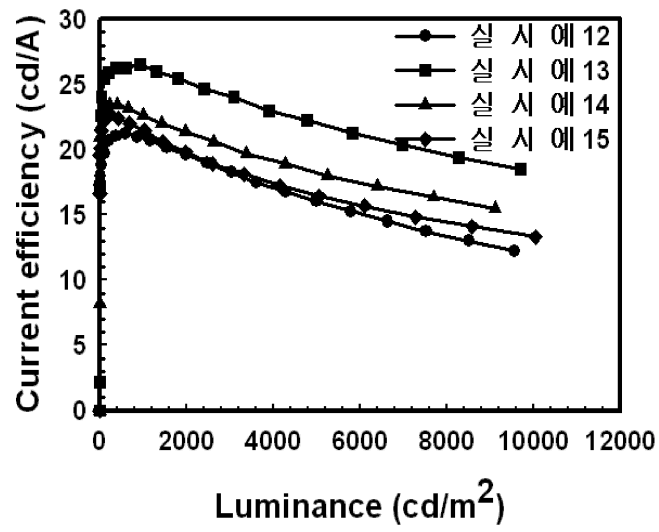
도면16a



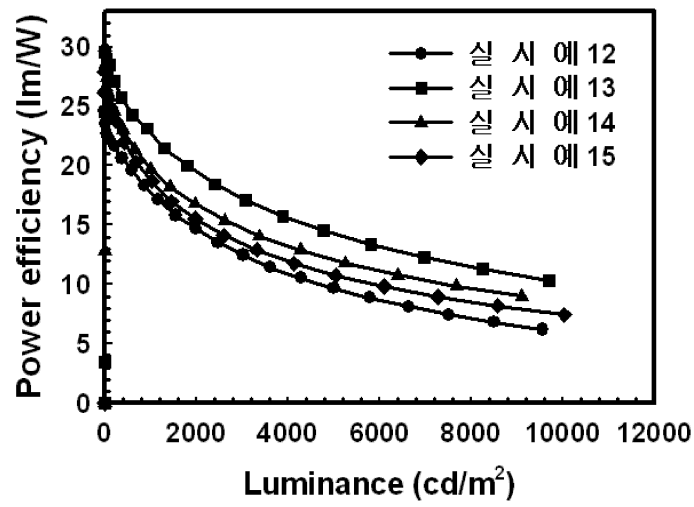
도면16b



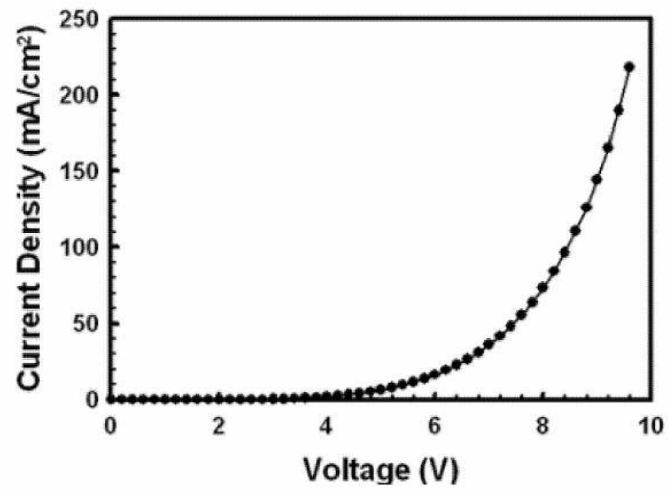
도면17a



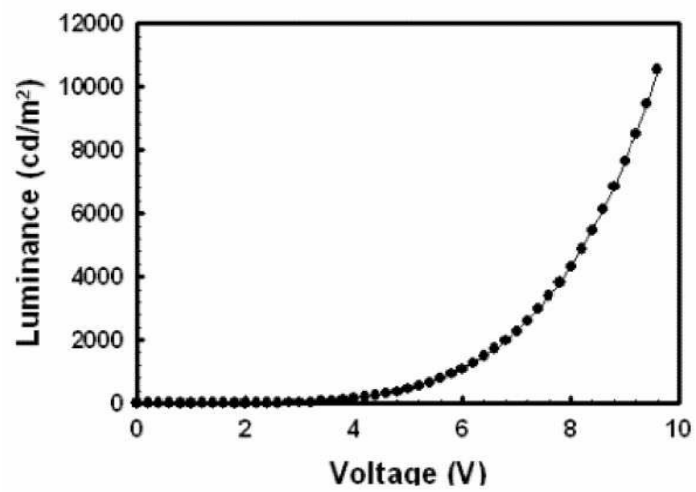
도면17b



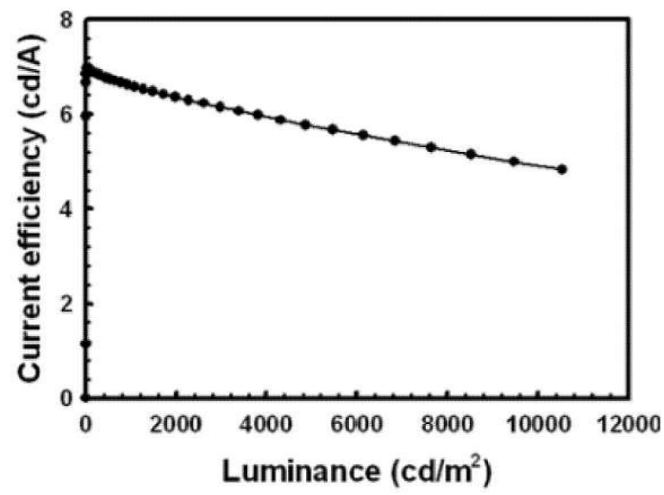
도면18a



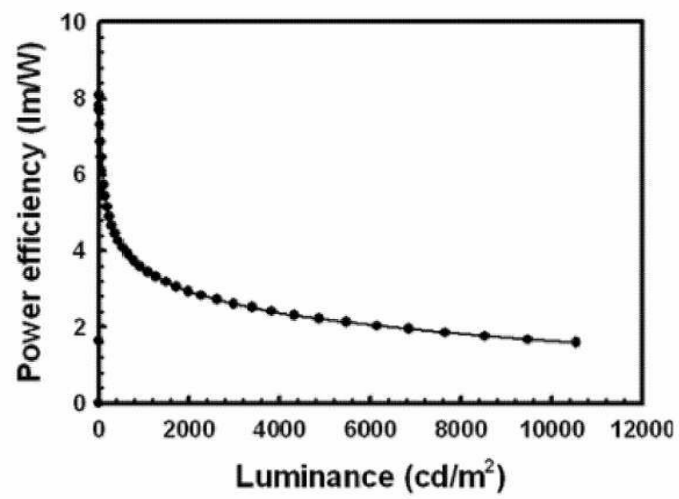
도면18b



도면19a



도면19b



专利名称(译)	有机光伏器件和用于其的材料		
公开(公告)号	KR1020080106130A	公开(公告)日	2008-12-04
申请号	KR1020080051214	申请日	2008-05-30
[标]申请(专利权)人(译)	第一毛织株式会社		
申请(专利权)人(译)	第一毛织有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	第一毛织有限公司		
[标]发明人	JUNG HO KUK 정호국 KANG EUI SU 강의수 KANG MYEONG SOON 강명순 PARK JIN SEONG 박진성 YU EUN SUN 유은선 HUH DAL HO 허달호 CHAE MI YOUNG 채미영 KWON JANG HYUK 권장혁 JANG JIN 장진 PARK TAE JIN 박태진 JEON WOO SIK 전우식		
发明人	정호국 강의수 강명순 박진성 유은선 허달호 채미영 권장혁 장진 박태진 전우식		
IPC分类号	C09K11/06		
CPC分类号	C09B57/007 H01L51/5036 C07D213/30 H01L2251/554 C07D277/24 C09K2211/1029 H01L51/0085 C09K2211/1037 C07D221/10 H01L51/0077 C09B57/10 C07F7/0836 C09K11/06 C07D263/57 C09K2211/1033 C09B57/00 H05B33/14 C09K2211/186 C09K2211/1059 H01L51/5016 C07D221/08 C09K2211/1044		
优先权	1020070052637 2007-05-30 KR 1020070052635 2007-05-30 KR		

外部链接 [Espacenet](#)

摘要(译)

本发明涉及有机光电器件及其中使用的材料。有机光电器件包括基板;阳极形成在基板上;形成在阳极上的空穴传输层上形成的发光层：空穴传输层;阴极形成在发光层上。发光层是主体，磷光发光掺杂剂可以指主体的脱氧电位（还原电位）的脱氧电位或氧化电位和磷光发光掺杂剂或其暗示的氧化电位小于0.5的差异。电子伏特。由于与传统的有机光电装置相比，即使在高效率和低电压操作可能的情况下，根据本发明的有机光电装置也具有简单的结构，因此可以降低生产成本。发光二极管，主体，磷光发光掺杂剂，氧化电位，脱氧电位，能量转移。

