(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월27일
(11) 등록번호 10-1466150
(24) 등록일자 2014년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 235/00 (2006.01) *H01L 51/54* (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0140564
(22) 출원일자 2010년12월31일
심사청구일자 2012년08월06일
(65) 공개번호 10-2012-0078303
(43) 공개일자 2012년07월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080105112 A*
KR1020100077675 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
제일모직 주식회사
경상북도 구미시 구미대로 58 (공단동)
(72) 발명자
정호국
경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)
강동민
경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 오세주

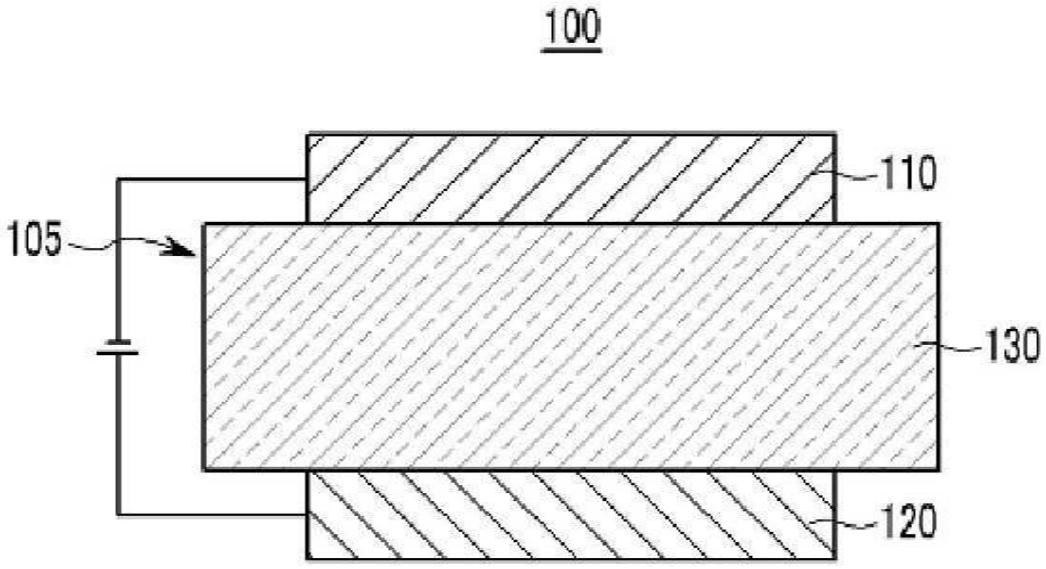
(54) 발명의 명칭 **유기광전소자용 화합물 및 이를 포함하는 유기광전소자**

(57) 요 약

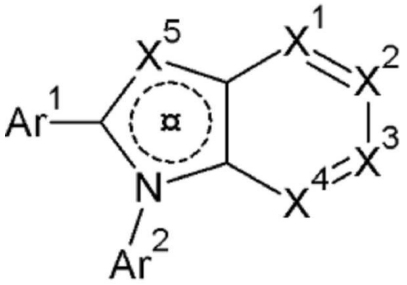
유기광전소자용 화합물 및 이를 포함하는 유기광전소자에 관한 것으로, 하기 화학식 1로 표시되는 유기광전소자용 화합물을 제공하여, 우수한 전기화학적 및 열적 안정성으로 수명 특성이 우수하고, 낮은 구동전압에서도 높은 발광효율을 가지는 유기광전소자를 제조할 수 있다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



[화학식 1]



상기 화학식 1의 정의는 본 명세서에 기재된 바와 같다.

(72) 발명자

강명순

경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)

강의수

경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)

김남수

경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)

이남헌

경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)

채미영

경기도 의왕시 고산로 56 (고천동, 제일모직)

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

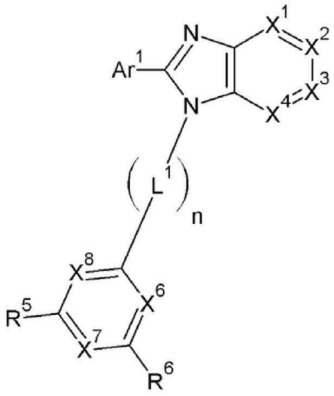
청구항 4

삭제

청구항 5

하기 화학식 6으로 표시되는 것인 유기광전소자용 화합물:

[화학식 6]



상기 화학식 6에서,

X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고,

상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고,

Ar^1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이고,

L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고,

n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고,

X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고,

상기 R'는 수소 또는 중수소이고,

X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고,

R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트라세

닐기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기, 치환 또는 비치환된 파이레닐기, 치환 또는 비치환된 크라이세닐기 또는 이들의 조합이다.

청구항 6

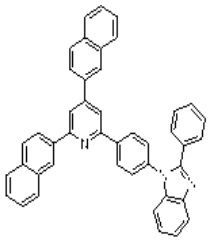
삭제

청구항 7

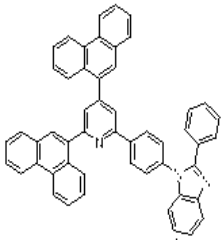
제 5 항에 있어서,

상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 A2, A3, A5, A6, A8, A9, A11, A12, A14, A15, A17, A18, A20, A21, A23, A24, A26, A27, A29, A30, A32, A33, A35, A36, A38, A39, A41, A42, A44, A45, A47, A48, A50, A51, A53, A54, A56, A57, A59, A60, A62, A63, A65, A66, A68, A69, A71, A72, A74, A75, A77, A78, A80, A81, A83, A84, A86, A87, A89, A90, A92, A93, A95, A96, A98 및 A99 중 어느 하나로 표시되는 것인 유기광전소자용 화합물.

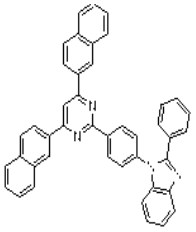
[화학식 A2]



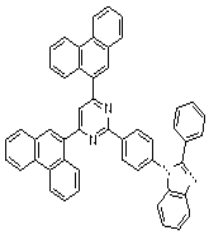
[화학식 A3]



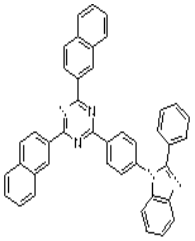
[화학식 A5]



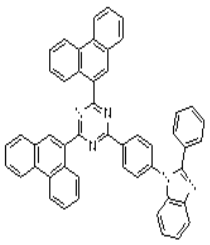
[화학식 A6]



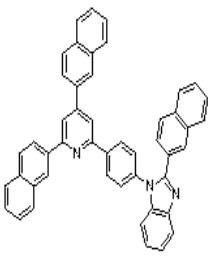
[화학식 A8]



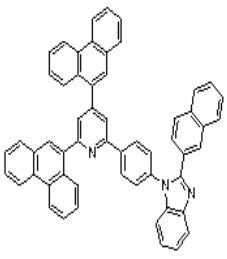
[화학식 A9]



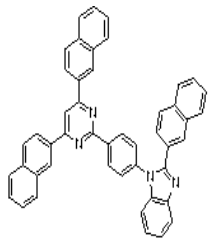
[화학식 A11]



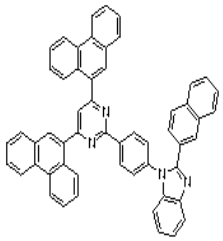
[화학식 A12]



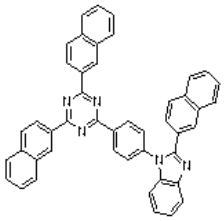
[화학식 A14]



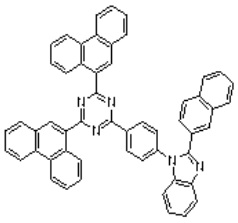
[화학식 A15]



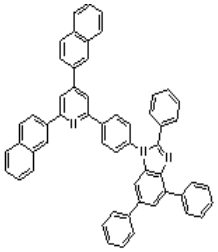
[화학식 A17]



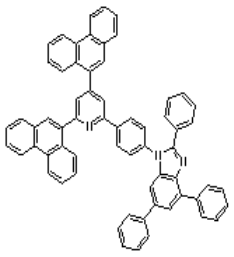
[화학식 A18]



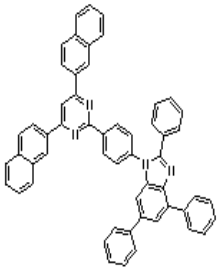
[화학식 A20]



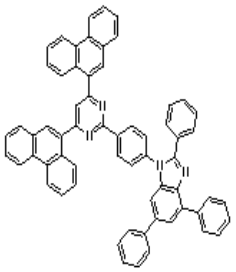
[화학식 A21]



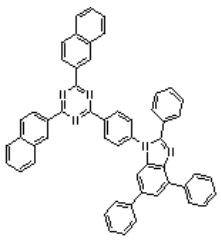
[화학식 A23]



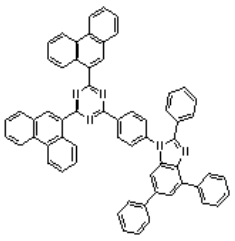
[화학식 A24]



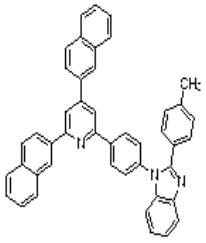
[화학식 A26]



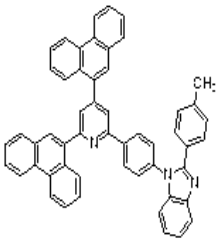
[화학식 A27]



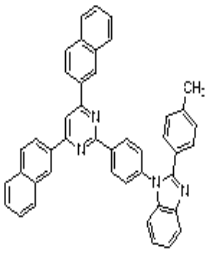
[화학식 A29]



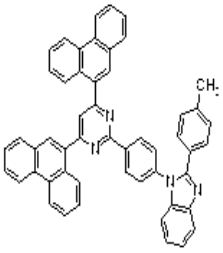
[화학식 A30]



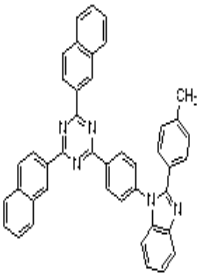
[화학식 A32]



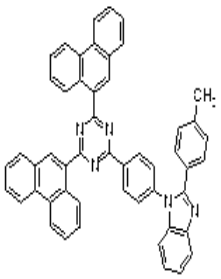
[화학식 A33]



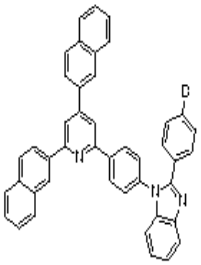
[화학식 A35]



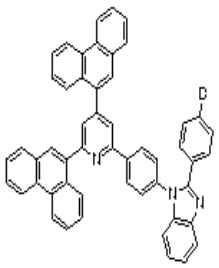
[화학식 A36]



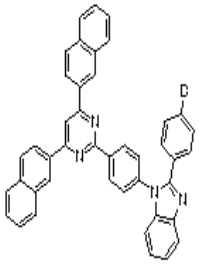
[화학식 A38]



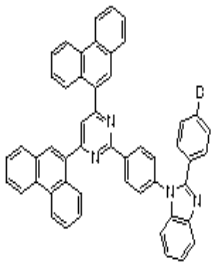
[화학식 A39]



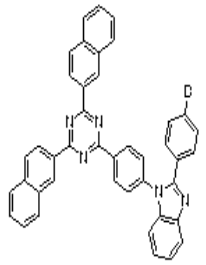
[화학식 A41]



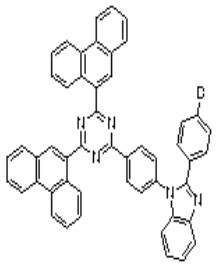
[화학식 A42]



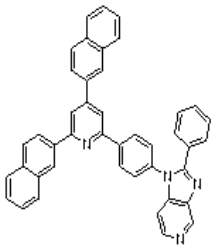
[화학식 A44]



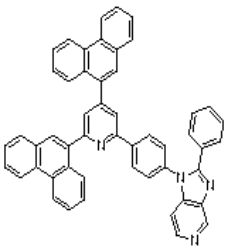
[화학식 A45]



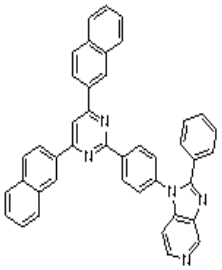
[화학식 A47]



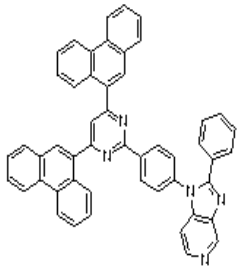
[화학식 A48]



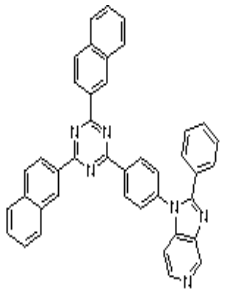
[화학식 A50]



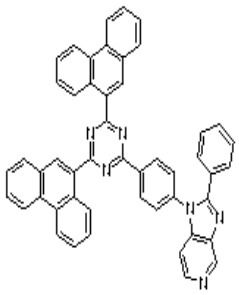
[화학식 A51]



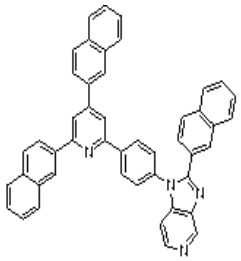
[화학식 A53]



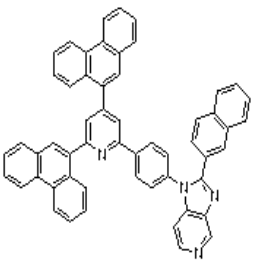
[화학식 A54]



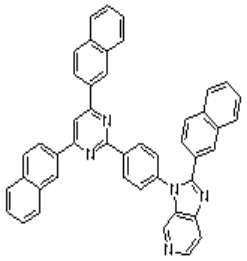
[화학식 A56]



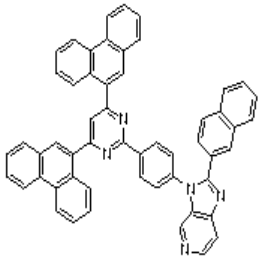
[화학식 A57]



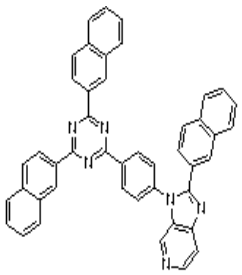
[화학식 A59]



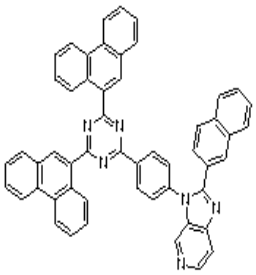
[화학식 A60]



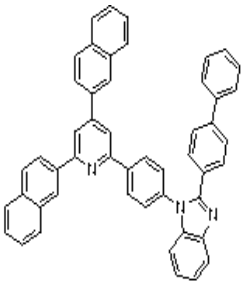
[화학식 A62]



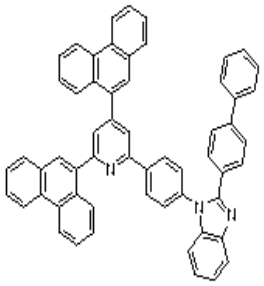
[화학식 A63]



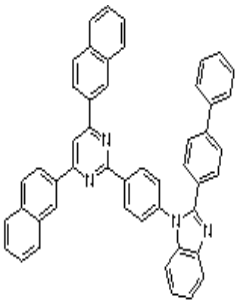
[화학식 A65]



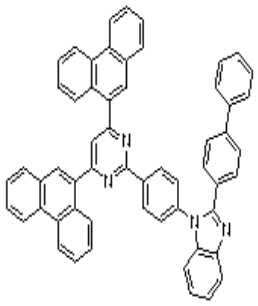
[화학식 A66]



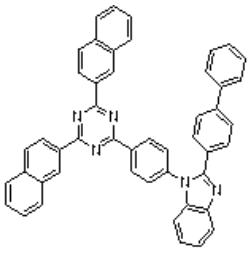
[화학식 A68]



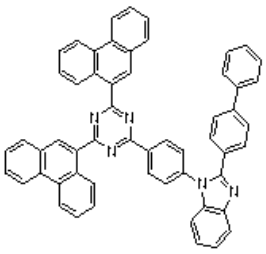
[화학식 A69]



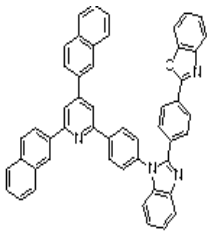
[화학식 A71]



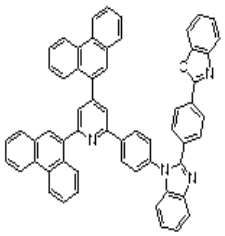
[화학식 A72]



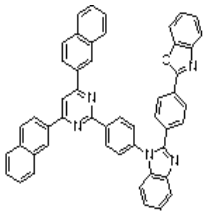
[화학식 A74]



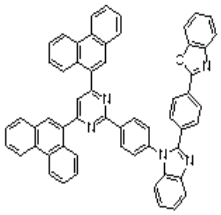
[화학식 A75]



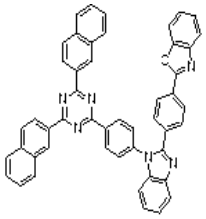
[화학식 A77]



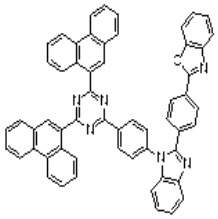
[화학식 A78]



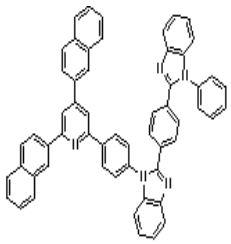
[화학식 A80]



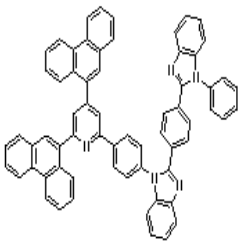
[화학식 A81]



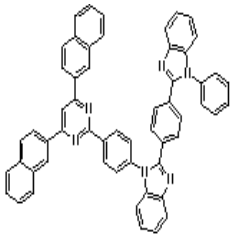
[화학식 A83]



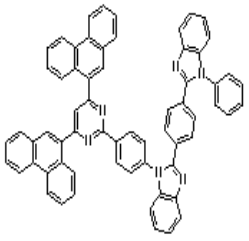
[화학식 A84]



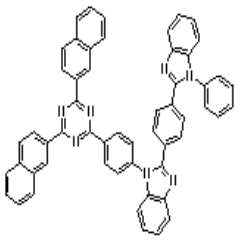
[화학식 A86]



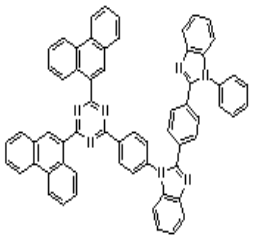
[화학식 A87]



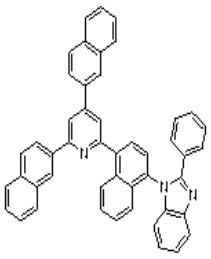
[화학식 A89]



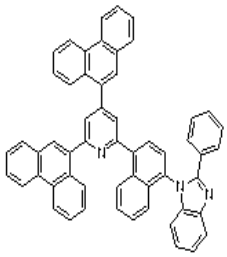
[화학식 A90]



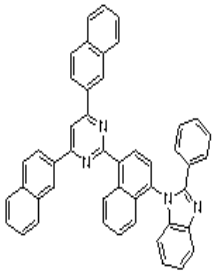
[화학식 A92]



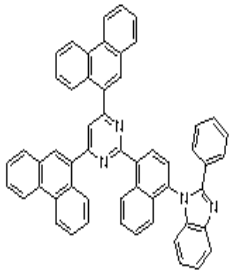
[화학식 A93]



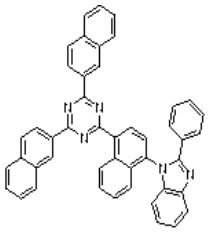
[화학식 A95]



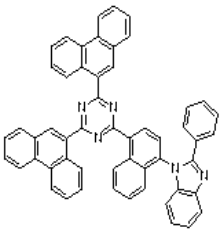
[화학식 A96]



[화학식 A98]



[화학식 A99]



청구항 8

제 5 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 유기광전소자는 유기발광소자, 유기태양전지, 유기트랜지스터, 유기 감광체 드럼 및 유기메모리소자로 이루어진 군에서 선택되는 것인 유기광전소자용 화합물.

청구항 9

양극, 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 개재되는 적어도 한 층 이상의 유기박막층을 포함하는 유기발광소자에 있어서,

상기 유기박막층 중 적어도 어느 한 층은 상기 제 5 항 또는 제 7 항에 따른 유기광전소자용 화합물을 포함하는 것인 유기발광소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 유기박막층은 발광층, 정공수송층, 정공주입층, 전자수송층, 전자주입층, 정공차단층 및 이들의 조합을 이루어진 군에서 선택되는 것인 유기발광소자.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 유기광전소자용 화합물은 전자수송층 또는 전자주입층 내에 포함되는 것인 유기발광소자.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 포함되는 것인 유기발광소자.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 인광 또는 형광 호스트 재료로서 사용되는 것인 유기발광소자.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 형광 청색 도펀트 재료로서 사용되는 것인 유기발광소자.

청구항 15

제 9 항의 유기발광소자를 포함하는 것인 표시장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 수명, 효율, 전기화학적 안정성 및 열적 안정성이 우수한 유기광전소자를 제공할 수 있는 유기광전소자용 화합물 및 이를 포함하는 유기광전소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기광전소자(organic photoelectric device)라 함은 정공 또는 전자를 이용한 전극과 유기물 사이에서의 전하 교류를 필요로 하는 소자를 의미한다.

[0003] 유기광전소자는 동작 원리에 따라 하기와 같이 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 외부의 광원으로부터 소자로 유입된 광자에 의하여 유기물층에서 엑시톤(exciton)이 형성되고 이 엑시톤이 전자와 정공으로 분리되고, 이 전자와 정공이 각각 다른 전극으로 전달되어 전류원(전압원)으로 사용되는 형태의 전자소자이다.

[0004] 둘째는 2 개 이상의 전극에 전압 또는 전류를 가하여 전극과 계면을 이루는 유기물 반도체에 정공 또는 전자를 주입하고, 주입된 전자와 정공에 의하여 동작하는 형태의 전자소자이다.

[0005] 유기광전소자의 예로는 유기발광소자, 유기태양전지, 유기감광체 드럼(organic photo conductor drum), 유기트랜지스터 등이 있으며, 이들은 모두 소자의 구동을 위하여 정공의 주입 또는 수송 물질, 전자의 주입 또는 수송 물질, 또는 발광 물질을 필요로 한다.

[0006] 특히, 유기발광소자(organic light emitting diodes, OLED)는 최근 평판 디스플레이(flat panel display)의 수요가 증가함에 따라 주목받고 있다. 일반적으로 유기 발광 현상이란 유기 물질을 이용하여 전기에너지를 빛에너지로 전환시켜주는 현상을 말한다.

[0007] 이러한 유기발광소자는 유기발광재료에 전류를 가하여 전기에너지를 빛으로 전환시키는 소자로서 통상 양극

(anode)과 음극(cathode) 사이에 기능성 유기물 층이 삽입된 구조로 이루어져 있다. 여기서 유기물층은 유기광전소자의 효율과 안정성을 높이기 위하여 각기 다른 물질로 구성된 다층의 구조로 이루어진 경우가 많으며, 예컨대 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층 등으로 이루어질 수 있다.

[0008] 이러한 유기발광소자의 구조에서 두 전극 사이에 전압을 걸어주게 되면 양극에서는 정공(hole)이, 음극에서는 전자(electron)가 유기물층에 주입되게 되고, 주입된 정공과 전자가 만나 재결합(recombination)에 의해 에너지가 높은 여기자를 형성하게 된다. 이때 형성된 여기자가 다시 바닥상태(ground state)로 이동하면서 특정한 파장을 갖는 빛이 발생하게 된다.

[0009] 최근에는, 형광 발광물질뿐 아니라 인광 발광물질도 유기광전소자의 발광물질로 사용될 수 있음이 알려졌으며, 이러한 인광 발광은 바닥상태(ground state)에서 여기상태(excited state)로 전자가 전이한 후, 계간 전이(intersystem crossing)를 통해 단일항 여기자가 삼중항 여기자로 비발광 전이된 다음, 삼중항 여기자가 바닥상태로 전이하면서 발광하는 메카니즘으로 이루어진다.

[0010] 상기한 바와 같이 유기발광소자에서 유기물층으로 사용되는 재료는 기능에 따라, 발광 재료와 전하 수송 재료, 예컨대 정공주입 재료, 정공수송 재료, 전자수송 재료, 전자주입 재료 등으로 분류될 수 있다.

[0011] 또한, 발광 재료는 발광색에 따라 청색, 녹색, 적색 발광재료와 보다 나은 천연색을 구현하기 위해 필요한 노란색 및 주황색 발광 재료로 구분될 수 있다.

[0012] 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 효율과 안정성을 증가시키기 위하여 발광 재료로서 호스트/도판트 계를 사용할 수 있다.

[0013] 유기발광소자가 전술한 우수한 특징들을 충분히 발휘하기 위해서는 소자 내 유기물층을 이루는 물질, 예컨대 정공주입 물질, 정공수송 물질, 발광 물질, 전자수송 물질, 전자주입 물질, 발광 재료 중 호스트 및/또는 도판트 등이 안정하고 효율적인 재료에 의하여 뒷받침되는 것이 선행되어야 하며, 아직까지 안정하고 효율적인 유기발광소자용 유기물층 재료의 개발이 충분히 이루어지지 않은 상태이며, 따라서 새로운 재료의 개발이 계속 요구되고 있다. 이와 같은 재료 개발의 필요성은 전술한 다른 유기광전소자에서도 마찬가지이다.

[0014] 또한, 저분자 유기발광소자는 진공 증착법에 의해 박막의 형태로 소자를 제조하므로 효율 및 수명성능이 좋으며, 고분자 유기 발광 소자는 잉크젯(Inkjet) 또는 스핀코팅(spin coating)법을 사용하여 초기 투자비가 적고 대면적화가 유리한 장점이 있다.

[0015] 저분자 유기발광소자 및 고분자 유기발광소자는 모두 자체발광, 고속응답, 광시야각, 초박형, 고화질, 내구성, 넓은 구동온도범위 등의 장점을 가지고 있어 차세대 디스플레이로 주목을 받고 있다.특히 기존의 LCD(liquid crystal display)와 비교하여 자체발광형으로서 어두운 곳이나 외부의 빛이 들어와도 시안성이 좋으며, 백라이트가 필요 없어 LCD의 1/3수준으로 두께 및 무게를 줄일 수 있다.

[0016] 또한, 응답속도가 LCD에 비해 1000배 이상 빠른 마이크로 초 단위여서 잔상이 없는 완벽한 동영상을 구현할 수 있다. 따라서, 최근 본격적인 멀티미디어 시대에 맞춰 최적의 디스플레이로 각광받을 것으로 기대되며, 이러한 장점을 바탕으로 1980년대 후반 최초 개발 이후 효율 80배, 수명 100배 이상에 이르는 급격한 기술발전을 이루어 왔고, 최근에는 40인치 유기발광소자 패널이 발표되는 등 대형화가 급속히 진행되고 있다.

[0017] 대형화를 위해서는 발광 효율의 증대 및 소자의 수명 향상이 수반되어야 한다. 이때, 소자의 발광 효율은 발광층 내의 정공과 전자의 결합이 원활히 이루어져야 한다. 그러나, 일반적으로 유기물의 전자 이동도는 정공 이동도에 비해 느리므로, 발광층 내의 정공과 전자의 결합이 효율적으로 이루어지기 위해서는, 효율적인 전자 수송층을 사용하여 음극으로부터의 전자 주입 및 이동도를 높이는 동시에, 정공의 이동을 차단할 수 있어야 한다.

[0018] 또한, 수명 향상을 위해서는 소자의 구동시 발생하는 줄열(Joule heat)로 인해 재료가 결정화되는 것을 방지하여야 한다. 따라서, 전자의 주입 및 이동성이 우수하며, 전기화학적 안정성이 높은 유기 화합물에 대한 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

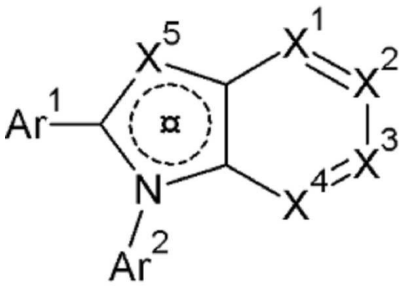
[0019] 발광, 또는 전자 주입 및 수송역할을 할 수 있고, 적절한 도펀트와 함께 발광 호스트로서의 역할을 할 수 있는 유기광전소자용 화합물을 제공한다.

[0020] 수명, 효율, 구동전압, 전기화학적 안정성 및 열적 안정성이 우수한 유기광전소자를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

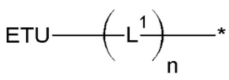
[0021] 본 발명의 일 측면에서는, 하기 화학식 1로 표시되는 유기광전소자용 화합물을 제공한다.

[0022] [화학식 1]

[0023] 

[0024] 상기 화학식 1에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, X^5는 -O-, -S-, -Se-, 또는 NR'이고, 상기 R^1 내지 R^4 및 R'는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1 또는 Ar^2 중 어느 하나는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이며, 나머지 하나는 하기 화학식 2로 표시되는 치환기이다.

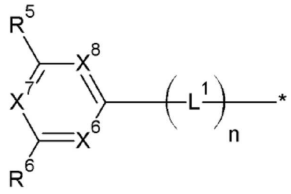
[0025] [화학식 2]

[0026] 

[0027] (상기 화학식 2에서, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, ETU는 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이다.)

[0028] 상기 화학식 2로 표시되는 치환기는 하기 화학식 3으로 표시되는 치환기인 것일 수 있다.

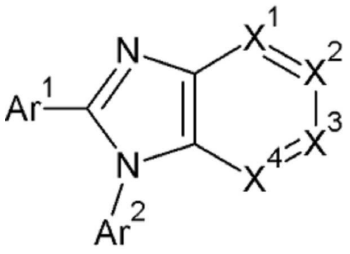
[0029] [화학식 3]

[0030] 

[0031] 상기 화학식 3에서, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

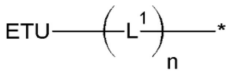
[0032] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 4로 표시되는 것일 수 있다.

[0033] [화학식 4]

[0034] 

[0035] 상기 화학식 4에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1 또는 Ar^2 중 어느 하나는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이며, 나머지 하나는 하기 화학식 2로 표시되는 치환기이다.

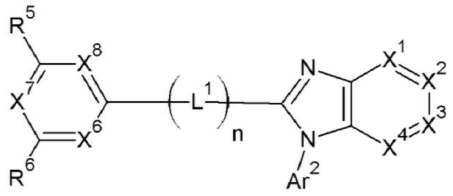
[0036] [화학식 2]

[0037] 

[0038] (상기 화학식 2에서, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, ETU는 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이다.)

[0039] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 5로 표시되는 것일 수 있다.

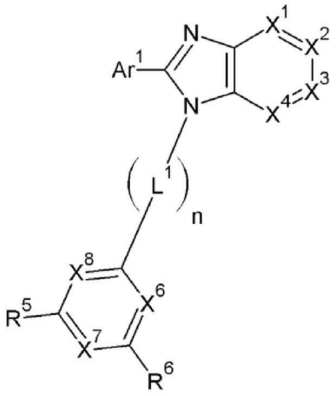
[0040] [화학식 5]

[0041] 

[0042] 상기 화학식 5에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^2는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

[0043] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 6으로 표시되는 것일 수 있다.

[0044] [화학식 6]



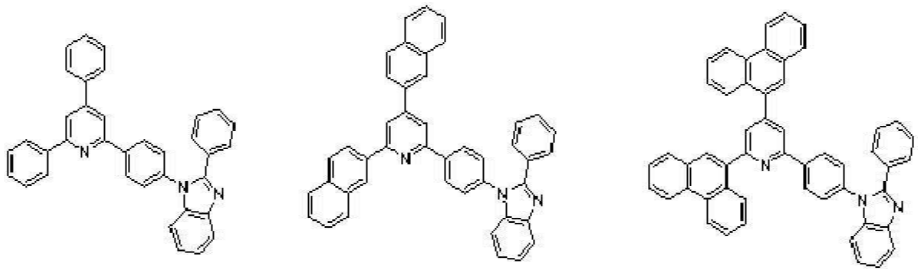
[0045]

[0046] 상기 화학식 6에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

[0047] 상기 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기는 치환 또는 비치환된 이미다졸릴기, 치환 또는 비치환된 트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 테트라졸릴기, 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 옥사다이아졸릴기, 치환 또는 비치환된 옥사트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 싸이아트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 벤즈이미다졸릴기, 치환 또는 비치환된 벤조트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 피리디닐기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐기, 치환 또는 비치환된 피라지닐기, 치환 또는 비치환된 피리다지닐기, 치환 또는 비치환된 퓨리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 이소퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기, 치환 또는 비치환된 나프피리디닐기, 치환 또는 비치환된 퀴녹살리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐기, 치환 또는 비치환된 아크리디닐기, 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기, 치환 또는 비치환된 페나지닐기 또는 이들의 조합인 것일 수 있다.

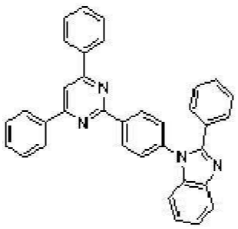
[0048] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 A1 내지 A99 중 어느 하나로 표시되는 것일 수 있다. => 화학식 5와 같은 구조의 예시는 이미 출원된 특허에서 제시되어서 따로 기재하지는 않았습니다.

[0049] [화학식 A1] [화학식 A2] [화학식 A3]



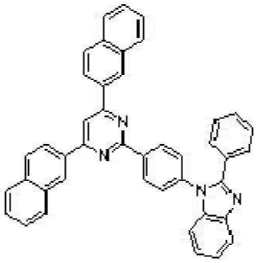
[0050]

[0051] [화학식 A4] [화학식 A5] [화학식 A6]

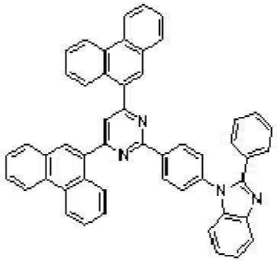


[0052]

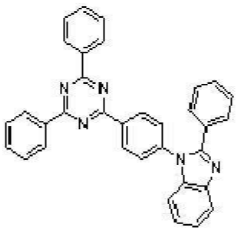
[0053] [화학식 A7]



[화학식 A8]

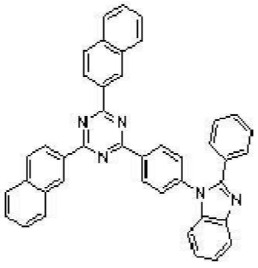


[화학식 A9]

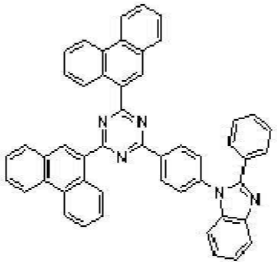


[0054]

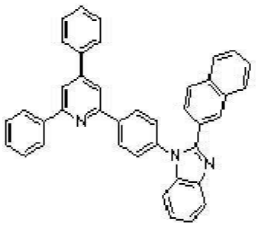
[0055] [화학식 A10]



[화학식 A11]

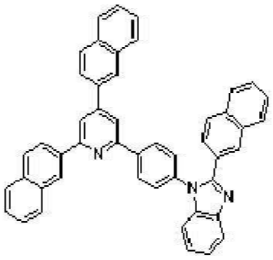


[화학식 A12]

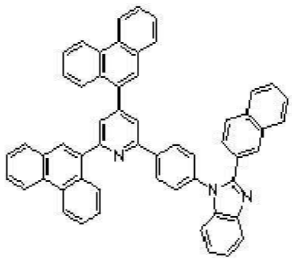


[0056]

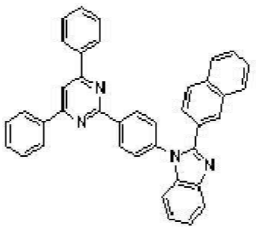
[0057] [화학식 A13]



[화학식 A14]

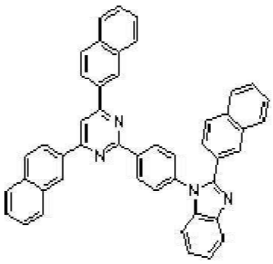


[화학식 A15]

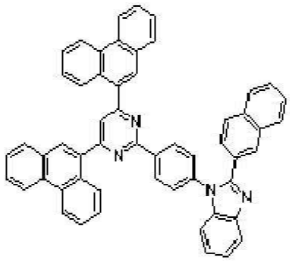


[0058]

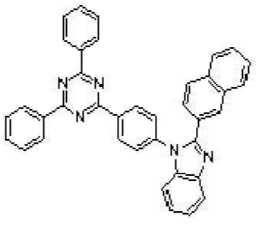
[0059] [화학식 A16]



[화학식 A17]

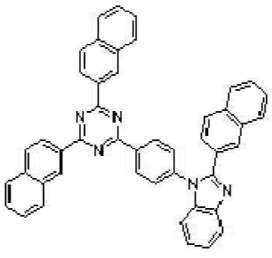


[화학식 A18]

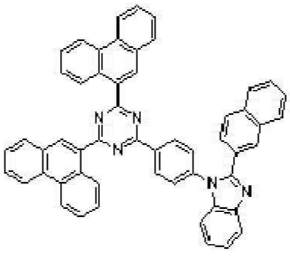


[0060]

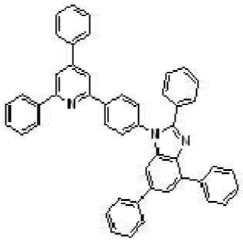
[0061] [화학식 A19]



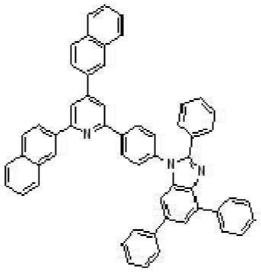
[화학식 A20]



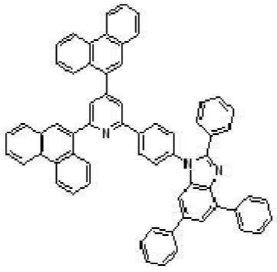
[화학식 A21]

[0062] 

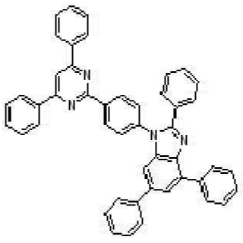
[0063] [화학식 A22]



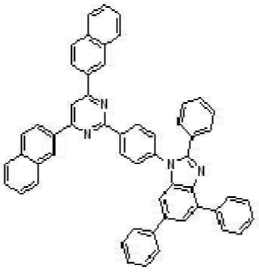
[화학식 A23]



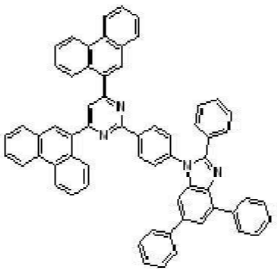
[화학식 A24]

[0064] 

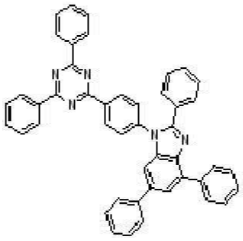
[0065] [화학식 A25]



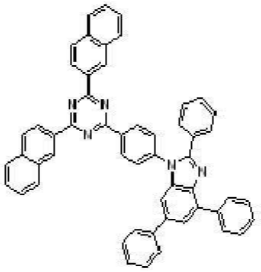
[화학식 A26]



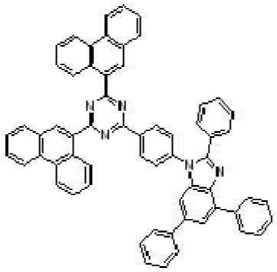
[화학식 A27]

[0066] 

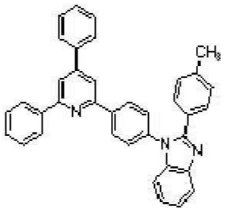
[0067] [화학식 A28]



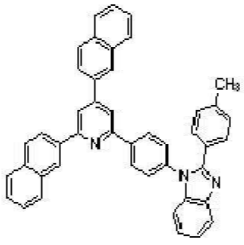
[화학식 A29]



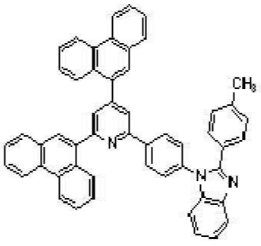
[화학식 A30]

[0068] 

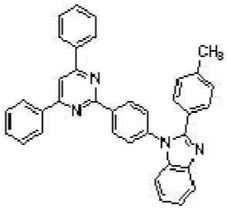
[0069] [화학식 A31]



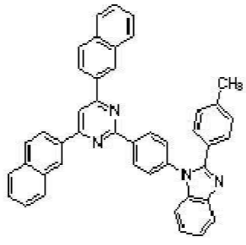
[화학식 A32]



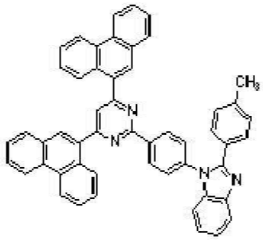
[화학식 A33]

[0070] 

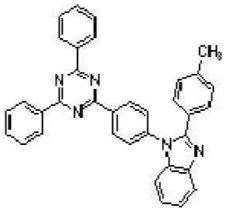
[0071] [화학식 A34]



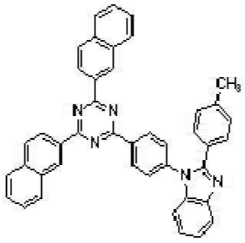
[화학식 A35]



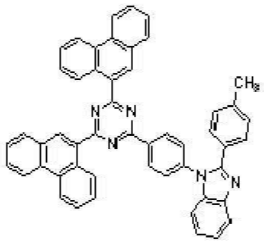
[화학식 A36]

[0072] 

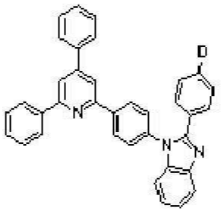
[0073] [화학식 A37]



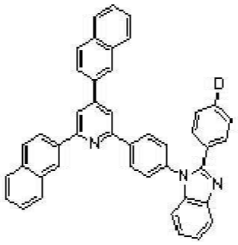
[화학식 A38]



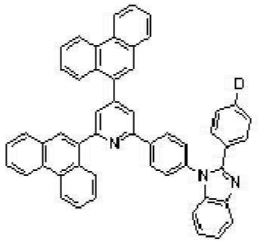
[화학식 A39]

[0074] 

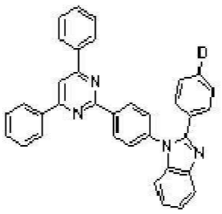
[0075] [화학식 A40]



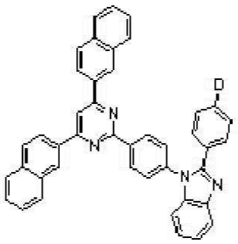
[화학식 A41]



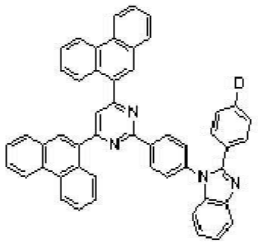
[화학식 A42]

[0076] 

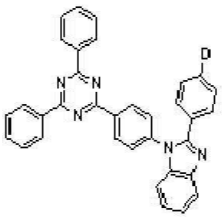
[0077] [화학식 A43]



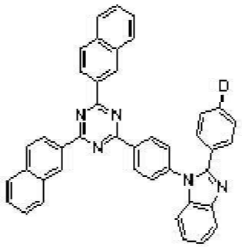
[화학식 A44]



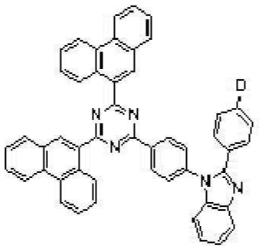
[화학식 A45]

[0078] 

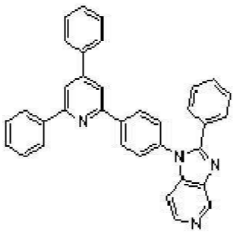
[0079] [화학식 A46]



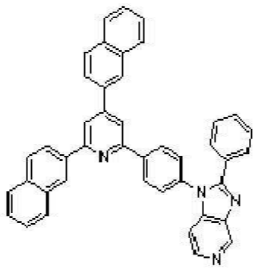
[화학식 A47]



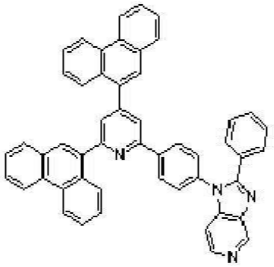
[화학식 A48]

[0080] 

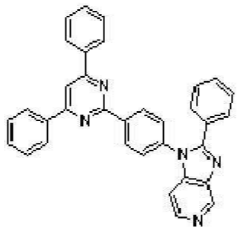
[0081] [화학식 A49]



[화학식 A50]

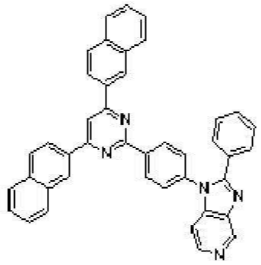


[화학식 A51]

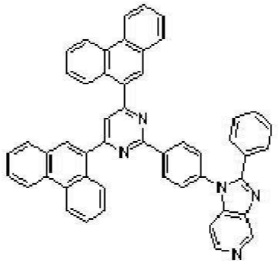


[0082]

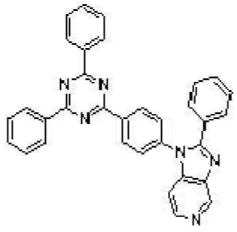
[0083] [화학식 A52]



[화학식 A53]

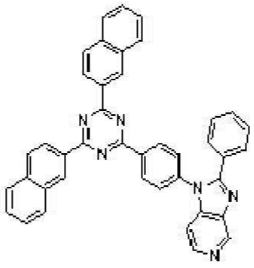


[화학식 A54]

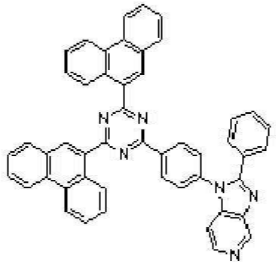


[0084]

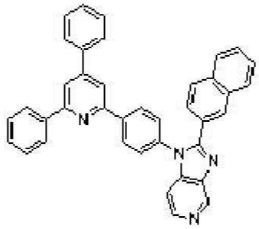
[0085] [화학식 A55]



[화학식 A56]

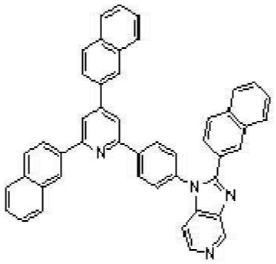


[화학식 A57]

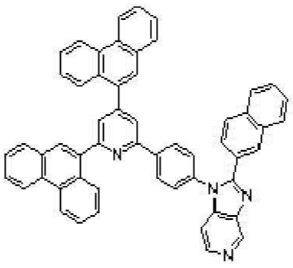


[0086]

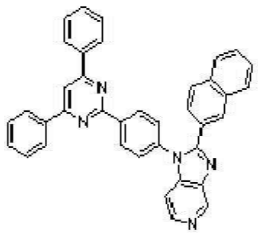
[0087] [화학식 A58]



[화학식 A59]

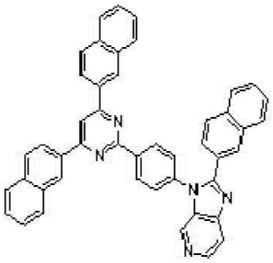


[화학식 A60]

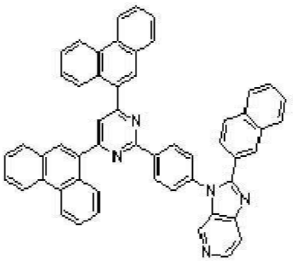


[0088]

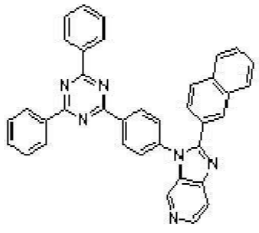
[0089] [화학식 A61]



[화학식 A62]

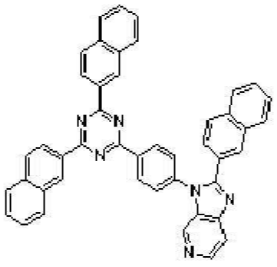


[화학식 A63]

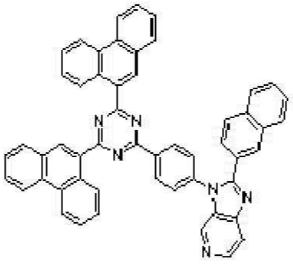


[0090]

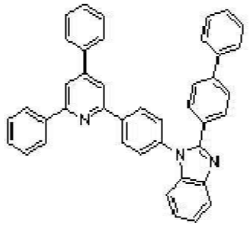
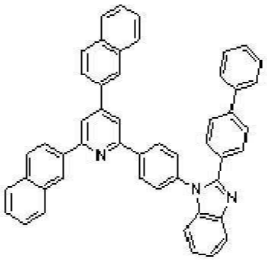
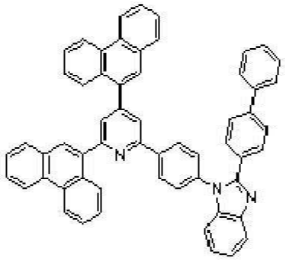
[0091] [화학식 A64]



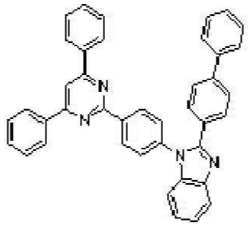
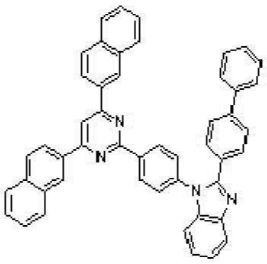
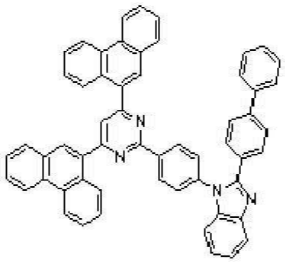
[화학식 A65]



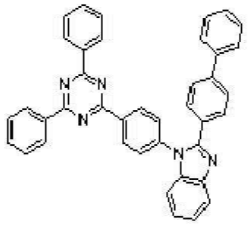
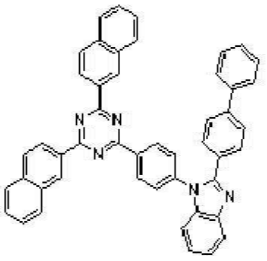
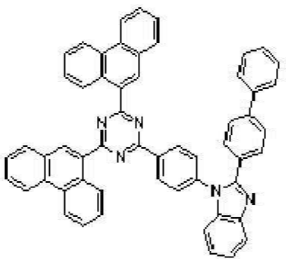
[화학식 A66]

[0092]   

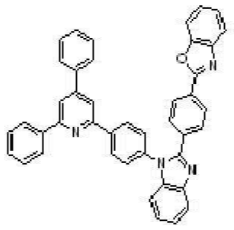
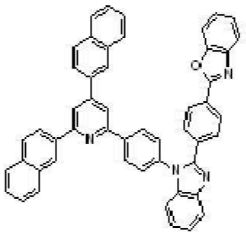
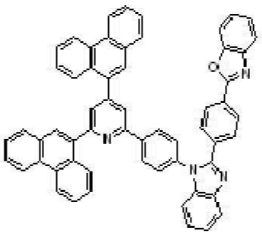
[0093] [화학식 A67] [화학식 A68] [화학식 A69]

[0094]   

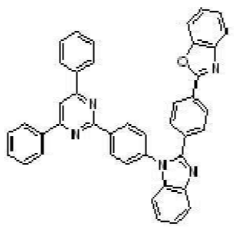
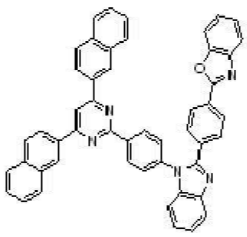
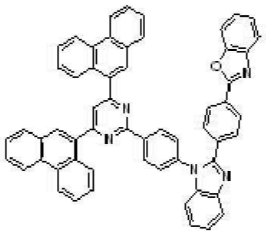
[0095] [화학식 A70] [화학식 A71] [화학식 A72]

[0096]   

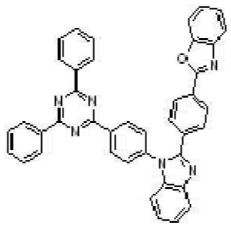
[0097] [화학식 A73] [화학식 A74] [화학식 A75]

[0098]   

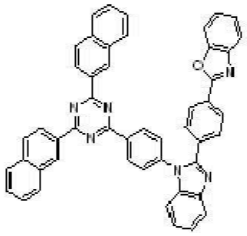
[0099] [화학식 A76] [화학식 A77] [화학식 A78]

[0100]   

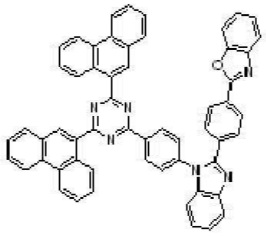
[0101] [화학식 A79] [화학식 A80] [화학식 A81]

[0102] 

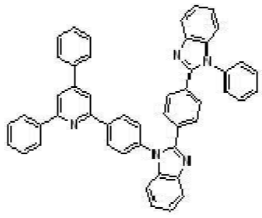
[0103] [화학식 A82]



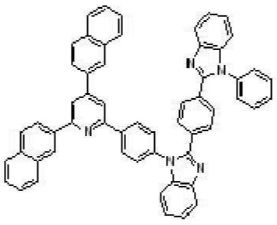
[화학식 A83]



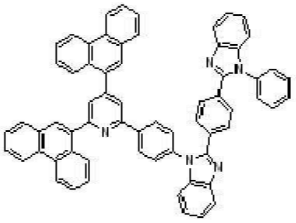
[화학식 A84]

[0104] 

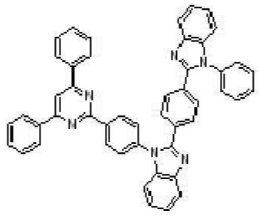
[0105] [화학식 A85]



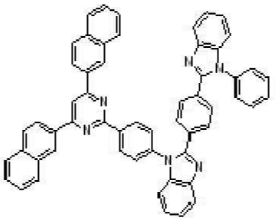
[화학식 A86]



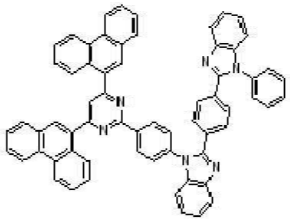
[화학식 A87]

[0106] 

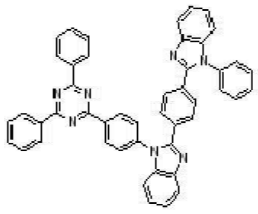
[0107] [화학식 A88]



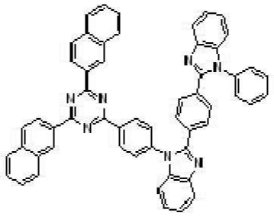
[화학식 A89]



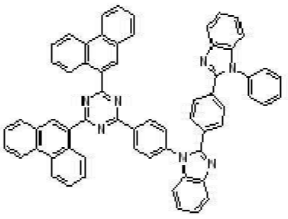
[화학식 A90]

[0108] 

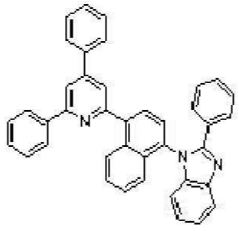
[0109] [화학식 A91]



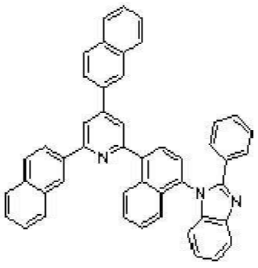
[화학식 A92]



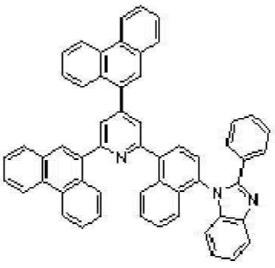
[화학식 A93]

[0110] 

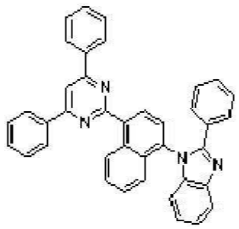
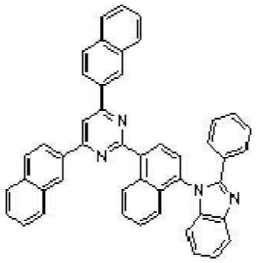
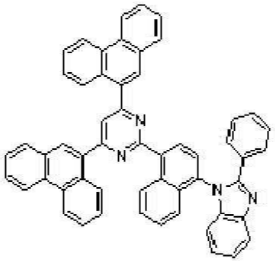
[0111] [화학식 A94]



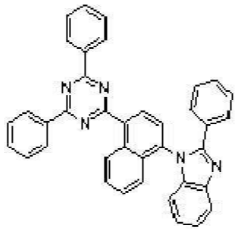
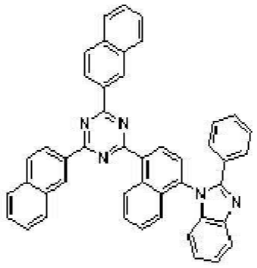
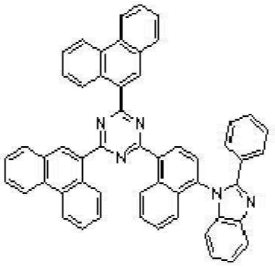
[화학식 A95]



[화학식 A96]

[0112]   

[0113] [화학식 A97] [화학식 A98] [화학식 A99]

[0114]   

[0115] 상기 유기광전소자는 유기발광소자, 유기태양전지, 유기트랜지스터, 유기 감광체 드럼 및 유기메모리소자로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.

[0116] 본 발명의 또 다른 측면에서는, 양극, 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 개재되는 적어도 한 층 이상의 유기박막층을 포함하는 유기발광소자에 있어서, 상기 유기박막층 중 적어도 어느 한 층은 전술한 유기광전소자용 화합물을 포함하는 것인 유기발광소자를 제공한다.

[0117] 상기 유기박막층은 발광층, 정공수송층, 정공주입층, 전자수송층, 전자주입층, 정공차단층 및 이들의 조합을 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.

[0118] 상기 유기광전소자용 화합물은 전자수송층 또는 전자주입층 내에 포함되는 것일 수 있다.

[0119] 상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 포함되는 것일 수 있다.

[0120] 상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 인광 또는 형광 호스트 재료로서 사용되는 것일 수 있다.

[0121] 상기 유기광전소자용 화합물은 발광층 내에 형광 청색 도펀트 재료로서 사용되는 것일 수 있다.

[0122] 본 발명의 다른 측면에서는 전술한 유기발광소자를 포함하는 것인 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

[0123] 우수한 전기화학적 및 열적 안정성으로 수명 특성이 우수하고, 낮은 구동전압에서도 높은 발광효율을 가지는 유기광전소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0124] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물을 이용하여 제조될 수 있는 유기광전소자에 대한 다양한 구현예들을 나타내는 단면도이다.

도 6은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 전압에 대한 전류밀도의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 7은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 전압에 대한 전류밀도의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 8은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 전압에 따른 휘도의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 9는 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 전압에 따른 휘도의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 10은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 휘도에 따른 발광효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 11은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 휘도에 따른 발광효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 12는 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 휘도에 따른 전력효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

도 13은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 휘도에 따른 전력효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0125] 이하, 본 발명의 구현예를 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명은 후술할 청구범위의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0126] 본 명세서에서 "치환"이란 별도의 정의가 없는 한, C1 내지 C30 알킬기, C1 내지 C10 알킬실릴기, C3 내지 C30 시클로알킬기, C6 내지 C30 아릴기, C1 내지 C10 알콕시기, 플루오로기, 트리플루오로메틸기 등의 C1 내지 C10 트리플루오로알킬기, 또는 시아노기로 치환된 것을 의미한다.

[0127] 본 명세서에서 "헤테로"란 별도의 정의가 없는 한, 하나의 작용기 내에 N, O, S 및 P로 이루어진 군에서 선택되는 헤테로 원자를 1 내지 3개 함유하고, 나머지는 탄소인 것을 의미한다.

[0128] 본 명세서에서 "이들의 조합"이란 별도의 정의가 없는 한, 둘 이상의 치환기가 연결기로 결합되어 있거나, 둘 이상의 치환기가 축합하여 결합되어 있는 것을 의미한다.

[0129] 본 명세서에서 "알킬(alkyl)기"이란 별도의 정의가 없는 한, 지방족 탄화수소기를 의미한다. 알킬기는 어떠한 알켄기나 알킨기를 포함하고 있지 않음을 의미하는 "포화 알킬(saturated alkyl)기"일 수 있다. 알킬기는 적어도 하나의 알켄기 또는 알킨기를 포함하고 있음을 의미하는 "불포화 알킬(unsaturated alkyl)기"일 수도 있다. "알켄(alkene)기"는 적어도 두 개의 탄소원자가 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합으로 이루어진 작용기를 의미하며, "알킨(alkyne)기" 는 적어도 두 개의 탄소원자가 적어도 하나의 탄소-탄소 삼중 결합으로 이루어진 작용기를 의미한다. 포화이든 불포화이든 간에 알킬기는 분지형, 직쇄형 또는 환형일 수 있다.

[0130] 알킬기는 C1 내지 C20인 알킬기일 수 있다. 알킬기는 C1 내지 C10인 중간 크기의 알킬기일 수도 있다. 알킬기는 C1 내지 C6인 저급 알킬기일 수도 있다.

[0131] 예를 들어, C1 내지 C4 알킬기는 알킬쇄에 1 내지 4 개의 탄소원자, 즉, 알킬쇄는 메틸, 에틸, 프로필, 이소-프로필, n-부틸, 이소-부틸, sec-부틸 및 t-부틸로 이루어진 군에서 선택됨을 나타낸다.

[0132] 전형적인 알킬기에는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소프로필기, 부틸기, 이소부틸기, t-부틸기, 펜틸기, 헥실기, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기 등으로부터 개별적으로 그리고 독립적으로 선택된 하나 또는 그 이상의 그룹들로 치환될 수도 있는 작용기임을 의미한다.

[0133] "방향족기"는 고리 형태인 작용기의 모든 원소가 p-오비탈을 가지고 있으며, 이들 p-오비탈이 공액(conjugation)을 형성하고 있는 작용기를 의미한다. 구체적인 예로 아릴기와 헤테로아릴기가 있다.

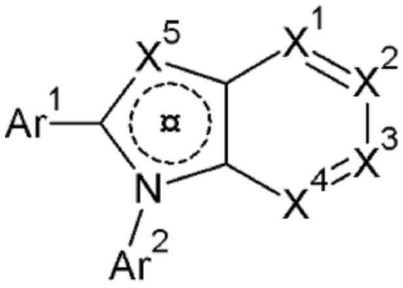
[0134] "아릴(aryl)기"는 모노시클릭 또는 융합 고리 폴리시클릭(즉, 탄소원자들의 인접한 쌍들을 나눠 가지는 고리) 작용기를 포함한다.

[0135] "헤테로아릴(heteroaryl)기"는 아릴기 내에 N, O, S 및 P로 이루어진 군에서 선택되는 헤테로 원자를 1 내지 3개 함유하고, 나머지는 탄소인 것을 의미한다.

[0136] "스피로(spiro) 구조"는 하나의 탄소를 접점으로 가지고 있는 고리 구조를 의미한다. 또한, 스피로 구조는 스피로 구조를 포함하는 화합물 또는 스피로 구조를 포함하는 치환기로도 쓰일 수 있다.

[0137] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 유기광전소자용 화합물을 제공한다.

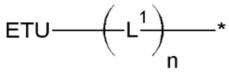
[0138] [화학식 1]



[0139]

[0140] 상기 화학식 1에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, X^5는 -O-, -S-, -Se-, 또는 NR'이고, 상기 R^1 내지 R^4 및 R'는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1 또는 Ar^2 중 어느 하나는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이며, 나머지 하나는 하기 화학식 2로 표시되는 치환기이다.

[0141] [화학식 2]



[0142]

[0143] (상기 화학식 2에서, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, ETU는 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이다.)

[0144] 상기 화학식 1로 표시되는 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물은 질소 원자를 적어도 하나 포함하는 융합고리 형태의 코어에 전자 특성을 가지는 치환기를 포함하는 구조이다.

[0145] 상기 화합물은 전자 특성이 우수한 코어 구조에 적절한 치환기를 도입하여 전체 화합물의 특성을 조절할 수 있다.

[0146] 상기 유기광전소자용 화합물은 코어 부분과 코어 부분에 치환된 치환기에 다양한 또 다른 치환기를 도입함으로써 다양한 에너지 밴드 갭을 갖는 화합물이 될 수 있다. 이에, 상기 화합물은 전자 주입층 및 전달층; 또는 발광층;으로서도 이용이 가능하다.

[0147] 상기 화합물의 치환기에 따라 적절한 에너지 준위를 가지는 화합물을 유기광전소자에 사용함으로써, 전자전달 능력이 강화되어 효율 및 구동전압 면에서 우수한 효과를 가지고, 전기화학적 및 열적 안정성이 뛰어나 유기광전소자 구동시 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

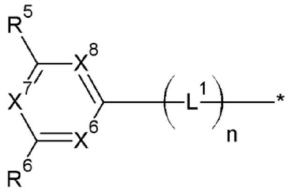
[0148] 상기 전자 특성이란, LUMO 준위를 따라 전도 특성을 가져 음극에서 형성된 전자의 발광층으로의 주입 및 발광층에서의 이동을 용이하게 하는 특성을 의미한다.

[0149] 이와 반대되는 개념으로 정공 특성이란, HOMO 준위를 따라 전도 특성을 가져 양극에서 형성된 정공의 발광층으로의 주입 및 발광층에서의 이동을 용이하게 하는 특성을 의미한다.

[0150] 상기 치환기의 적절한 조합에 의해 비대칭 바이폴라(bipolar)특성의 구조를 제조할 수 있으며, 상기 비대칭 바이폴라특성의 구조는 전자 전달 능력을 향상시켜 이를 이용한 소자의 발광효율과 성능 향상을 기대할 수 있다.

[0151] 상기 화학식 2로 표시되는 치환기는 하기 화학식 3으로 표시되는 치환기인 것일 수 있다.

[0152] [화학식 3]



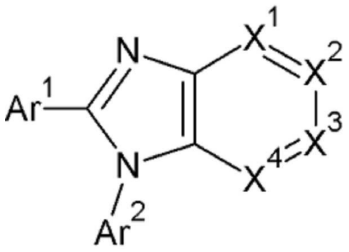
[0153]

[0154] 상기 화학식 3에서, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

[0155] 상기 화학식 3과 같은 구조의 치환기를 가지는 경우 보다 강직한 구조를 부여함으로써 분자배열을 더 용이하게 하여 전체 화합물에 전자 이동 특성을 보다 향상 시킬 수 있다.

[0156] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물의 일 예로 하기 화학식 4와 같은 구조가 있다.

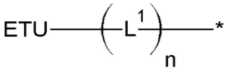
[0157] [화학식 4]



[0158]

[0159] 상기 화학식 4에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1 또는 Ar^2 중 어느 하나는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이며, 나머지 하나는 하기 화학식 2로 표시되는 치환기이다.

[0160] [화학식 2]



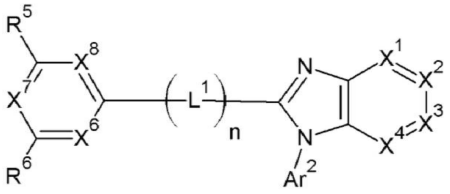
[0161]

[0162] (상기 화학식 2에서, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, ETU는 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이다.)

[0163] 상기 화학식 4로 표시되는 화합물은 상기 화학식 1에서 X^5로 표시되는 원자가 질소인 경우로 에너지 레벨을 낮추어 전자의 주입이 향상되는 장점이 있다.

[0164] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 5 또는 6으로 표시될 수 있다.

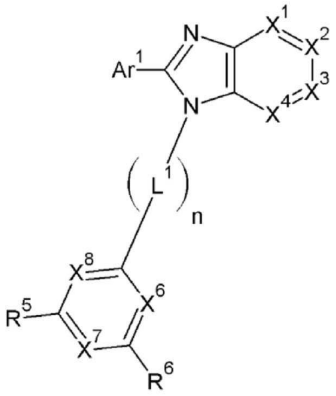
[0165] [화학식 5]



[0166]

[0167] 상기 화학식 5에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^2는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

[0168] [화학식 6]



[0169]

[0170] 상기 화학식 6에서, X^1 내지 X^4는 서로 동일하거나 상이하며, -N-, $-CR^1-$, $-CR^2-$, $-CR^3-$ 또는 $-CR^4-$이고, 상기 R^1 내지 R^4는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이고, Ar^1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기이고, L^1은 단일결합, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C6 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴렌기 또는 이들의 조합이고, n은 0 내지 2 중 어느 하나의 정수이고, X^6 내지 X^8은 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 -N- 또는 -CR'-이고, 상기 R'는 수소 또는 중수소이고, X^6 내지 X^8 중 적어도 어느 하나는 -N-이고, R^5 및 R^6는 서로 동일하거나 상이하며, 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 또는 이들의 조합이다.

[0171] 상기 화학식 5 및 6과 같은 구조는 상기 화학식 1의 구조에서 화학식 2로 표시되는 치환기의 결합위치가 한정된 구조이다.

[0172] 상기 화학식 5와 6의 구조의 차이는 헤테로 융합고리인 코어에 결합된 치환기의 위치 차이이다.

[0173] 상기 화학식 5와 같은 결합위치를 가지는 경우, 강직한 분자구조를 도입함으로써 화합물의 열적 특성을 강화시킬 수 있으며, 이러한 유기광전소자용 화합물을 이용하여 소자를 제조할 경우 소자의 내열 특성을 향상시킬 수

있다.

[0174] 상기 화학식 6과 같은 결합위치를 가지는 경우, 화합물의 비정질 특성을 강화하여 결정성을 억제함으로써 이를 이용한 소자의 장수명화에 기여할 수 있다.

[0175] 상기 화학식 5 및 6에서, R^5 및 R^6은 서로 동일하게나 상이하며, 독립적으로 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트라세닐기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기, 치환 또는 비치환된 파이레닐기, 치환 또는 비치환된 크라이세닐기 또는 이들의 조합인 것일 수 있다. 이와 같은 치환기를 가지는 경우, 코어의 비대칭성을 증가시켜 화합물의 결정화도를 낮출 수 있으며, 결정화도가 낮아진 화합물을 이용하여 유기광전소자를 제조할 경우 소자의 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

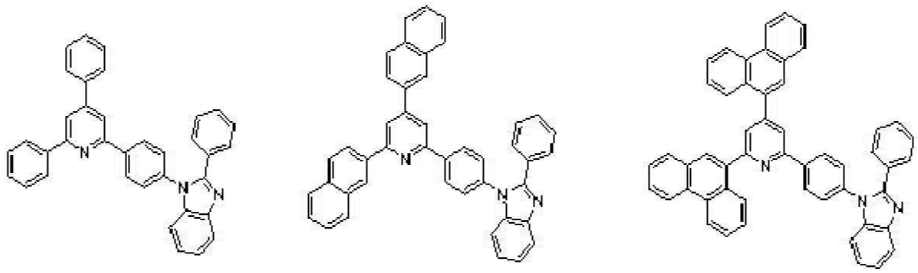
[0176] 상기 전자 특성을 가지는, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기는 치환 또는 비치환된 이미다졸릴기, 치환 또는 비치환된 트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 테트라졸릴기, 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 옥사다이아졸릴기, 치환 또는 비치환된 옥사트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 싸이아트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 벤즈이미다졸릴기, 치환 또는 비치환된 벤조트리아졸릴기, 치환 또는 비치환된 피리디닐기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐기, 치환 또는 비치환된 피라지닐기, 치환 또는 비치환된 피리다지닐기, 치환 또는 비치환된 퓨리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 이소퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기, 치환 또는 비치환된 나프피리디닐기, 치환 또는 비치환된 퀴녹살리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐기, 치환 또는 비치환된 아크리디닐기, 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기, 치환 또는 비치환된 페나지닐기 또는 이들의 조합인 것일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0177] 상기 L^1은 보다 구체적으로, 치환 또는 비치환된 에테닐렌, 치환 또는 비치환된 에티닐렌, 치환 또는 비치환된 페닐렌, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌, 치환 또는 비치환된 나프탈렌, 치환 또는 비치환된 피리디닐렌, 치환 또는 비치환된 피리미디닐렌, 치환 또는 비치환된 트리아지닐렌 등이다.

[0178] 상기 치환기는 파이 결합이 존재하기 때문에 치환기는 화합물 전체의 파이공액길이(π-conjugation length)를 조절하여 삼중항 에너지 밴드갭을 크게 함으로서 인광호스트로 유기광전소자의 발광층에 매우 유용하게 적용될 수 있도록 하는 역할을 할 수 있다. 다만, 상기 n은 0이 될 수 있기 때문에 상기 L^1과 같은 연결기가 존재하지 않을 수도 있다.

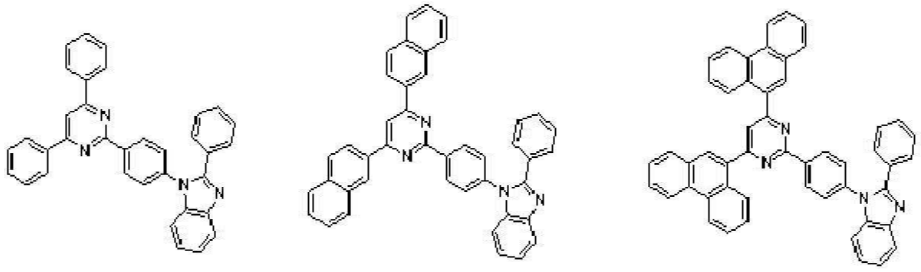
[0179] 상기 유기광전소자용 화합물은 하기 화학식 A1 내지 A99 중 어느 하나로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0180] [화학식 A1] [화학식 A2] [화학식 A3]



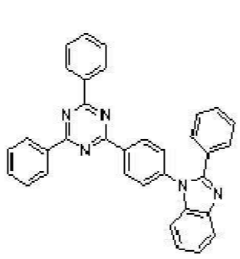
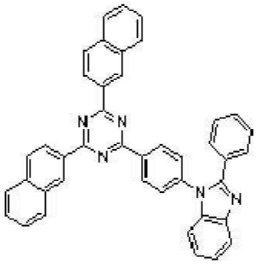
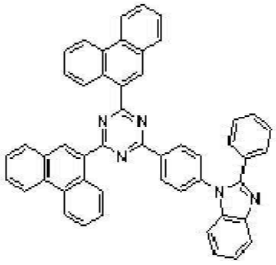
[0181]

[0182] [화학식 A4] [화학식 A5] [화학식 A6]



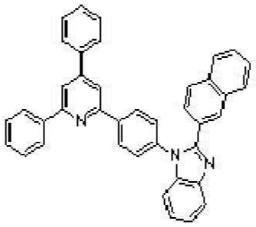
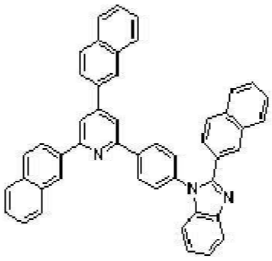
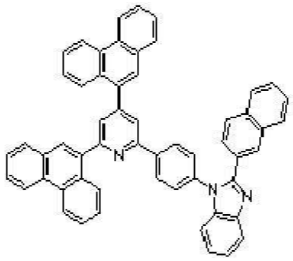
[0183]

[0184] [화학식 A7] [화학식 A8] [화학식 A9]

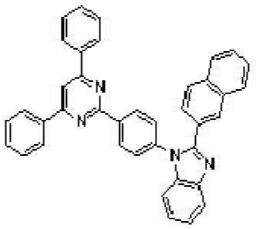
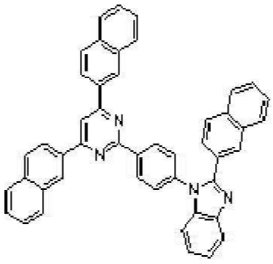
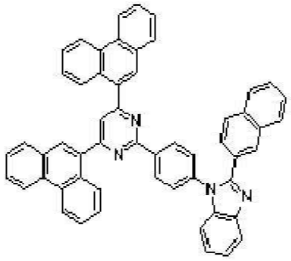
[0185]

[0186] [화학식 A10] [화학식 A11] [화학식 A12]

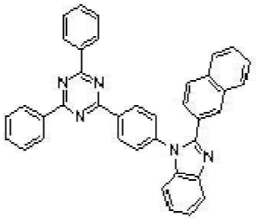
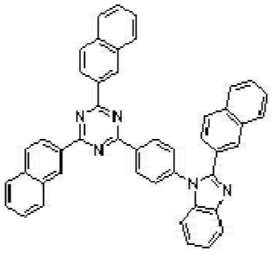
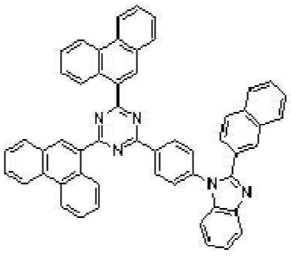
[0187]

[0188] [화학식 A13] [화학식 A14] [화학식 A15]

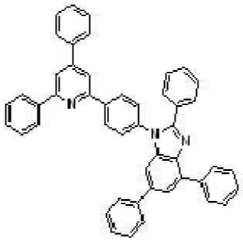
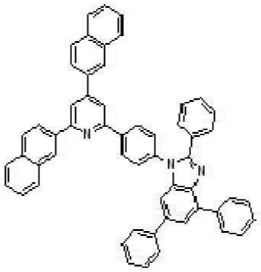
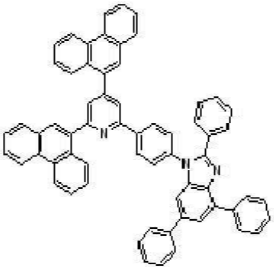
[0189]

[0190] [화학식 A16] [화학식 A17] [화학식 A18]

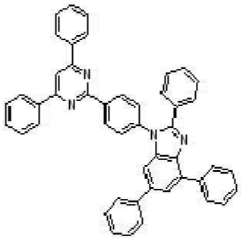
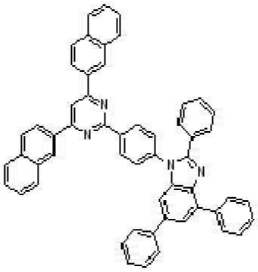
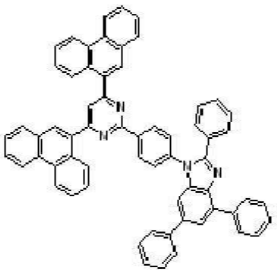
[0191]

[0192] [화학식 A19] [화학식 A20] [화학식 A21]

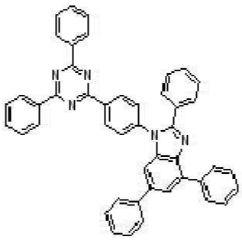
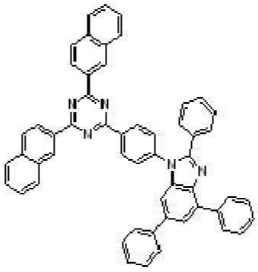
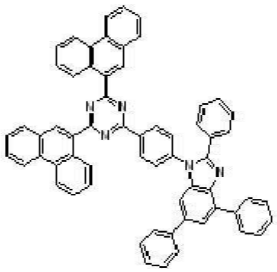




[0193]

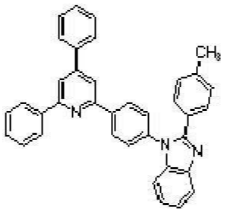
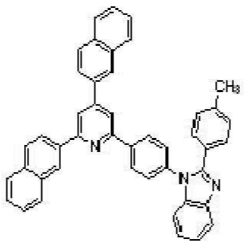
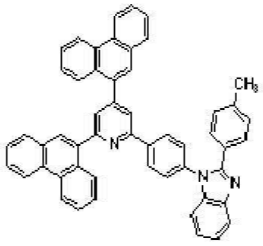
[0194] [화학식 A22] [화학식 A23] [화학식 A24]

[0195]   

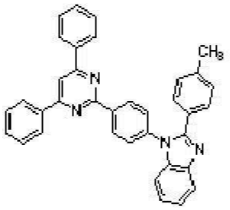
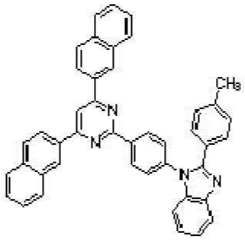
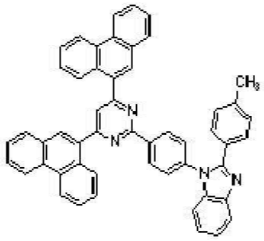
[0196] [화학식 A25] [화학식 A26] [화학식 A27]

[0197]   

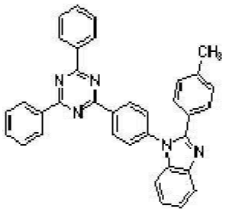
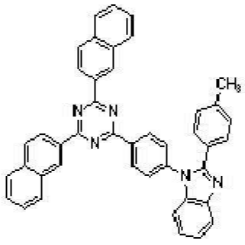
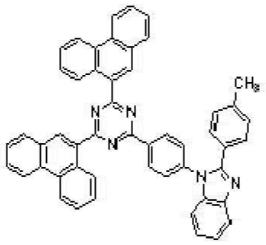
[0198] [화학식 A28] [화학식 A29] [화학식 A30]

[0199]   

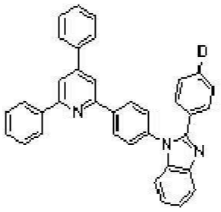
[0200] [화학식 A31] [화학식 A32] [화학식 A33]

[0201]   

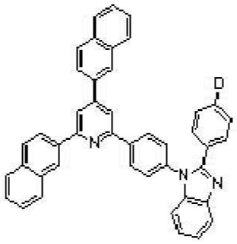
[0202] [화학식 A34] [화학식 A35] [화학식 A36]

[0203]   

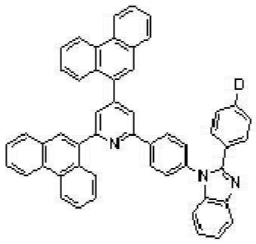
[0204] [화학식 A37] [화학식 A38] [화학식 A39]

[0205] 

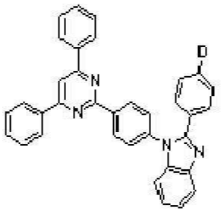
[0206] [화학식 A40]



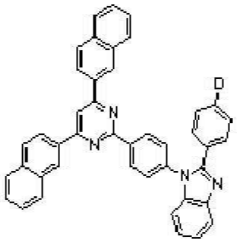
[화학식 A41]



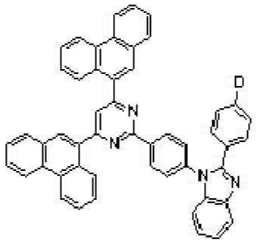
[화학식 A42]

[0207] 

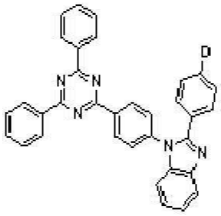
[0208] [화학식 A43]



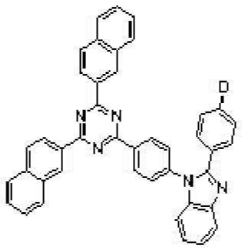
[화학식 A44]



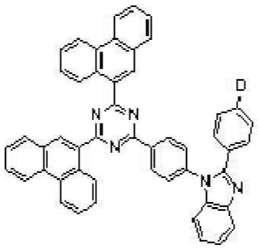
[화학식 A45]

[0209] 

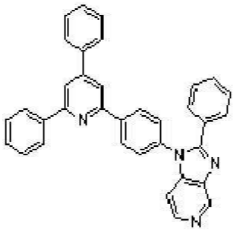
[0210] [화학식 A46]



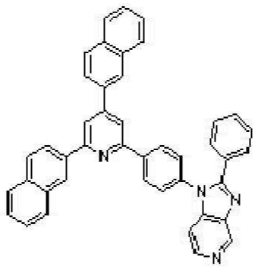
[화학식 A47]



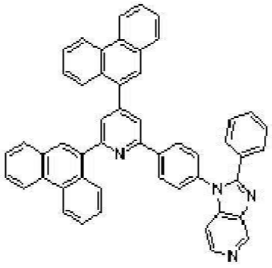
[화학식 A48]

[0211] 

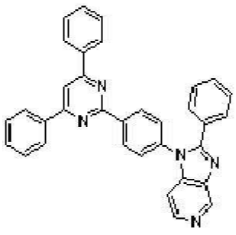
[0212] [화학식 A49]



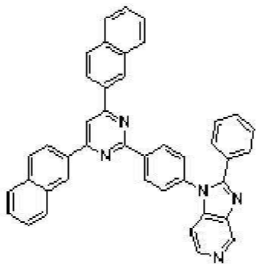
[화학식 A50]



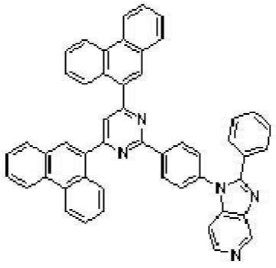
[화학식 A51]

[0213] 

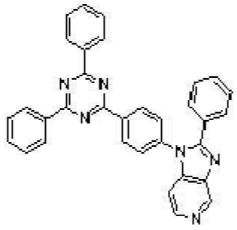
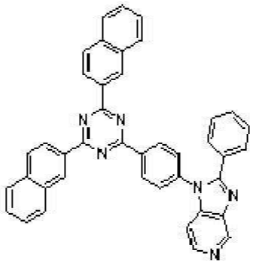
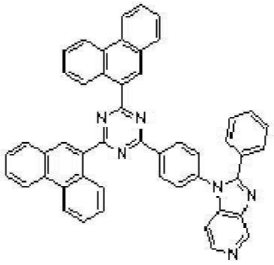
[0214] [화학식 A52]



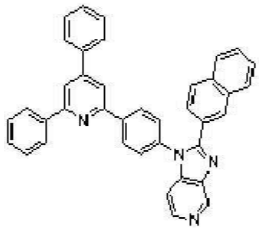
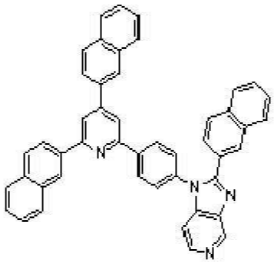
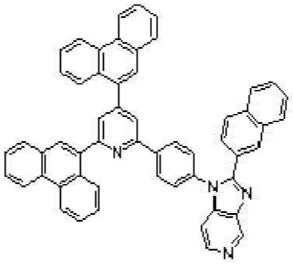
[화학식 A53]



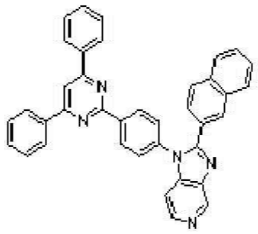
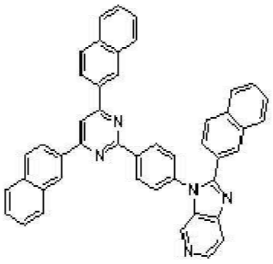
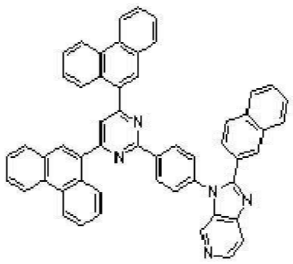
[화학식 A54]

[0215]   

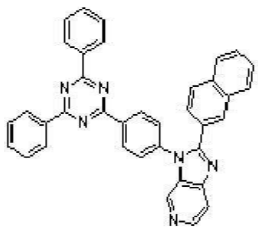
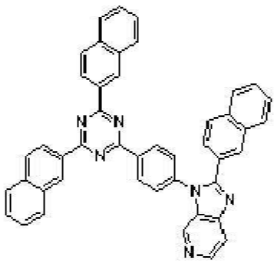
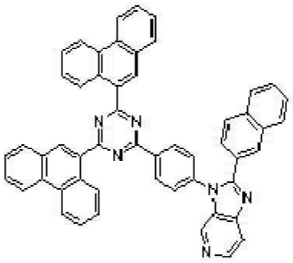
[0216] [화학식 A55] [화학식 A56] [화학식 A57]

[0217]   

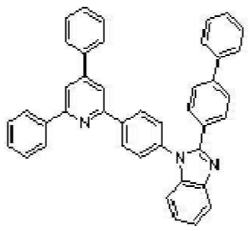
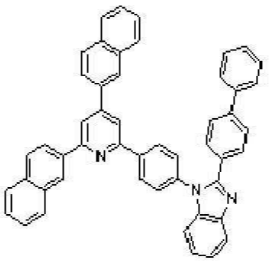
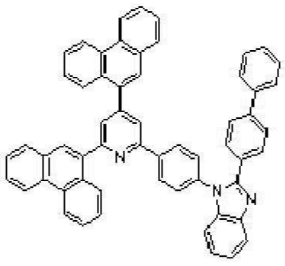
[0218] [화학식 A58] [화학식 A59] [화학식 A60]

[0219]   

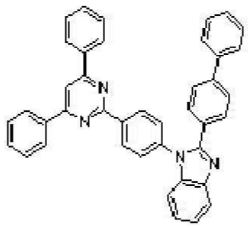
[0220] [화학식 A61] [화학식 A62] [화학식 A63]

[0221]   

[0222] [화학식 A64] [화학식 A65] [화학식 A66]

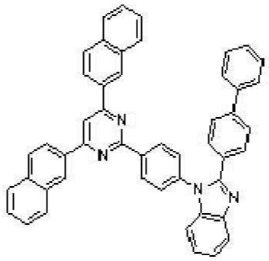
[0223]   

[0224] [화학식 A67] [화학식 A68] [화학식 A69]

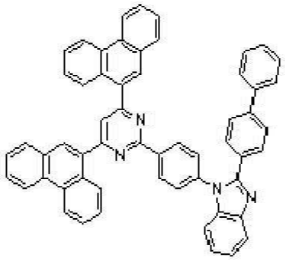


[0225]

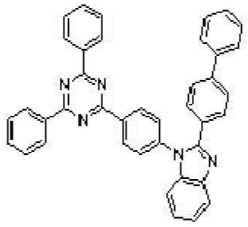
[0226] [화학식 A70]



[화학식 A71]

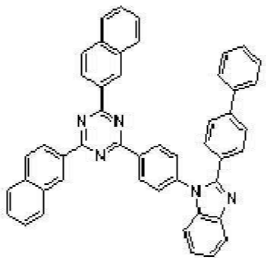


[화학식 A72]

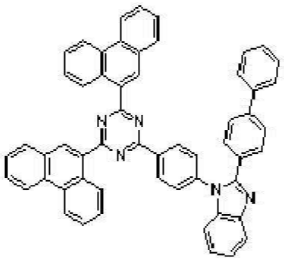


[0227]

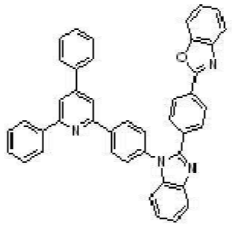
[0228] [화학식 A73]



[화학식 A74]

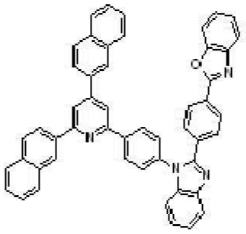


[화학식 A75]

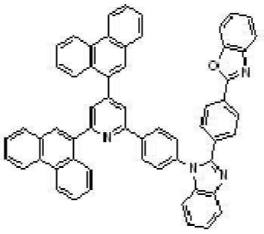


[0229]

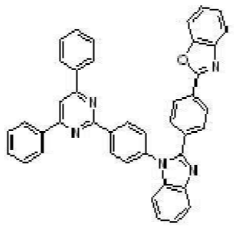
[0230] [화학식 A76]



[화학식 A77]

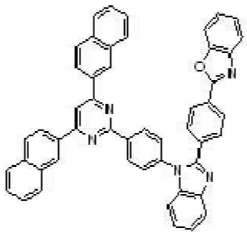


[화학식 A78]

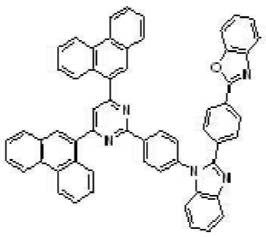


[0231]

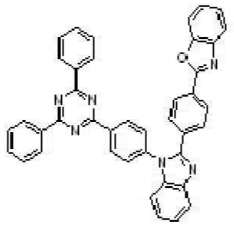
[0232] [화학식 A79]



[화학식 A80]

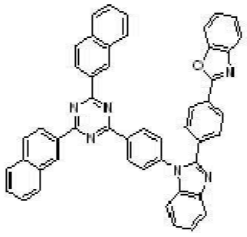


[화학식 A81]

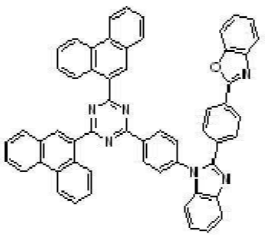


[0233]

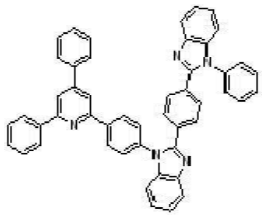
[0234] [화학식 A82]



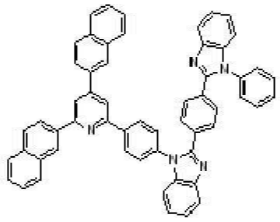
[화학식 A83]



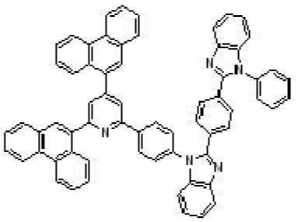
[화학식 A84]

[0235] 

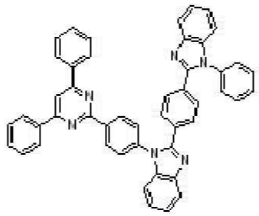
[0236] [화학식 A85]



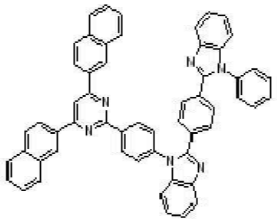
[화학식 A86]



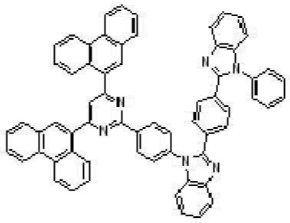
[화학식 A87]

[0237] 

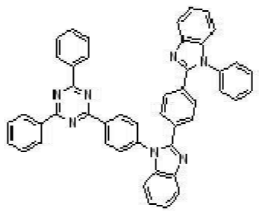
[0238] [화학식 A88]



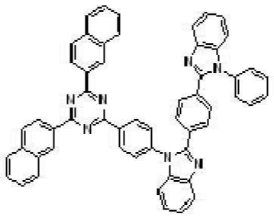
[화학식 A89]



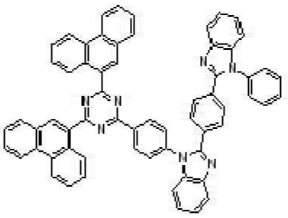
[화학식 A90]

[0239] 

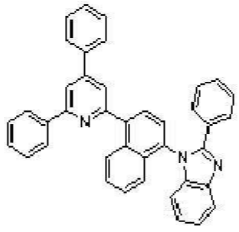
[0240] [화학식 A91]



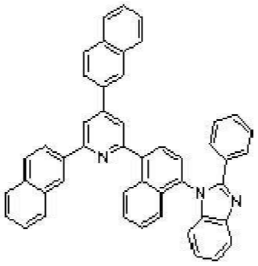
[화학식 A92]



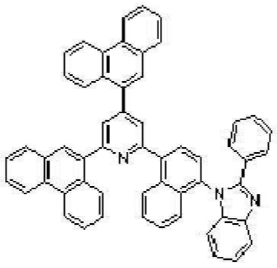
[화학식 A93]

[0241] 

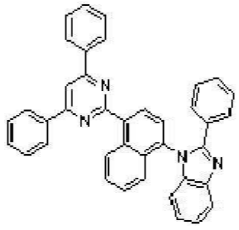
[0242] [화학식 A94]



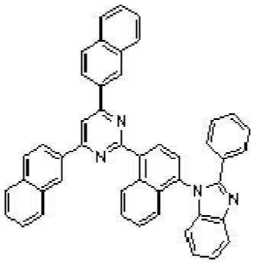
[화학식 A95]



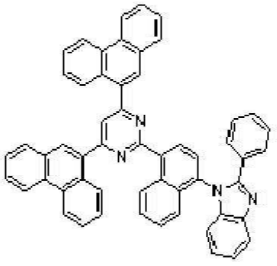
[화학식 A96]

[0243] 

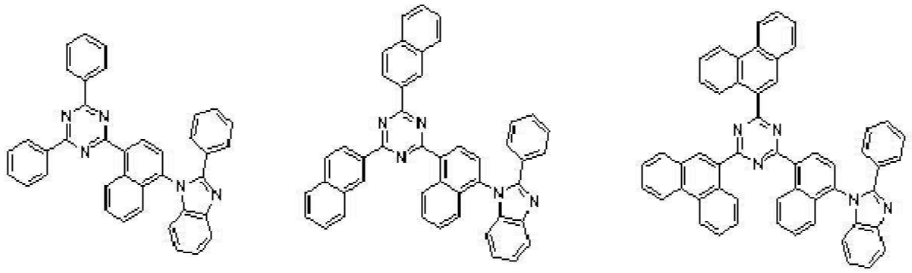
[0244] [화학식 A97]



[화학식 A98]



[화학식 A99]

[0245] 

[0246] 상기와 같은 화합물을 포함하는 유기광전소자용 화합물은 유리전이온도가 110℃ 이상이며, 열분해온도가 400℃ 이상으로 열적 안정성이 우수하다. 이로 인해 고효율의 유기광전소자의 구현이 가능하다.

[0247] 상기와 같은 화합물을 포함하는 유기광전소자용 화합물은 발광, 또는 전자 주입 및/또는 수송역할을 할 수 있으며, 적절한 도판트와 함께 발광 호스트로서의 역할도 할 수 있다. 즉, 상기 유기광전소자용 화합물은 인광 또는 형광의 호스트 재료, 청색의 발광도펀트 재료, 또는 전자수송 재료로 사용될 수 있다.

[0248] 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물은 유기박막층에 사용되어 유기광전소자의 수명 특성, 효율 특성, 전기화학적 안정성 및 열적 안정성을 향상시키며, 구동전압을 낮출 수 있다.

[0249] 이에 따라 본 발명의 일 구현예는 상기 유기광전소자용 화합물을 포함하는 유기광전소자를 제공한다. 이 때, 상기 유기광전소자라 함은 유기발광소자, 유기 태양 전지, 유기 트랜지스터, 유기 감광체 드럼, 유기 메모리 소자 등을 의미한다. 특히, 유기 태양 전지의 경우에는 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물이 전극이나 전극 버퍼층에 포함되어 양자 효율을 증가시키며, 유기 트랜지스터의 경우에는 게이트, 소스-드레인 전극 등에서 전극 물질로 사용될 수 있다.

[0250] 이하에서는 유기광전소자에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0251] 본 발명의 다른 일 구현예는 양극, 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 개재되는 적어도 한 층 이상의 유기박막층을 포함하는 유기발광소자에 있어서, 상기 유기박막층 중 적어도 어느 한 층은 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물을 포함하는 유기발광소자를 제공한다.

[0252] 상기 유기광전소자용 화합물을 포함할 수 있는 유기박막층으로는 발광층, 정공수송층, 정공주입층, 전자수송층, 전자주입층, 정공차단층 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 층을 포함할 수 있는 바, 이 중에서 적어도 어느 하나의 층은 본 발명에 따른 유기광전소자용 화합물을 포함한다. 특히, 전자수송층 또는 전자주입층에 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물을 포함할 수 있다. 또한, 상기 유기광전소자용 화합물이 발광층 내에 포함되는 경우 상기 유기광전소자용 화합물은 인광 또는 형광호스트로서 포함될 수 있고, 특히, 형광 청색 도펀트 재료로서 포함될 수 있다.

[0253] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자용 화합물을 포함하는 유기발광소자의 단면도이다.

[0254] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 유기광전소자(100, 200, 300, 400 및 500)는 양극(120), 음극(110) 및 이 양극과 음극 사이에 개재된 적어도 1층의 유기박막층(105)을 포함하는 구조를 갖는다.

[0255] 상기 양극(120)은 양극 물질을 포함하며, 이 양극 물질로는 통상 유기박막층으로 정공주입이 원활할 수 있도록 일함수가 큰 물질이 바람직하다. 상기 양극 물질의 구체적인 예로는 니켈, 백금, 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금과 같은 금속 또는 이들의 합금을 들 수 있고, 아연산화물, 인듐산화물, 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO)과 같은 금속 산화물을 들 수 있고, ZnO와 Al 또는 SnO_2와 Sb와 같은 금속과 산화물의 조합을 들 수 있고, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](polyehtylenedioxythiophene: 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.

[0256] 상기 음극(110)은 음극 물질을 포함하여, 이 음극 물질로는 통상 유기박막층으로 전자주입이 용이하도록 일 함수가 작은 물질인 것이 바람직하다. 음극 물질의 구체적인 예로는 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 타이타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 알루미늄, 은, 주석, 납, 세슘, 바륨 등과 같은 금속 또는 이들의 합금을 들 수 있고, LiF/Al, LiO_2/Al, LiF/Ca, LiF/Al 및 BaF_2/Ca과 같은 다층 구조 물질 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 바람직하게는 상기 음극으로 알루미늄 등과 같은 금속전극을 사용할 수 있다.

[0257] 먼저 도 1을 참조하면, 도 1은 유기박막층(105)으로서 발광층(130)만이 존재하는 유기광전소자(100)를 나타낸 것으로, 상기 유기박막층(105)은 발광층(130)만으로 존재할 수 있다.

[0258] 도 2를 참조하면, 도 2는 유기박막층(105)으로서 전자수송층을 포함하는 발광층(230)과 정공수송층(140)이 존재하는 2층형 유기광전소자(200)를 나타낸 것으로, 도 2에 나타난 바와 같이, 유기박막층(105)은 발광층(230) 및 정공 수송층(140)을 포함하는 2층형일 수 있다. 이 경우 발광층(130)은 전자 수송층의 기능을 하며, 정공 수송층(140)은 ITO와 같은 투명전극과의 접합성 및 정공수송성을 향상시키는 기능을 한다.

[0259] 도 3을 참조하면, 도 3은 유기박막층(105)으로서 전자수송층(150), 발광층(130) 및 정공수송층(140)이 존재하는 3층형 유기광전소자(300)로서, 상기 유기박막층(105)에서 발광층(130)은 독립된 형태로 되어 있고, 전자수송성이나 정공수송성이 우수한 막(전자수송층(150) 및 정공수송층(140))을 별도의 층으로 쌓은 형태를 나타내고 있다.

[0260] 도 4를 참조하면, 도 4는 유기박막층(105)으로서 전자주입층(160), 발광층(130), 정공수송층(140) 및 정공주입층(170)이 존재하는 4층형 유기광전소자(400)로서, 상기 정공주입층(170)은 양극으로 사용되는 ITO와의 접합성을 향상시킬 수 있다.

[0261] 도 5를 참조하면, 도 5는 유기박막층(105)으로서 전자주입층(160), 전자수송층(150), 발광층(130), 정공수송층(140) 및 정공주입층(170)과 같은 각기 다른 기능을 하는 5개의 층이 존재하는 5층형 유기광전소자(500)를 나타내고 있으며, 상기 유기광전소자(500)는 전자주입층(160)을 별도로 형성하여 저전압화에 효과적이다.

[0262] 상기 도 1 내지 도 5에서 상기 유기박막층(105)을 이루는 전자 수송층(150), 전자 주입층(160), 발광층(130, 230), 정공 수송층(140), 정공 주입층(170) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나는 상기 유기광전소자용 화합물을 포함한다. 이 때 상기 유기광전소자용 화합물은 상기 전자 수송층(150) 또는 전자주입층(160)을 포함하는 전자수송층(150)에 사용될 수 있으며, 그중에서도 전자수송층에 포함될 경우 정공 차단층(도시하지 않음)을 별도로 형성할 필요가 없어 보다 단순화된 구조의 유기광전소자를 제공할 수 있어 바람직하다.

[0263] 또한, 상기 유기 광전 소자용 화합물이 발광층(130, 230) 내에 포함되는 경우 상기 유기 광전 소자용 화합물은 인광 또는 형광호스트로서 포함될 수 있으며, 또는 형광 청색 도펀트로서 포함될 수 있다.

[0264] 상기에서 설명한 유기발광소자는, 기판에 양극을 형성한 후, 진공증착법(evaporation), 스퍼터링(sputtering), 플라즈마 도금 및 이온도금과 같은 건식성막법; 또는 스핀코팅(spin coating), 침지법(dipping), 유동코팅법(flow coating)과 같은 습식성막법 등으로 유기박막층을 형성한 후, 그 위에 음극을 형성하여 제조할 수 있다.

[0265] 본 발명의 또 다른 일 구현예에 따르면, 상기 유기광전소자를 포함하는 표시장치를 제공한다.

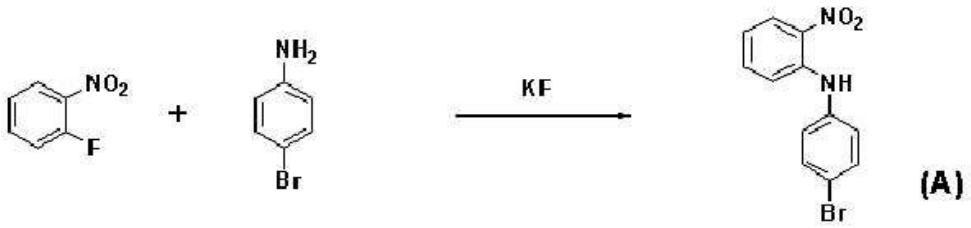
[0266] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되어서는 아니된다.

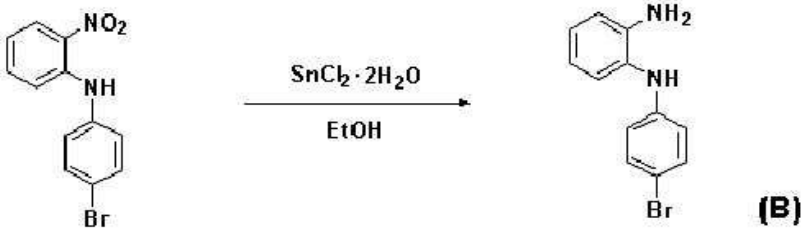
[0267] **(유기광전소자용 화합물의 제조)**

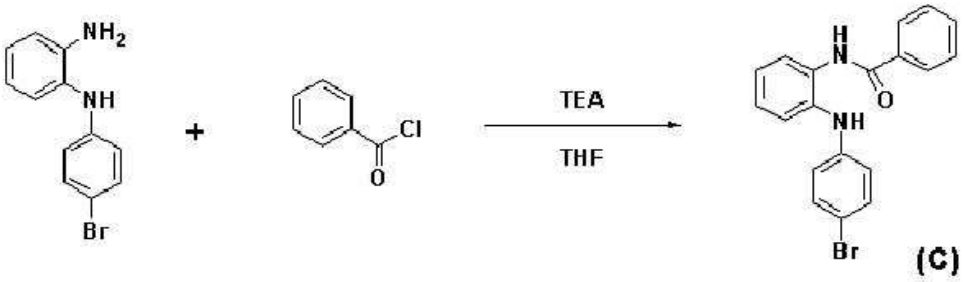
[0268] **실시예 1: 화학식 A6로 표시되는 화합물의 합성**

[0269] 본 발명의 유기광전소자용 화합물의 보다 구체적인 예로서 제시된 상기 화학식 A6의 화합물을 하기 반응식 1과 같은 6단계 경로를 통해 합성하였다.

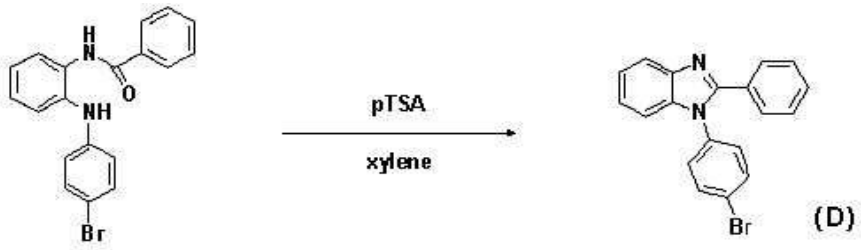
[0270] [반응식 1]

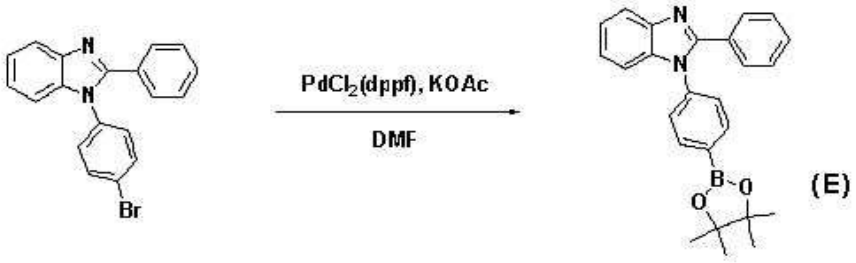

NO2
F
+
NH2
Br
KF
NO2
NH
Br
(A)

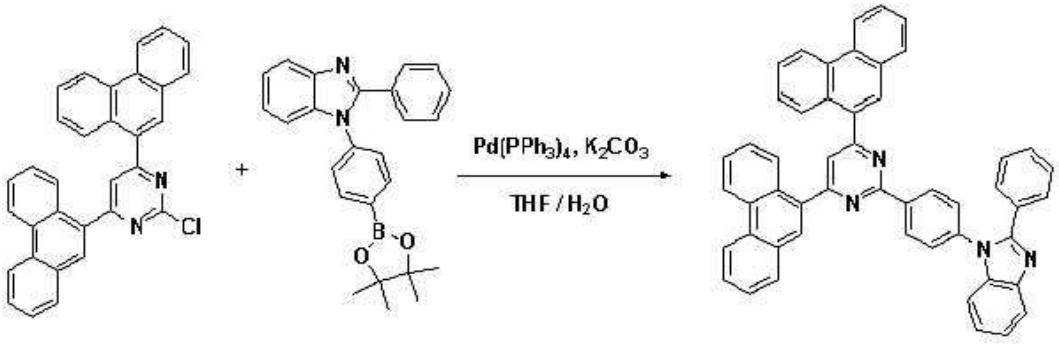

NO2
NH
Br
SnCl2·2H2O
EtOH
NH2
NH
Br
(B)


NH2
NH
Br
+
Cl
O
TEA
THF
H
N
O
NH
Br
(C)

[0271]







[0272]

[0273] 제 1 단계: 중간체 생성물(A)의 합성

[0274] 2-플루오로니트로벤젠 14.1 g (100.0 mmol), 4-브로모아닐린 34.4 g (200.0 mmol) 및 불화칼륨 7.3 g (125.0 mmol)을 180℃에서 72 시간 동안 교반하였다. 혼합된 고체를 클로로포름으로 추출하고 메탄올로 재결정하여 중간체 생성물 (A) 26.1 g (수율 : 89%)를 수득하였다.

[0275] 제 2 단계: 중간체 생성물(B)의 합성

[0276] 중간체 생성물(A) 26.1 g (89.0 mmol)과 염화주석 이수화물 100.5 g (445.0 mmol)을 에탄올 500mL에 현탁하여 80℃에서 12시간 동안 가열 환류하였다. 냉각 후 에탄올을 감압 증류하여 제거하고 석출된 고체를 증류수에 붓고 탄산수소나트륨 수용액으로 중화하였다. 혼합용액은 에틸아세테이트로 추출하고 실리카겔로 필터한 후 용매를 제거하여 중간체 생성물 (B) 22 g (수율 : 94 %)을 수득하였다.

[0277]

[0278] 제 3 단계: 중간체 생성물(C)의 합성

[0279] 중간체 생성물 (B) 22 g (83.6 mmol)과 트리에틸아민 23.3 mL (167.2 mmol)를 테트라하이드로퓨란 250 mL에 현탁하여 교반하고, 여기에 벤조일클로라이드 9.7 mL (83.9 mmol)를 천천히 적가한 뒤 0℃에서 30분 동안 교반하였다. 반응용액을 증류수에 부어 고체를 석출하고 여과에 의해 분리하였다. 여과된 고체는 메탄올로 재결정하여 중간체 생성물 (C) 29.7 g (수율 : 96 %)을 수득하였다.

[0280]

[0281] 제 4 단계: 중간체 생성물(D)의 합성

[0282] 중간체 생성물 (C) 29.7 g (80.9 mmol)과 파라톨루엔술폰산 1.4 g (8.1 mmol)을 자이렌 300 mL에 현탁하여 150

℃에서 12 시간 동안 교반하였다. 냉각 후 감압하에서 자이렌을 제거하고 얻어진 고체는 메탄올로 재결정하여 중간체 생성물 (D) 22.4 g (수율 : 79%)를 수득하였다.

[0283]

[0284] 제 5 단계: 중간체 생성물(E)의 합성

[0285] 중간체 생성물 (D) 22.4 g (64.1 mmol), 비스(피나콜라토)다이보론 19.6 g (77.0 mmol), [1,1'-비스(다이페닐포스피노)페로센]다이클로로팔라듐(II) 1.3 g (1.6 mmol) 및 초산칼륨 18.9 g (192.3 mmol)을 다이메틸포름아마이드 230 mL에 현탁하여 80℃에서 12시간 동안 교반하였다. 냉각 후 반응용액을 증류수에 부어 고체를 석출하고 여과에 의해 분리하였다. 여과된 고체는 에틸아세테이트/헥산으로 재결정하여 중간체 생성물 (E) 24.4 g (수율 : 96 %)을 수득하였다.

[0286]

[0287] **제 6 단계: 화합식 A6의 화합물 합성**

[0288] 2-클로로-4-(페난쓰렌-10-일)-6-(페난쓰렌-9-일)피리미딘 22 g (47.1 mmol), 중간체 생성물 (E) 24.3 g (61.2 mmol), 테트라키스-(트라이페닐포스핀)팔라듐 1.4 g (1.2 mmol) 및 탄산칼륨 13 g (94.2 mmol)을 테트라히드로퓨란 440 mL와 물 220 mL의 혼합용매에 현탁하여 80℃에서 12 시간 동안 교반하였다. 냉각 후 반응 유체를 2 층으로 분리한 후, 유기층을 염화나트륨 포화수용액으로 세정하고, 무수 황산나트륨으로 건조하였다. 유기용매를 감압 하에서 증류하여 제거한 후, 그 잔류물을 메탄올/디클로로메탄으로 재결정하여 화합물 26 g (수율: 78 %)을 수득하였다. (원소분석 / Calcd: C, 87.40; H, 4.60; N, 7.99, Found, C, 87.46; H, 4.57; N, 7.96)

[0289] **(유기발광소자의 제조)**

[0290] **실시예 2**

[0291] 양극으로는 ITO를 1000 Å의 두께로 사용하였고, 음극으로는 알루미늄 (Al) 을 1000 Å의 두께로 사용하였다.

[0292] 구체적으로, 유기발광소자의 제조방법을 설명하면, 양극은 15 Ω/cm^2의 면저항 값을 가진 ITO 유리 기판을 50 mm × 50 mm × 0.7 mm의 크기로 잘라서 아세톤과 이소프로필알코올과 순수 물 속에서 각 5 분 동안 초음파 세정한 후, 30 분 동안 UV 오존 세정하여 사용하였다.

[0293] 상기 유리 기판 상부에 정공주입층으로서 N1,N1'-(비페닐-4,4'-디일)비스(N1-(나프탈렌-2-일)-N4,N4-다이페닐벤젠-1,4-다이아민) 65 nm을 증착하였고, 이어서 정공수송층으로 N,N'-다이(1-나프틸)-N,N'-다이페닐벤지딘 40 nm을 증착하였다.

[0294] 발광층으로서 N,N,N',N'-테트라키스(3,4-다이메틸페닐)크라이센-6,12-다이아민 4 % 및 9-(3-(나프탈렌-1-일)페닐)-10-(나프탈렌-2-일)안트라센 96 %를 25 nm의 두께로 증착하였다.

[0295] 이어서, 전자수송층으로서 상기 실시예 1에서 제조된 화합물 30 nm을 증착하였다.

[0296] 상기 전자수송층 상부에 전자주입층으로서 Liq를 0.5 nm의 두께로 진공 증착하고, Al를 100 nm의 두께로 진공 증착하여, Liq/Al 전극을 형성하였다.

[0297] **실시예 3**

[0298] 전자수송층으로 실시예 1에서 제조된 화합물 및 Liq를 1대1로 증착하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 2와 동일하게 실시하여 유기발광소자를 제작하였다.

[0299]

[0300] **비교예 1**

[0301] 전자수송층으로 실시예 1에서 제조된 화학식 1의 화합물을 사용한 것을 대신하여, 하기의 화학식 R1의 화합물을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 2와 동일하게 실시하여 유기발광소자를 제작하였다.

[0302] [화학식 R1]

[0303]

[0304] **비교예 2**

[0305] 전자수송층으로 비교예 1의 화학식 R1 화합물 및 Liq를 1대1로 증착하여 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일하게 실시하여 유기발광소자를 제작하였다.

[0306] **(유기발광소자의 성능 측정)**

[0307] **실험예**

[0308] 상기 실시예 2, 3, 비교예 1 및 2 에서 제조된 각각의 유기발광소자에 대하여 전압에 따른 전류밀도 변화, 휘도 변화 및 발광효율을 측정하였다. 구체적인 측정방법은 다음과 같고, 그 결과는 하기 표 1 및 도 6 내지 13에 나타내었다

[0309] (1) 전압변화에 따른 전류밀도의 변화 측정

[0310] 제조된 유기발광소자에 대해, 전압을 0 V 부터 10 V까지 상승시키면서 전류-전압계(Keithley 2400)를 이용하여 단위소자에 흐르는 전류값을 측정하고, 측정된 전류값을 면적으로 나누어 결과를 얻었다.

[0311] (2) 전압변화에 따른 휘도변화 측정

[0312] 제조된 유기발광소자에 대해, 전압을 0 V 부터 10 V까지 상승시키면서 휘도계(Minolta Cs-1000A)를 이용하여 그 때의 휘도를 측정하여 결과를 얻었다.

[0313] (3) 발광효율 측정

[0314] 상기(1) 및 (2)로부터 측정된 휘도와 전류밀도 및 전압을 이용하여 동일 밝기(1000 cd/m^2)의 전류 효율(cd/A) 및 전력 효율(lm/W)을 계산하였다.

[0315] 도 6은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 전압에 대한 전류밀도의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0316] 도 7은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 전압에 대한 전류밀도의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0317] 도 8은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 전압에 따른 휘도의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0318] 도 9는 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 전압에 따른 휘도의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0319] 도 10은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 휘도에 따른 발광효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0320] 도 11은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 휘도에 따른 발광효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0321] 도 12는 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 소자의 휘도에 따른 전력효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

[0322] 도 13은 실시예 3 및 비교예 2에서 제조한 소자의 휘도에 따른 전력효율의 변화를 나타낸 데이터이다.

표 1

[0323]

	휘도 500 cd/m^2				
	구동전압 (V)	발광 효율 (cd/A)	전력 효율 (lm/W)	CIE	
				x	y
실시예 2	4.0	7.3	5.7	0.14	0.05
실시예 3	3.8	6.9	5.7	0.14	0.05
비교예 1	5.2	3.3	2.0	0.14	0.05
비교예 2	4.4	5.4	3.9	0.14	0.06

[0324] 상기 표 1에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시예 2의 유기발광소자의 경우가 비교예 1에 비해 구동전압은 낮으면서 발광 효율 및 전력 효율이 우수한 것을 알 수 있었다.

[0325] 또한, 실시예 3의 유기발광소자의 경우가 비교예 2에 비해 구동전압은 낮으면서 발광 효율 및 전력 효율이 우수한 것을 알 수 있었다.

[0326] 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

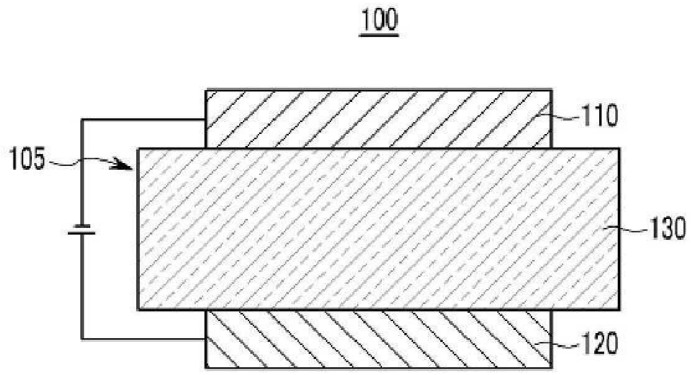
부호의 설명

[0327]

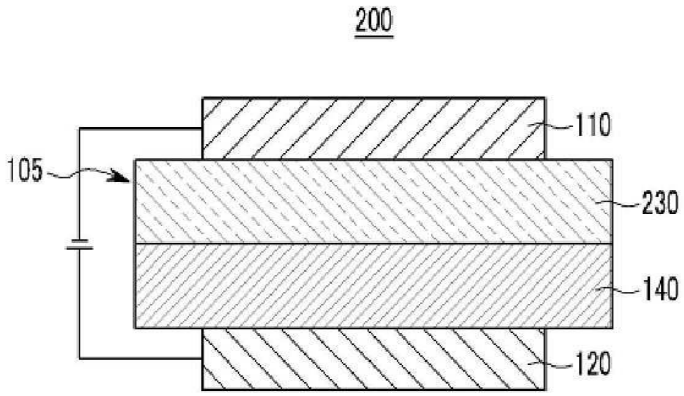
100: 유기광전소자	110: 음극
120: 양극	105: 유기박막층
130: 발광층	140: 정공 수송층
150: 전자수송층	160: 전자주입층
170: 정공주입층	230: 발광층 + 전자수송층

도면

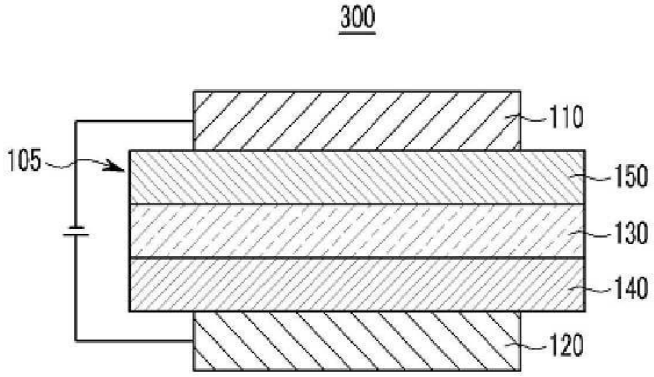
도면1



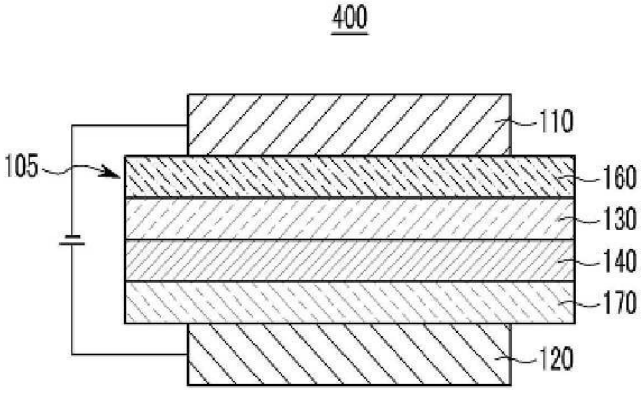
도면2


200
110
105
230
140
120

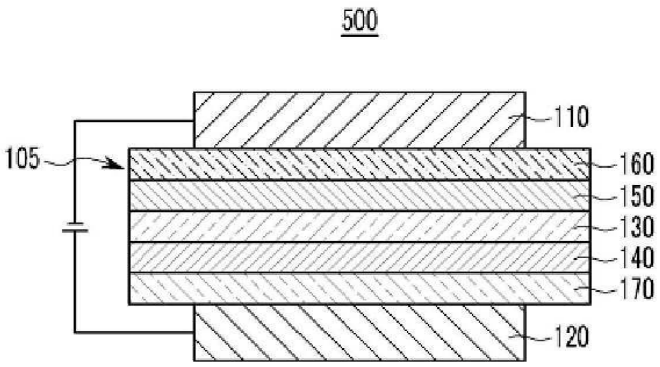
도면3


300
110
105
150
130
140
120

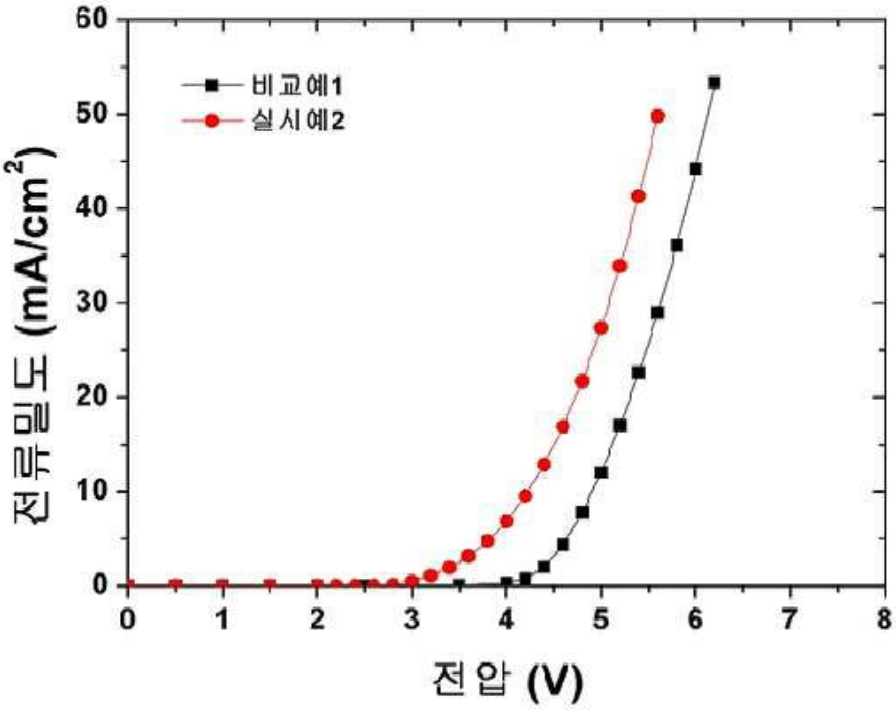
도면4


400
110
105
160
130
140
170
120

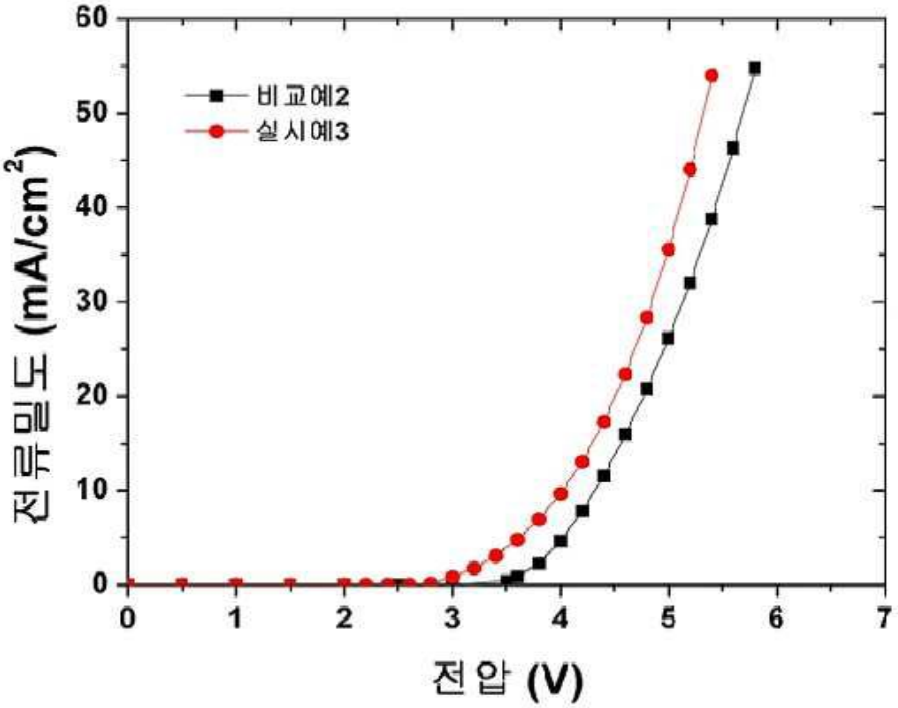
도면5


500
110
105
160
150
130
140
170
120

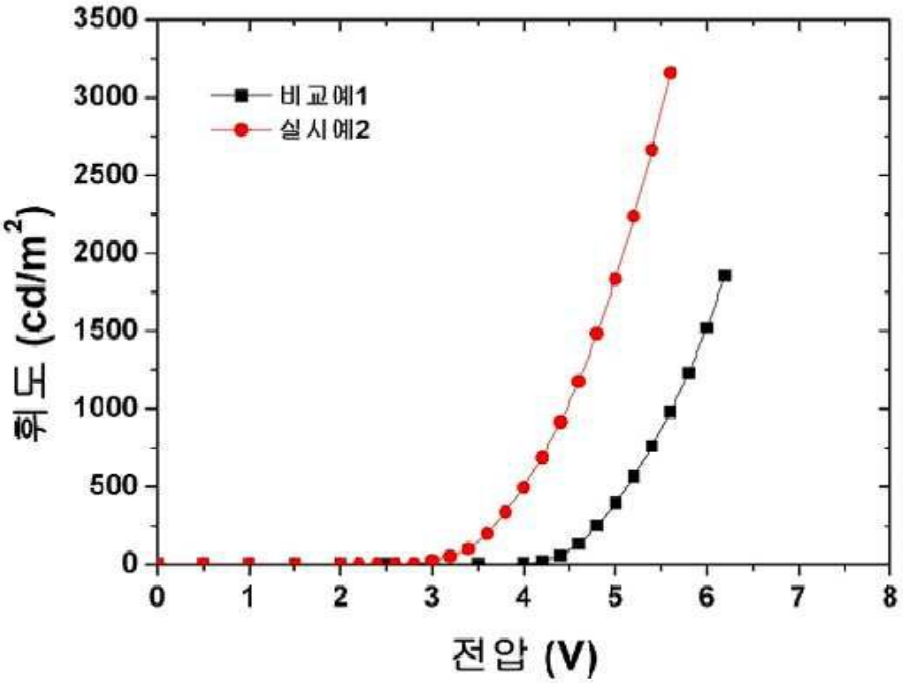
도면6


60
50
40
30
20
10
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
비교예1
실시예2
전류밀도 (mA/cm²)
전압 (V)

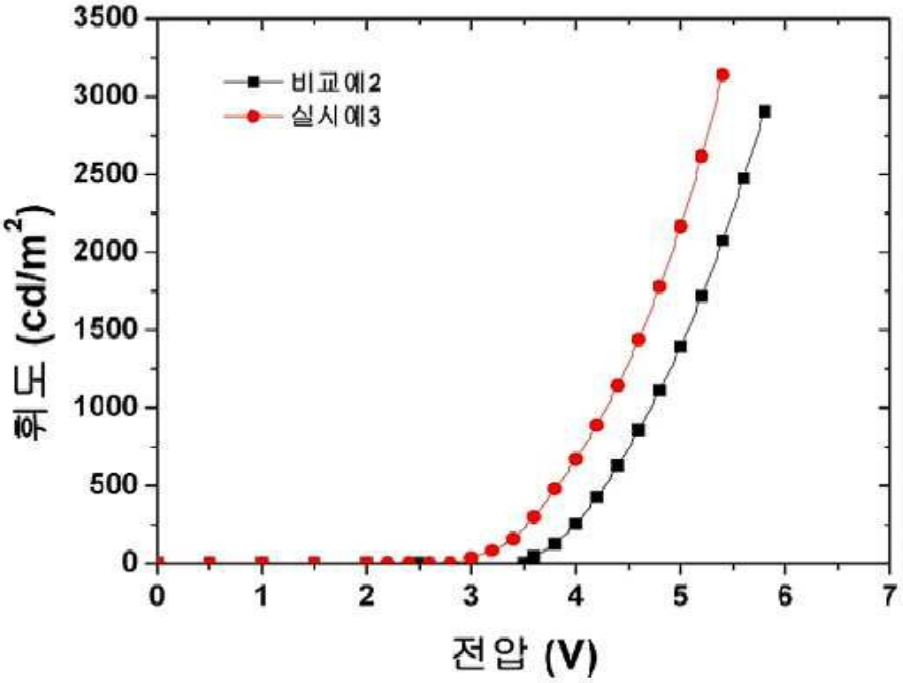
도면7


60
50
40
30
20
10
0
0
1
2
3
4
5
6
7
비교예2
실시예3
전류밀도 (mA/cm²)
전압 (V)

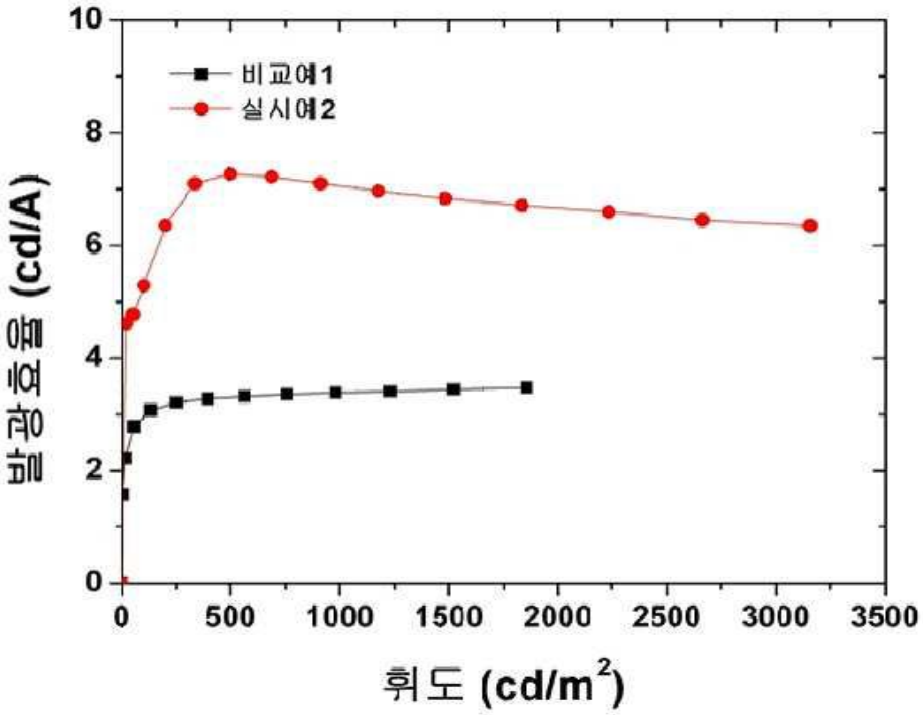
도면8


3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
비교예1
실시예2
휘도 (cd/m²)
전압 (V)

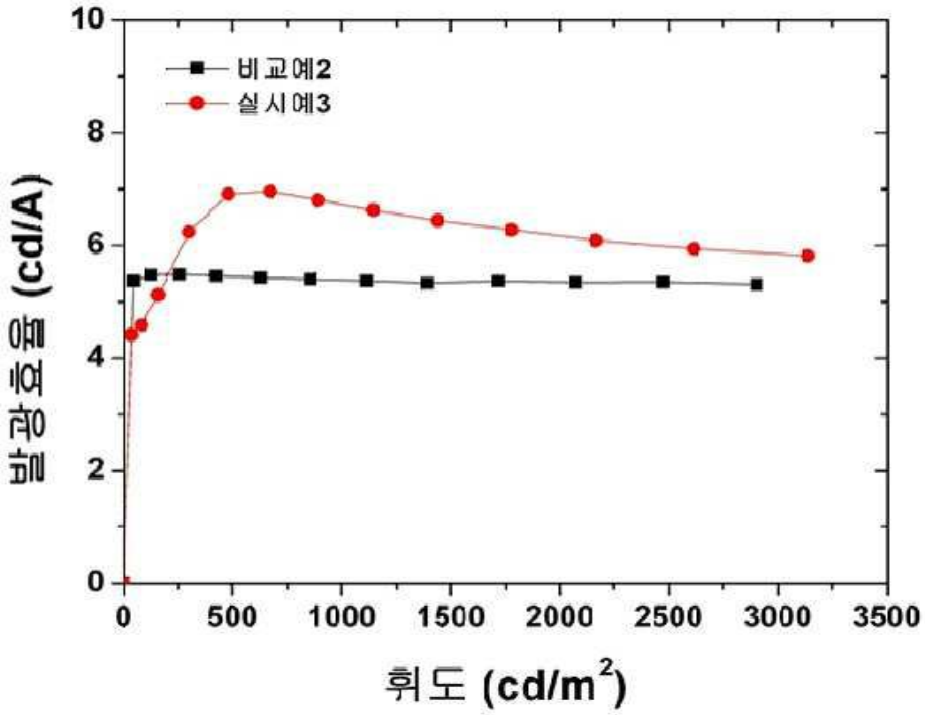
도면9


비교예2
실시예3
휘도 (cd/m²)
전압 (V)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
0
1
2
3
4
5
6
7

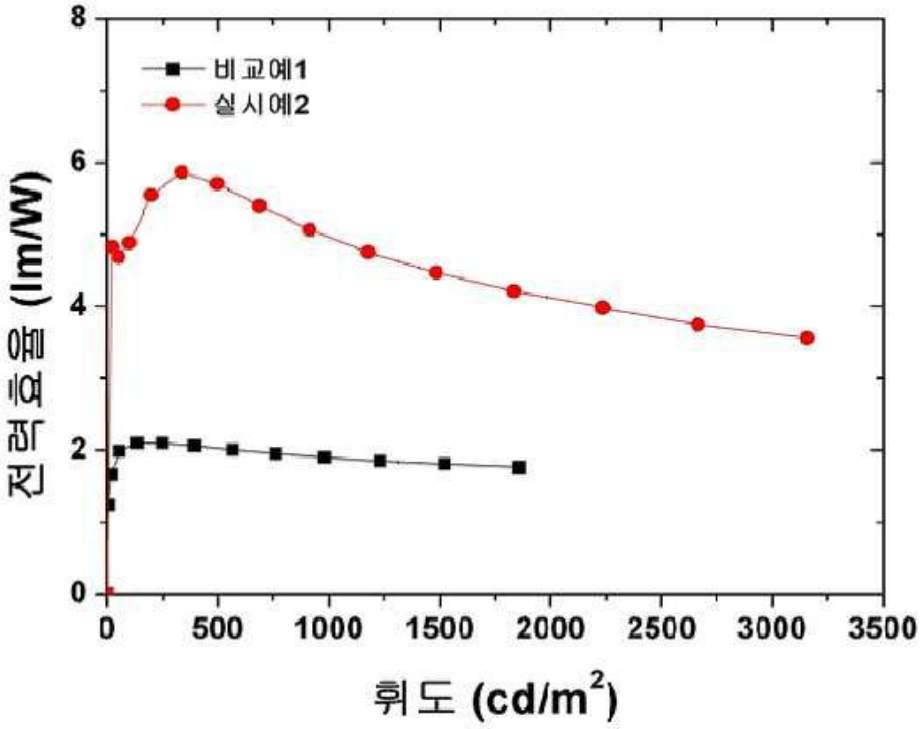
도면10


비교예1
실시예2
발광효율 (cd/A)
휘도 (cd/m²)
0
2
4
6
8
10
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500

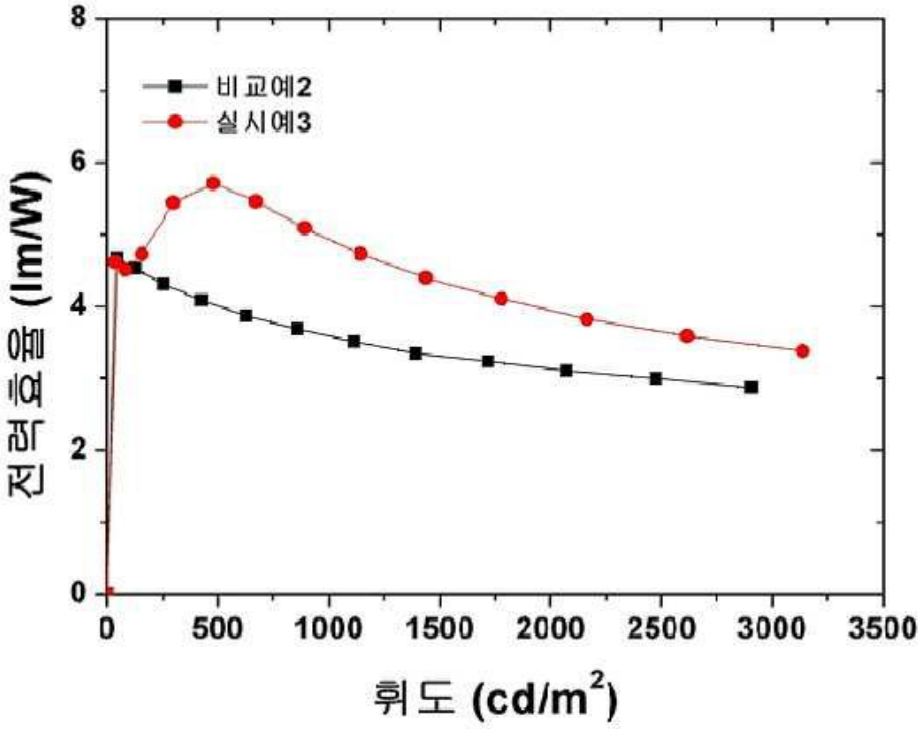
도면11


10
8
6
4
2
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
비교예2
실시예3
발광효율 (cd/A)
휘도 (cd/m²)

도면12


비교예1
실시예2
전력효율 (lm/W)
휘도 (cd/m²)
0
2
4
6
8
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500

도면13


8
6
4
2
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
비교예2
실시예3
전력효율 (lm/W)
휘도 (cd/m²)