



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0082466
(43) 공개일자 2018년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C07C 13/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0054 (2013.01)
C07C 13/62 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7014592
(22) 출원일자(국제) 2016년11월30일
심사청구일자 2018년05월23일
(85) 번역문제출일자 2018년05월23일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2016/107854
(87) 국제공개번호 WO 2017/097154
국제공개일자 2017년06월15일
(30) 우선권주장
201510902765.9 2015년12월09일 중국(CN)

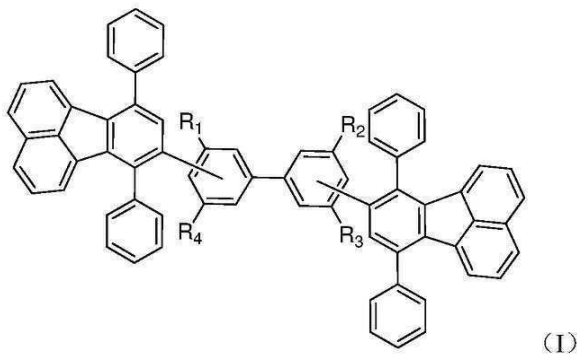
(71) 출원인
광동 어플레이어 압토일렉트라닉 머티어리얼즈 컴퍼니 리미티드
중국 528300 광둥, 포산 순더 디스트릭트, 다량, 우샤 신후이 로드 넘버 8
(72) 발명자
로우, 캄홍
중국 528300 광둥, 포산 순더 디스트릭트, 다량, 우샤 신후이 로드 넘버 8
천, 천-신
중국 528300 광둥, 포산 순더 디스트릭트, 다량, 우샤 신후이 로드 넘버 8
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이정현

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 유기 전자 수송 재료

(57) 요약

본 발명은 유기 전자 수송 재료에 관한 것으로서, 식(I)의 구조의 화합물을 가지고, 여기에서, R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C8 치환 또는 미치환의 알킬(alkyl), 또는 C2-C8 치환 또는 미치환의 알케닐 알킬(alkenyl alkyl), C2-C8 치환 또는 미치환의 알키닐 알킬(alkynyl alkyl)을 나타내고, 여기에서 치환기는 C1-C4의 알킬 또는 할로젠(halogen)이다. 소자 실험에 따르면, 본 발명의 유기 전자 수송 재료를 사용해 제조한 전자 유입 유기 반도체 다이오드 소자 및 유기 전계발광 소자는 전자 수송 성능이 우수하며 밝고 안정적이며 소자의 수명이 긴 것으로 나타났다.



(72) 발명자

리, 즈어

중국 528300 광둥, 포산 순더 디스트릭트, 다량,
우샤 신후이 로드 넘버 8

다이, 레이

중국, 100085 베이징 하이디엔 디스트릭트, 상디,
인포메이션 로드 넘버 26, 룸 820

차이, 리페이

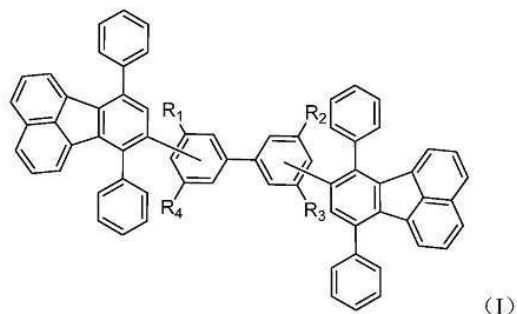
중국, 100085 베이징 하이디엔 디스트릭트, 상디,
인포메이션 로드 넘버 26, 룸 820

명세서

청구범위

청구항 1

식(I)의 구조의 화합물을 가지고,



여기에서, R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C8 치환 또는 미치환의 알킬(alkyl), 또는 C2-C8 치환 또는 미치환의 알케닐 알킬(alkenyl alkyl), C2-C8 치환 또는 미치환의 알키닐 알킬(alkynyl alkyl)을 나타내고, 여기에서 치환기는 C1-C4의 알킬 또는 할로겐(halogen)인 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 2

제1항에 있어서,

R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C4 치환 또는 미치환의 알킬, 또는 C2-C4 치환 또는 미치환의 알케닐 알킬, 또는 C2-C4 치환 또는 미치환의 알키닐 알킬을 나타내는 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 3

제2항에 있어서,

R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C4의 알킬을 나타내는 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 4

제3항에 있어서,

R1과 R4가 같은 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 5

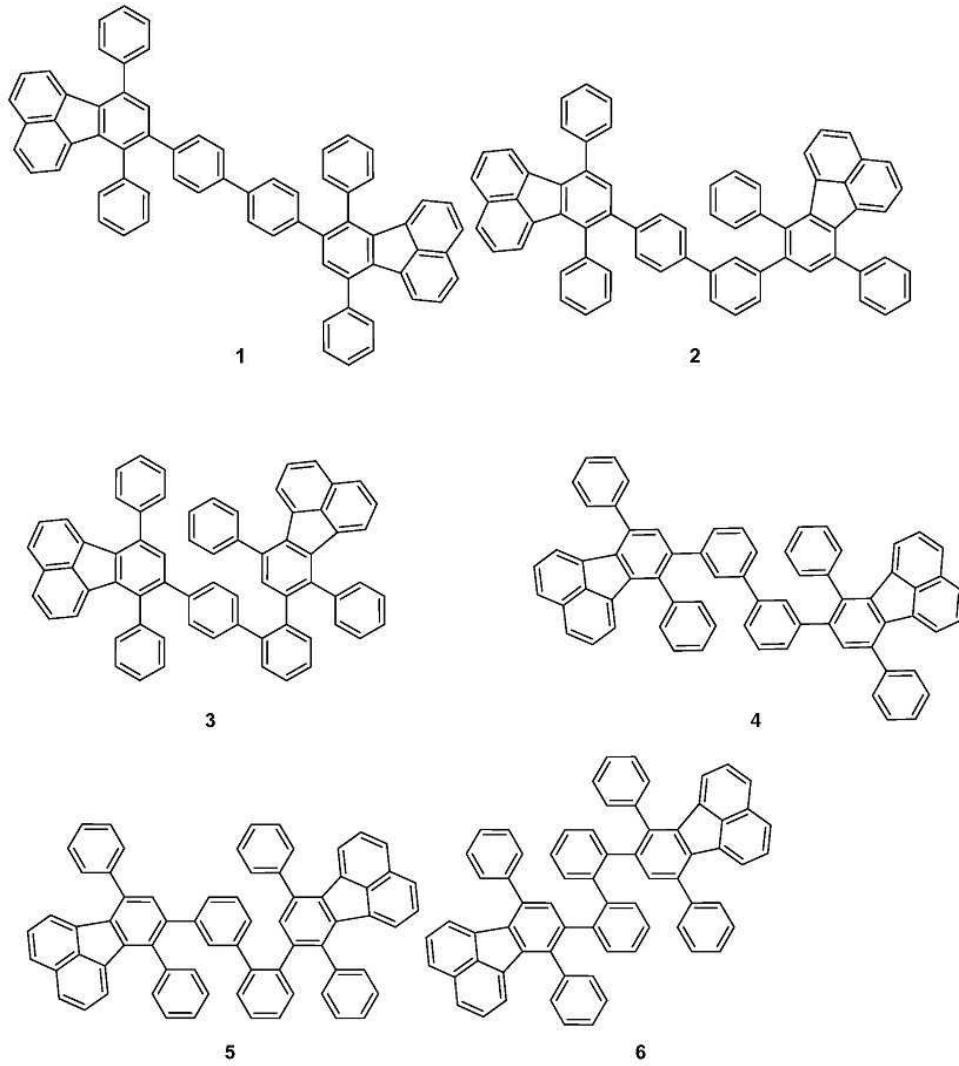
제1항에 있어서,

R1-R4는 바람직하게는 수소를 나타내는 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 6

제1항에 있어서,

아래 구조의 화합물

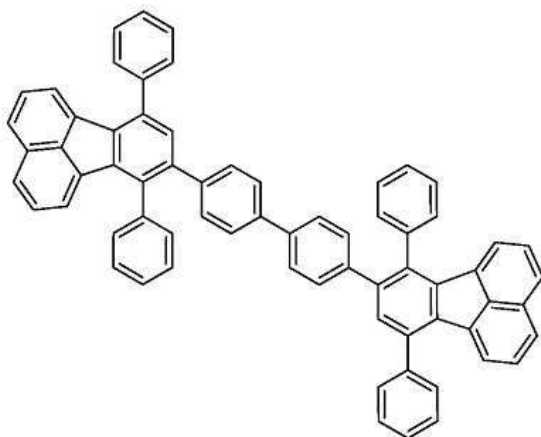


인 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 7

제1항에 있어서,

아래 구조 화합물



인 것을 특징으로 하는 유기 전자 수송 재료.

청구항 8

제1항 내지 7항 중 어느 한 항의 유기 전자 수송 재료에 있어서 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자와 유기 전계발광 소자에의 응용.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진공증착을 통하여 박막을 형성하고 전자 유일(electron-only) 유기 반도체 다이오드 소자에 응용할 수 있는 신규한 유기 전자 수송 재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자는 단일 전하 운반체 소자의 일종이며, 전력 반도체 장치로서 스마트 디지털 전력 집적회로의 스위치나 정류기에 사용된다. 그 중 본 발명의 전자 수송 재료도 유기 전계발광 소자 및 전계효과 트랜지스터에 응용될 수 있다.

[0003] 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자는 2개의 금속, 무기물 또는 유기화합물의 전극 사이에 단일층 또는 다층의 유기 재료를 스핀 코팅 또는 침전시켜 제조하는 소자이다. 하나의 전형적인 한 층의 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자에는 양극, 전자 수송층 및 음극이 포함된다. 다층의 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자의 양극과 전자 수송층 사이에 정공 차단층을 추가할 수 있으며, 전자 수송층과 음극 사이에는 전자 주입층을 추가할 수 있다. 정공 차단층, 전자 수송층 및 전자 주입층은 각각 정공 차단 재료, 전자 수송 재료 및 전자 주입 재료로 구성된다. 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자에 연결되는 전압이 임계전압에 도달한 후, 음극에서 생성되는 전자가 전자 수송층을 거쳐 양극으로 수송되며, 반대로 정공은 양극에서 주입할 수 없다. 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자 중의 전자 수송 재료는 유기 전계발광 소자와 같은 다른 반도체 소자에 응용할 수 있다. 유기 전계발광 소자는 시장이 방대하기 때문에, 안정적이며 효율성이 높은 유기 전자 수송 재료는 유기 전계발광 소자의 응용과 보급에 있어서 중요한 역할을 하며, 동시에 유기 전계발광 큰 화면 디스플레이의 응용과 보급을 위해 시급하기도 하다.

[0004] 시중에서 종래에 비교적 많이 사용되는 전자 수송 재료는 바소페난트롤린(bathophenanthroline, BPhen)과 바스코프로인(bathocuproine, BCP)이며, 기본적으로 유기 전계발광 패널의 시장 수요에 부합하다. 그러나 그 효율과 안정성은 여전히 개선될 필요가 있다. BPhen 및 BCP 재료는 결정이 생성되기 쉬운 단점이 있는데, 전자 수송 재료는 일단 결정이 생기면 분자 간의 전하 이동 전이 메커니즘과 정상 동작하는 비정형 박막 메커니즘이 달라 전자 수송 성능이 변하게 된다. 유기 전계발광 소자에 사용할 경우 시간이 지나면 전체 소자의 전도성이 변하면서 전자와 정공 전하 이동 전이율에 불균형이 초래되고 이로 인하여 소자 효율이 떨어지며 소자 내에서 국부적인 단락이 발생해 소자의 안정성에 영향을 미칠 수도 있으며 심지어 소자가 실패할 수도 있다(참고문헌 Journal of Applied Physics 80, 2883 (1996); doi: 10.1063/1.363140).

[0005] 비록 BPhen의 합성이 상당히 성숙된 공정이기도 하나, (참고문헌 WO 2010127574 A1) 그 사용하는 원료 0-페닐렌다이아민(o-phenylenediamine)(CAS 95-54-5)은 이미 미국 국가환경보호국으로부터 수중생물에 아주 강한 독성이 있는 화합물로 분류되었다. 우리의 국가환경과 수질자원이 오염되는 것을 방지하기 위해서는 신규한 전자 수송 재료의 연구 및 개발이 상당히 시급하다. 비례테로 고리의 플루오란테인(fluoranthene)은 탄화수소 원소만 함유하며, OLED 소자는 전자 수송 재료와 발광 재료로 사용할 수 있으나, (참고문헌 WO 2013182046 A1) 그 수송 효율과 열안정성은 여전히 개선될 필요가 있다.

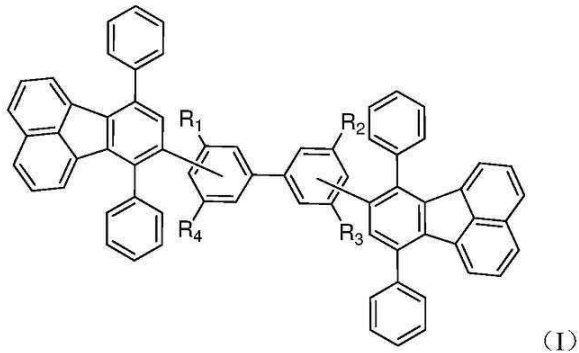
발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 전자 수송 성능이 우수하고 밝으며, 수명이 긴 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자와 유기 전계발광 소자에 응용할 수 있는 형태 안정성이 높은 유기 전자 수송 재료를 제공함으로써, 상기 재료에 존재하는 결함을 극복하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 있어서, 유기 전자 수송 재료는 식(I)의 구조의 화합물을 가지고,



[0008]

[0009] 여기에서, R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C8 치환 또는 미치환의 알킬(alkyl), 또는 C2-C8 치환 또는 미치환의 알케닐 알킬(alkenyl alkyl), C2-C8 치환 또는 미치환의 알키닐 알킬(alkynyl alkyl)을 나타내고, 여기에서 치환기는 C1-C4의 알킬 또는 할로겐(halogen)이다.

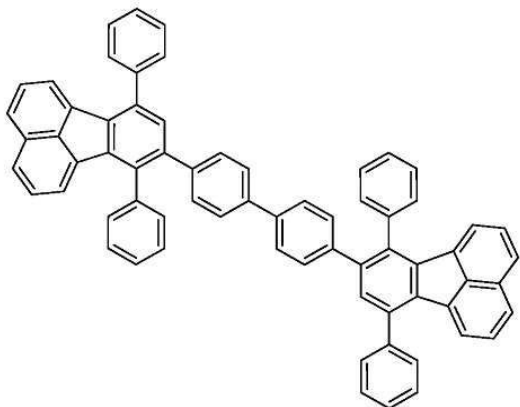
[0010] 바람직하게는, 여기에서 R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C4 치환 또는 미치환의 알킬, 또는 C2-C4 치환 또는 미치환의 알케닐 알킬, 또는 C2-C4 치환 또는 미치환의 알키닐 알킬을 나타낸다.

[0011] 바람직하게는, 여기에서 R1-R4는 독립적으로 수소, C1-C4의 알킬을 나타낸다.

[0012] 바람직하게는, R1과 R4는 같다.

[0013] 바람직하게는, 여기에서 R1-R4는 바람직하게는 수소를 나타낸다.

[0014] 식 (I)의 화합물은 아래 구조의 화합물이다.



[0015]

[0016] 상기 유기층은 정공 차단층, 전자 수송층, 전자 주입층 중의 한 층 또는 여러 층이다. 특별히 언급해야 할 부분은, 상기 유기층은 수요에 따라 상기 유기층이 반드시 모두 존재할 필요가 없다는 것이다.

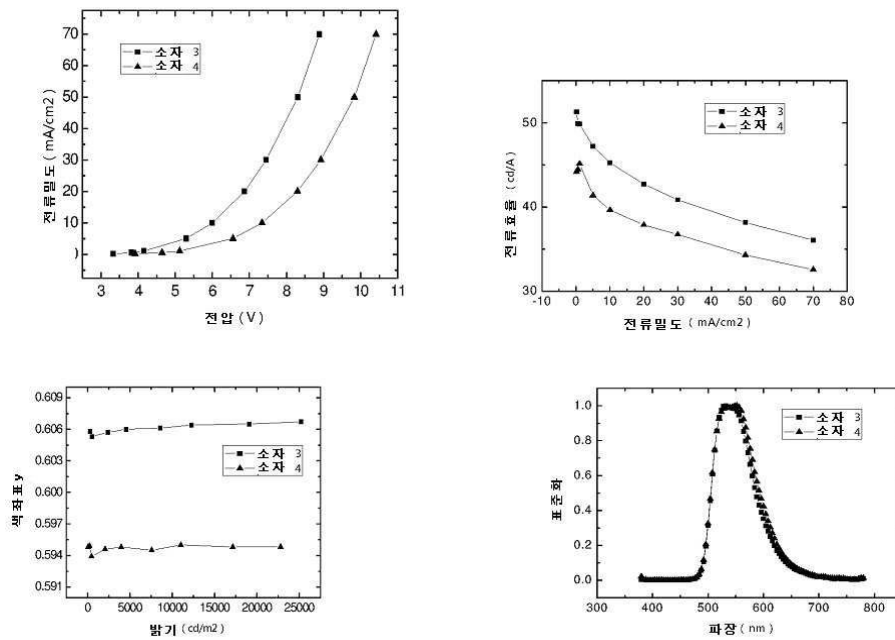
[0017] 상기 정공 차단층, 전자 수송층 및/또는 전자 주입층에는 식(I)의 화합물이 함유된다.

[0018] 상기 식(I)의 화합물은 전자 수송 재료이다.

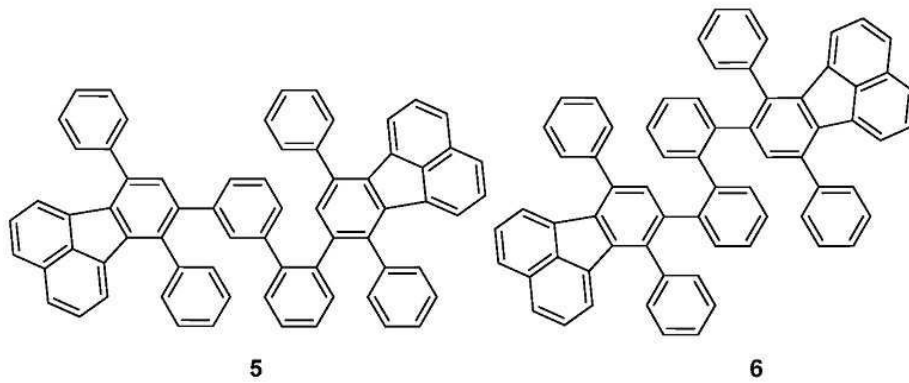
[0019] 본 발명의 전자 소자 유기층의 총 두께는 1 내지 1000nm이고, 바람직하게는 1 내지 500nm이고, 더욱 바람직하게는 5 내지 300nm이다.

[0020] 상기 유기층은 증착 또는 스핀 코팅을 통하여 박막을 형성할 수 있다.

[0021] 상기에서 언급한 바와 같이, 본 발명의 식(I) 화합물은 이하와 같으나 이러한 구조에 국한되지 않는다.



[0022]



[0023]

발명의 효과

[0024] 소자 실험에 따르면, 본 발명의 유기 전자 수송 재료를 사용해 제조한 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자 및 유기 전계발광 소자는 전자 수송 성능이 우수하며 밝고 안정적이며 소자의 수명이 긴 것으로 나타났다.

도면의 간단한 설명

[0025]

도 1은 화합물 1의 HPLC도이고;

도 2는 화합물 1의 수소 스펙트럼이고;

도 3은 화합물 1의 열분석+TGA도이고;

도 4는 본 발명에 있어서 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자의 구조도이고, 여기에서 10은 유리기판이고, 20은 양극이고, 30은 정공 차단층이고, 40은 전자 수송층이고, 50은 전자 주입층이고, 60은 음극이고;

도 5는 본 발명 소자 1의 전압-전류밀도도이고;

도 6은 본 발명 소자 2의 전압-전류밀도도이고;

도 7은 본 발명 소자 3, 4의 전압-전류밀도도이고;

도 8은 본 발명 소자 3, 4의 전류밀도-전류효율도이고;

도 9는 발명 소자 3, 4의 밝기-색좌표도이고;

도 10은 발명 소자 3, 4의 발광 스펙트로그램이고; 및

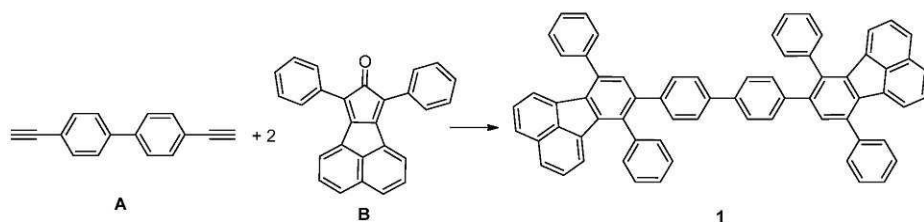
도 11은 본 발명의 유기 전계발광 소자 구조도이고,

여기에서 10은 유리기판이고, 20은 양극이고, 30은 정공 주입층이고, 40은 정공 수송층이고, 50은 발광층이고, 60은 전자 수송층이고, 70은 음극이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명을 더욱 상세히 설명하기 위하여 특별히 이하와 같은 예시를 사용하나 이에 국한되지 않는다.

실시예 1



화합물 1의 합성

화합물 A는 참고문헌 ACS Macro Letter, 2014, 3, 10-15 과정에 따라 합성한다. 화합물 B는 참고문헌 WO 2013182046 A1 과정에 따라 합성한다.

반응 투입: 250-mL 반응 플라스크에 화합물 A(2.21g, 11mmol), 화합물 B(7.80g, 22mmol) 및 디페닐 에테르(diphenyl ether)(100mL)를 첨가한다. 질소 배출을 3회 진행한 후 260℃까지 승온시키고 그 온도를 유지하면서 8시간 동안 반응시키며, TLC 및 HPLC로 화합물 B가 완전히 반응한 것을 검출한다. 반응이 진행되는 동안 반응액은 흑색에서 황색으로 변화했다.

반응 후처리: 가열을 정지하고 온도를 20℃까지 강하시키며 메탄올(100mL)을 첨가하여 2시간 동안 교반하고 고체를 석출하며, 여과 케이크는 메탄올로 세정하고 진공 건조시켜 조생성물을 수득한다. 조생성물은 에틸 아세테이트를 첨가하여 고해(beating)하여 황색의 화합물 1(4.32g, 수율 46%, HPLC 순도 93.58%)를 수득한다. 진공승화(360℃, 2×10^{-5} torr, 8시간)하여 담황색 고체 분말을 수득하며 순도는 99.5%이다. 이는 도 1에서 도시하는 바와 같다.

액상의 조건은 이하와 같다.

크로마토그래피 칼럼: Inertsil ODS-SP 4.6*250mm, 5μm, 칼럼 온도: 40℃

용매: DCM, 유동상: ACN, 검출파장: 254nm

피크값 계산은 이하 표와 같다.

<피크표>

디텍터(detector) A 254nm

피크번호	화합물명	체류시간	고도	면적	면적%
1		25.641	228	11458	0.386
2	제품Y15050703-01	27.393	50885	2955536	99.576
3		33.490	14	1124	0.038
총계			51127	2968119	100.000

^1H NMR (300 MHz, CDCl_3) δ 7.78 - 7.66 (m, 8H), 7.59 - 7.46 (m, 6H), 7.43 - 7.33 (m, 116H), 7.32 - 7.46 (m, 12H). 도 2에서 도시하는 바와 같다.

TGA도는 도 3에서 도시하는 바와 같다.

실시예 2

[0041] 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자 1의 제조

[0042] 본 발명의 유기 전자 수송 재료를 사용하여 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자를 제조한다.

[0043] 먼저, 투명 전도 ITO 유리기판(10)(상면에 양극(20)이 있음)을 순서대로 세정제 용액과 탈이온수, 에탄올, 아세톤, 탈이온수를 이용하여 세정한 후 다시 산소 플라즈마를 이용하여 30초간 처리한다.

[0044] 그 후, ITO에서 5nm 두께의 BCP를 정공 차단층(30)으로 증착한다.

[0045] 그 후, 정공 차단층에서 100nm 두께의 화합물 1을 전자 수송층(40)으로 증착한다.

[0046] 그 후, 전자 수송층에 1nm 두께의 플루오르화 리튬(lithium fluoride)을 전자 주입층(50)으로 증착한다.

[0047] 마지막으로, 전자 주입층에 100nm 두께의 알루미늄을 소자 음극(60)으로 증착한다.

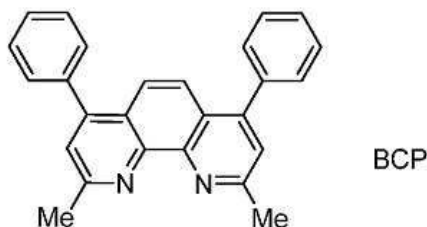
[0048] 구조는 도 4에서 도시하는 바와 같다.

[0049] 공간 전하 제한 전류(space charge limited current, SCLC) 전류밀도와 전기장 강도의 관계를 통한 식(1)은 이하와 같다.

$$J = \frac{9}{8} \epsilon \epsilon_0 \frac{E^2}{L} \mu_0 \exp(\beta \sqrt{E}) \quad (1)$$

[0051] 여기에서 J는 전류밀도(mA cm^{-2})이고, ϵ 는 상대유전상수(유기 재료의 통상적인 값은 3)이고, ϵ_0 는 진공유전상수($8.85 \times 10^{-14} \text{ C V}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)이고, E는 전기장 강도(V cm^{-1})이고, L은 소자 중 샘플의 두께(cm)이고, μ_0 는 영전기장 하의 전하 이동률($\text{cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$)이고, β 는 Poole-Frenkel 인자이고, 이동률이 전기장 강도 변화를 따라 빠르고 느린 정도를 나타낸다.

[0052] 소자 중 상기 구조식



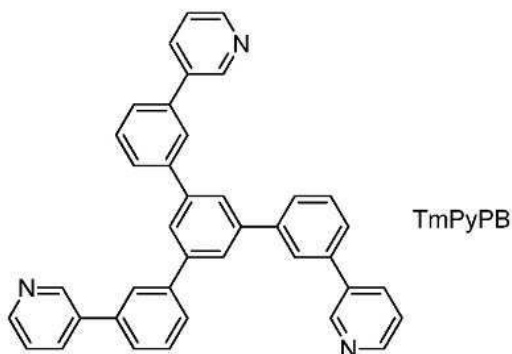
[0053]

[0054] 비교예 1

[0055] 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자 2의 제조

[0056] 방법은 실시예 2와 동일하나, 자주 사용되는 시판 화합물 TmPyPB를 전자 수송층(40)으로 사용해 비교용 전자 유일 유기 반도체 다이오드 소자를 제작한다.

[0057] 소자 중 상기 구조식



[0058]

[0059] 제조한 소자의 전자 이동률($\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$)

소자 일련 번호	μ_0	$1 \times 10^5 \text{ V/cm}$ 작업 전기장 하의 전자이동률	$5 \times 10^5 \text{ V/cm}$ 작업 전기장 하의 전자이동률	$1 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 작업 전기장 하의 전자이동률
1	4.74×10^{-11}	1.28×10^{-9}	7.51×10^{-8}	1.59×10^{-6}
2	5.12×10^{-13}	5.81×10^{-11}	2.01×10^{-8}	1.61×10^{-6}

[0060]

[0061] 식 (1)과 도 5 및 6 데이터에 따라 소자 1과 소자 2의 $1 \times 10^5 \text{ V/cm}$ 과 $5 \times 10^5 \text{ V/cm}$ 작업 전기장 하에서 전자 이동률을 계산한 결과, 소자 2의 전자 이동률보다 현저하게 우수하였고, $1 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 작업 전기장 하에서 소자 1과 소자 2의 전자 이동률은 기본적으로 같았는데, 이는 화합물 1의 전자 수송 성능이 비교적 우수하다는 것을 설명해 준다.

[0062] 실시예 3

[0063] 유기 전계발광 다이오드 3의 제조

[0064] 본 발명의 유기 전자 재료를 사용하여 OLED를 제조한다.

[0065] 먼저, 투명 전도 ITO 유리기판(10)(상면에 양극(20)이 있음)을 순서대로 세정제 용액과 탈이온수, 에탄올, 아세톤, 탈이온수를 이용하여 세정한 후 다시 산소 플라즈마를 이용하여 30초간 처리한다.

[0066] 그 후, ITO에서 90nm 두께의 화합물 C를 정공 주입층(30)으로 증착한다.

[0067] 그 후, 화합물 D를 증착하여 30nm 두께의 정공 수송층(40)을 형성한다.

[0068] 그 후, 정공 수송층에 40nm 두께의 화합물 E(2%)와 화합물 F(98%)를 발광층(50)으로 증착한다.

[0069] 그 후, 발광층에 40nm 두께의 화합물 1(50%)과 LiQ(50%)를 전자 수송층(60)으로 증착한다.

[0070] 마지막으로, 100nm Al를 소자 음극(70)으로 증착한다.

[0071] (구조는 도 11에서 도시하는 바와 같음)

[0072] 실시예 4

[0073] 유기 전계발광 소자 4의 제조

[0074] 시판되는 재료를 사용하여 OLED를 제조한다.

[0075] 먼저, 투명 전도 ITO 유리기판(10)(상면에 양극(20)이 있음)을 순서대로 세정제 용액과 탈이온수, 에탄올, 아세톤, 탈이온수를 이용하여 세정한 후 다시 산소 플라즈마를 이용하여 30초간 처리한다.

[0076] 그 후, ITO에서 90nm 두께의 화합물 C를 정공 주입층(30)으로 증착한다.

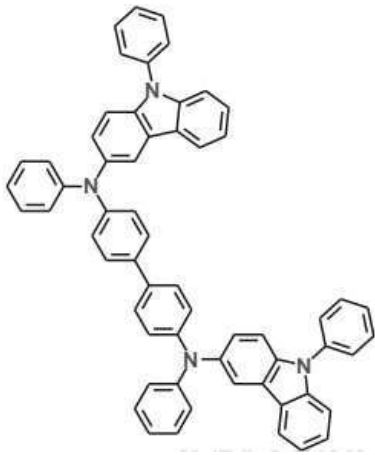
[0077] 그 후, 화합물 D를 증착하여 30nm 두께의 정공 수송층(40)을 형성한다.

[0078] 그 후, 정공 수송층에 40nm 두께의 화합물 E(2%)와 화합물 F(98%)를 발광층(50)으로 증착한다.

[0079] 그 후, 발광층에 40nm 두께의 화합물 G(50%)과 LiQ(50%)를 전자 수송층(60)으로 증착한다.

[0080] 마지막으로, 100nm Al를 소자 음극(70)으로 증착한다.

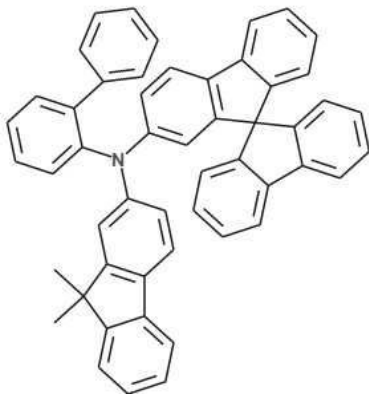
[0081] 화합물 C:



[0082]

[0083]

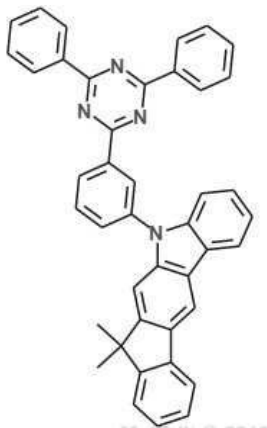
화합물 D:



[0084]

[0085]

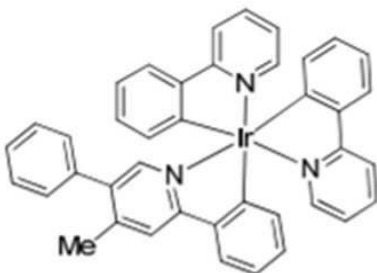
화합물 E:



[0086]

[0087]

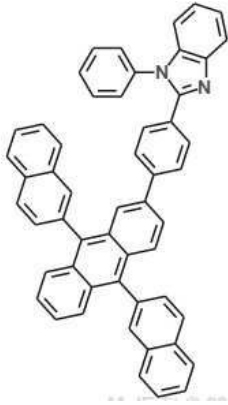
화합물 F:



[0088]

[0089]

화합물 G:



[0090]

[0091]

도 7 내지 8에서 도시하는 바와 같이, 소자 3과 소자 4의 비교에서 알 수 있듯이, 화합물 1의 전자 수송 성능은 시판되는 비교 화합물 G보다 우수하다.

[0092]

도 9 및 10에서 이하와 같은 계산을 도출할 수 있다.

[0093]

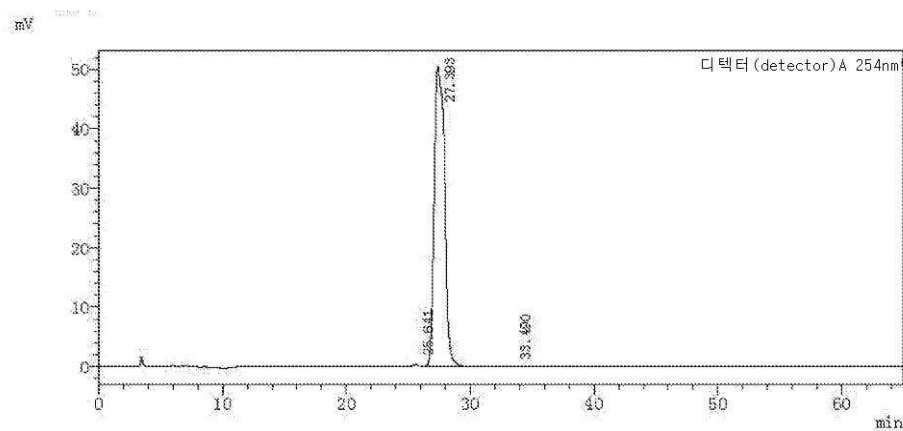
제조한 소자 3은 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 작업 전류밀도 하에서, 밝기 $7584\text{cd}/\text{m}^2$, 전류효율 $37.9\text{cd}/\text{A}$, $14.3\text{ lm}/\text{W}$, EQE 11.1, 방출 녹색광 CIEx가 0.3709, CIEy가 0.5945이다.

[0094]

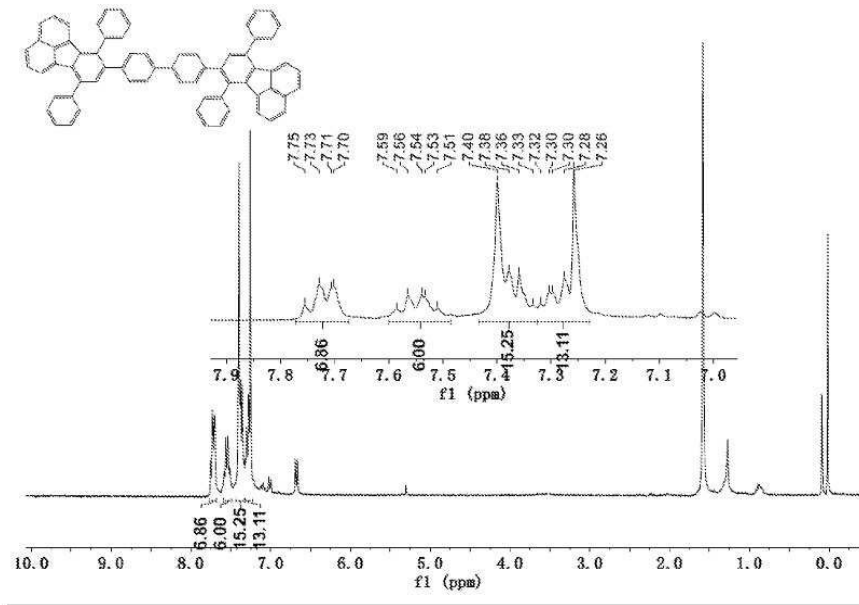
제조한 소자 4는 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 작업 전류밀도 하에서, 밝기 $8555\text{cd}/\text{m}^2$, 전류효율 $42.7\text{cd}/\text{A}$, $19.5\text{ lm}/\text{W}$, EQE 12.4, 방출 녹색광 CIEx가 0.3578, CIEy가 0.6061이다.

도면

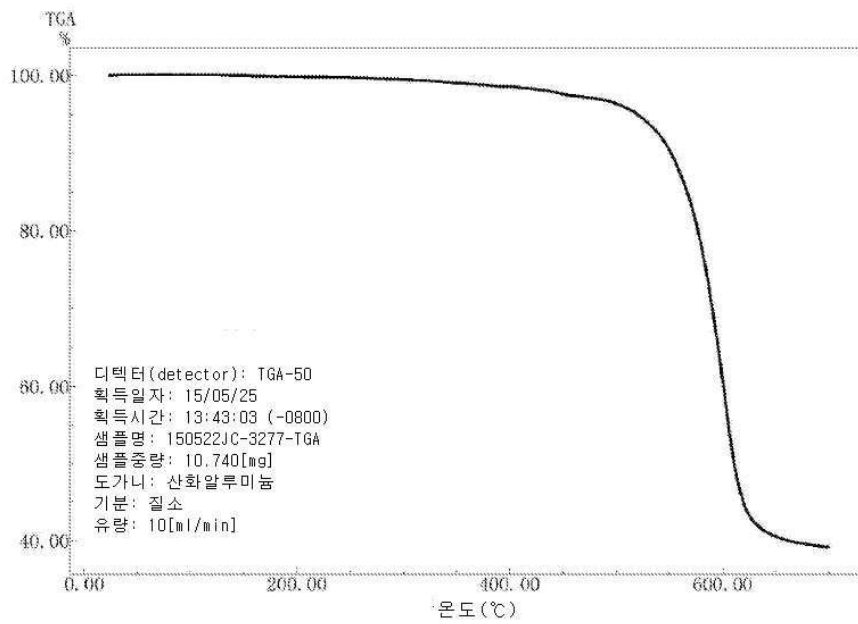
도면1



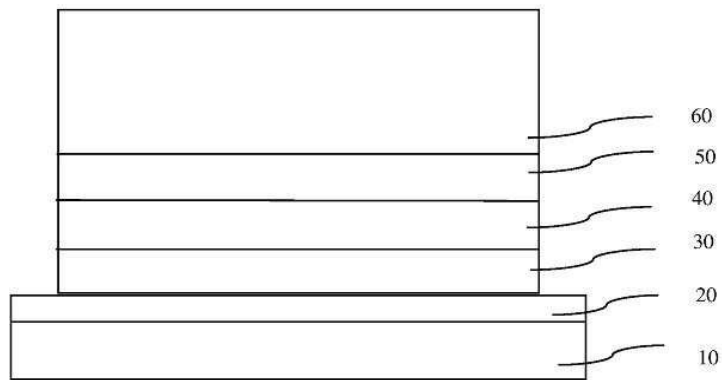
도면2



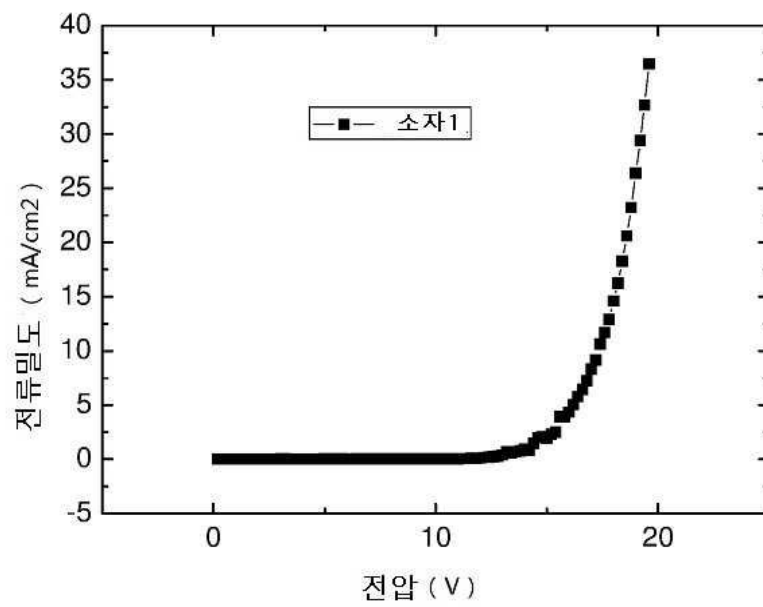
도면3



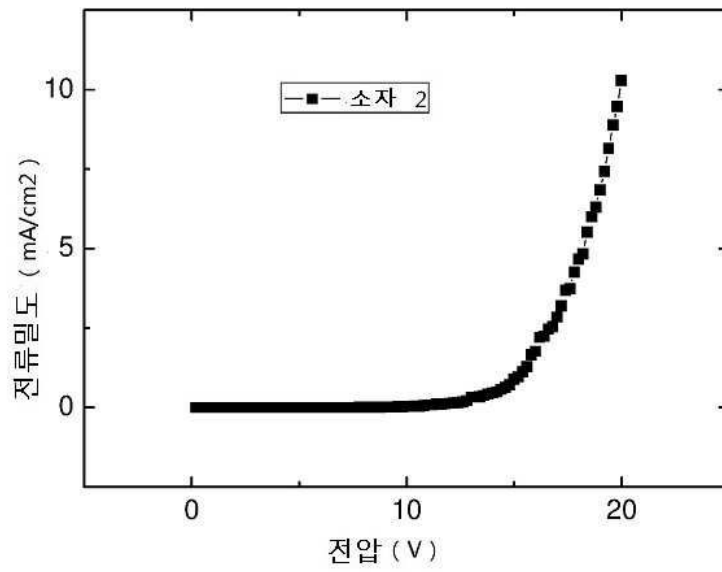
도면4



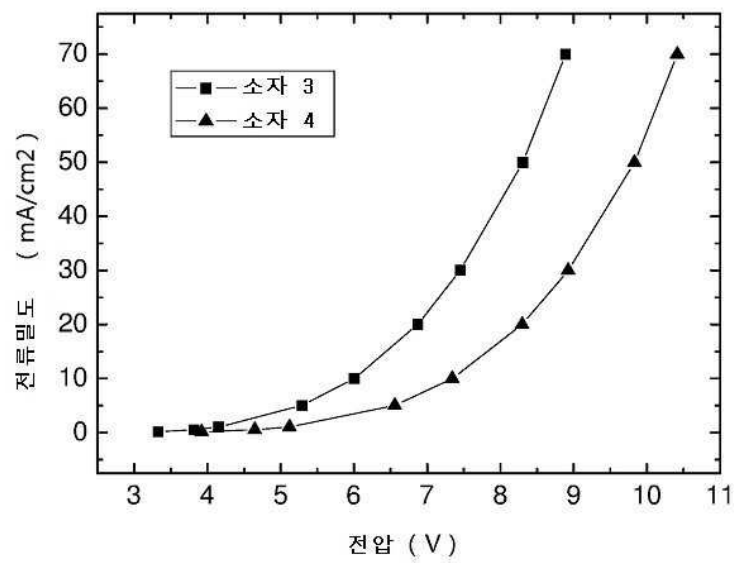
도면5



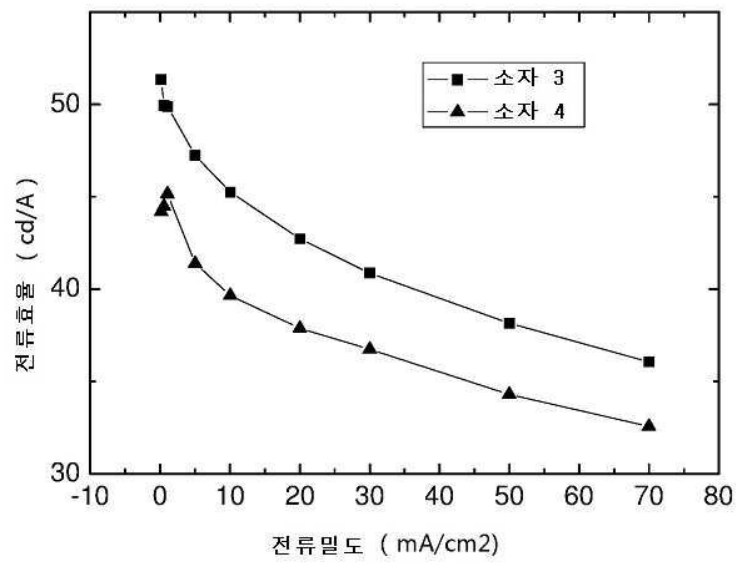
도면6



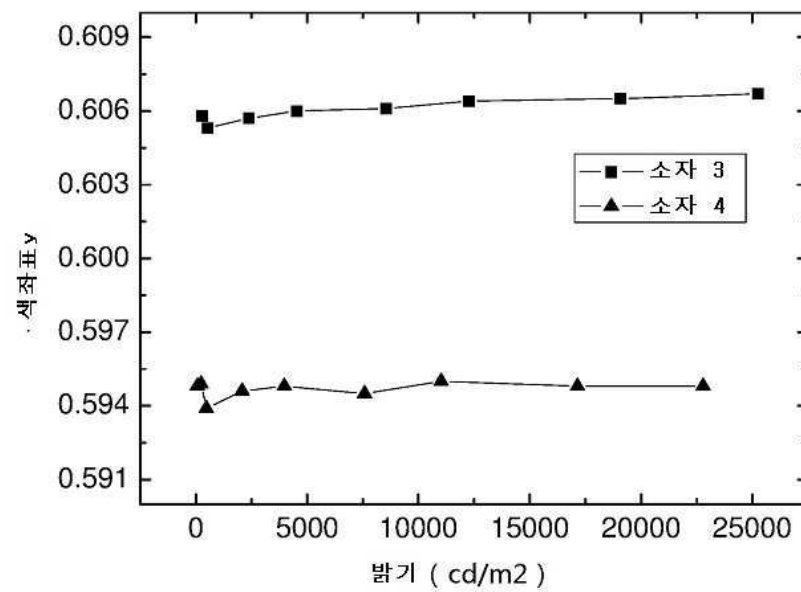
도면7



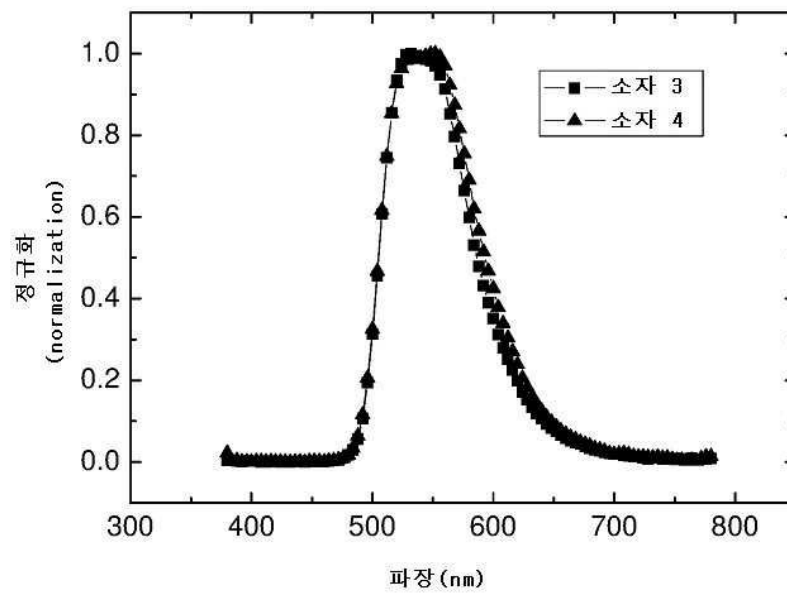
도면8



도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	有机电子传输材料		
公开(公告)号	KR1020180082466A	公开(公告)日	2018-07-18
申请号	KR1020187014592	申请日	2016-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	广东阿格蕾雅光电材料有限公司		
申请(专利权)人(译)	广东eogeul层APTO伊莱克特拉，尼克穆雷层材料有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广东eogeul层APTO伊莱克特拉，尼克穆雷层材料有限公司		
[标]发明人	LOW KAMHUNG 로우캄훙 CHEN CHIN HSIN 천친신 LI ZHE 리즈어 DAI LEI 다이레이 CAI LIFEI 차이리페이		
发明人	로우,캄훙 천,친 신 리,즈어 다이,레이 차이,리페이		
IPC分类号	H01L51/00 C07C13/62		
CPC分类号	H01L51/0054 C07C13/62 H01L51/0058 C07C13/66 C07C2603/40 C09K11/06 H01L51/5072		
代理人(译)	李贞贤		
优先权	201510902765.9 2015-12-09 CN		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种有机电子传输材料，其具有式 (I) 结构的化合物，其中 R1-R4独立地为氢，C1-C8取代或未取代的烷基，或C2-C8取代或未取代的链烯基烷基，C2-C8取代或未取代的炔基烷基，其中取代基是C1-C4烷基或卤素。根据器件测试，使用本发明的有机电子传输材料制造的仅电子有机半导体二极管器件和有机电致发光器件具有优异的电子传输性能，明亮且稳定，并且具有长的器件寿命。

