(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0144751
(43) 공개일자 2024년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 495/14 (2006.01) *C07D 495/04* (2006.01)
C07D 495/22 (2006.01) *H10K 30/60* (2023.01)
H10K 30/81 (2023.01) *H10K 30/84* (2023.01)
H10K 65/00 (2023.01) *H10K 85/60* (2023.01)
(52) CPC특허분류
C07D 495/14 (2013.01)
C07D 495/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0178964
(22) 출원일자 2023년12월11일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020230039069 2023년03월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기 용인시 기흥구 삼성로1(농서동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이대호
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
우한영
서울특별시 강남구 광평로10길 15, 110동 306호 (일원동, 상록수아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

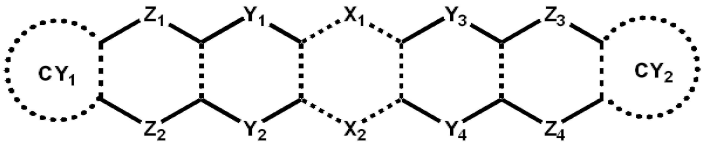
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **축합환 화합물을 포함한 유기 광검출기, 상기 유기 광검출기를 포함한 전자 장치 및 상기 축합환 화합물**

(57) 요 약

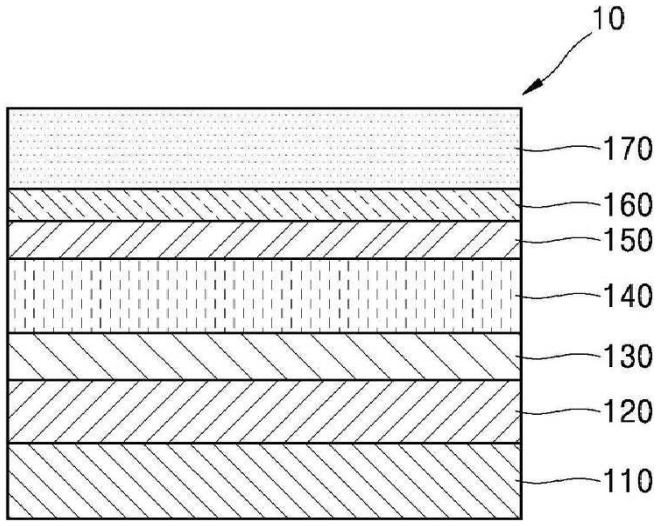
하기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물을 포함한 유기 광검출기와 상기 유기 광검출기를 포함한 전자 장치가 개시된다. 또한, 하기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물이 개시된다:

<화학식 1>



상기 화학식 1에 대한 상세한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C07D 495/22 (2013.01)
H10K 30/60 (2023.02)
H10K 30/81 (2023.02)
H10K 30/84 (2023.02)
H10K 65/00 (2023.02)
H10K 85/657 (2023.02)
H10K 85/6576 (2023.02)

(72) 발명자
류화숙
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
윤석규
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
정혜진
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
박채연
서울특별시 성북구 고려대로 39, 원빌 403호 (안암동2가)
벤카타 수만 크리시나
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
지민훈
서울특별시 동대문구 무학로 202, 606호 (제기동)

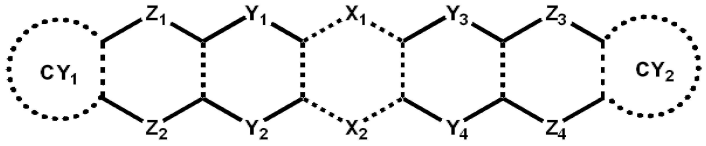
명 세 서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물(condensed cyclic compound):

<화학식 1>

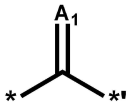


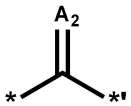
상기 화학식 1 중,

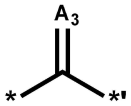
X_1은 단일 결합, $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$, $Si(R_1)(R_2)$, $Ge(R_1)(R_2)$, $N(R_1)$, $B(R_1)$, O, S, Se 또는 Te이고,

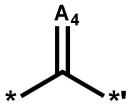
X_2는 단일 결합, $C(R_3)$, $C(R_3)(R_4)$, $Si(R_3)(R_4)$, $Ge(R_3)(R_4)$, $N(R_3)$, $B(R_3)$, O, S, Se 또는 Te이고,

Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, O, S, Se 또는 Te이고,

Z_1은 단일 결합 또는  이고,

Z_2는 단일 결합 또는  이고,

Z_3는 단일 결합 또는  이고,

Z_4는 단일 결합 또는  이고,

A_1 내지 A_4는 서로 독립적으로, O, S, $C(R_5)(R_6)$ 또는 $N(R_5)$이고,

X_1 및 X_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

Z_1 및 Z_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

Z_3 및 Z_4 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하

나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

상기 R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴티오기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_7-C_{60}아릴알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$이고,

상기 R_{10a}는,

중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-N(Q_{11})(Q_{12})$, $-B(Q_{11})(Q_{12})$, $-C(=O)(Q_{11})$, $-S(=O)_2(Q_{11})$, $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, 또는 C_1-C_{60}알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-N(Q_{21})(Q_{22})$, $-B(Q_{21})(Q_{22})$, $-C(=O)(Q_{21})$, $-S(=O)_2(Q_{21})$, $-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기; 또는

$-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-N(Q_{31})(Q_{32})$, $-B(Q_{31})(Q_{32})$, $-C(=O)(Q_{31})$, $-S(=O)_2(Q_{31})$, 또는 $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$;

이고,

상기 Q_1 내지 Q_3, Q_{11} 내지 Q_{13}, Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33}은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60}알킬기, C_1-C_{60}알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹;이고,

* 및 *'은 서로 독립적으로, 이웃한 탄소 원자와의 결합 사이트이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 축합환 화합물은 대칭 구조인, 축합환 화합물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 축합환 화합물은 분자량이 1000 g/mol 이하인, 축합환 화합물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 축합환 화합물은 광학 밴드 갭(optical band gap)이 2.5 eV 이하인, 축합환 화합물.

청구항 5

제1항에 있어서,

X_1은 단일 결합, $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$ 또는 $N(R_1)$이고,

X_2는 단일 결합, $C(R_3)$, $C(R_3)(R_4)$ 또는 $N(R_3)$이고,

X_1 및 X_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아닌, 축합환 화합물.

청구항 6

제1항에 있어서,

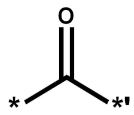
Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합 또는 S이고,

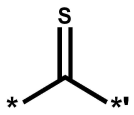
Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

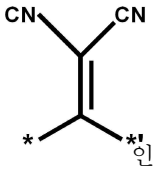
Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아닌, 축합환 화합물.

청구항 7

제1항에 있어서,

Z_1 내지 Z_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, 

, 

, 또는 

인, 축합환 화합물.

청구항 8

제1항에 있어서,

Z_1 및 Z_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

Z_3 및 Z_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아닌, 축합환 화합물.

청구항 9

제1항에 있어서,

CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된, 시클로펜타디엔 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 나프타센 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 인데노안트라센 그룹, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 티에노티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 인다졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 또는 벤조이소퀴놀린 그룹인, 축합환 화합물.

청구항 10

제1항에 있어서,

R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, -Cl, 또는 시아노기;

적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알콕시기;

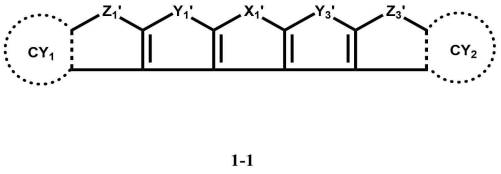
적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹; 또는

$-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$인, 축합환 화합물.

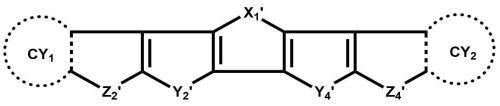
청구항 11

제1항에 있어서,

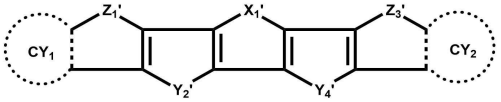
하기 화학식 1-1 내지 1-7 중 어느 하나로 표시되는, 축합환 화합물:



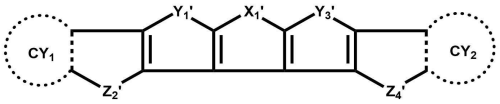
1-1



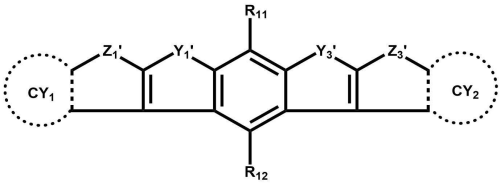
1-2



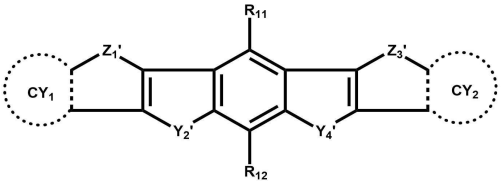
1-3



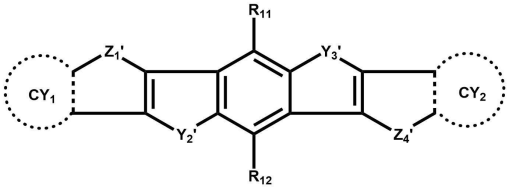
1-4



1-5



1-6



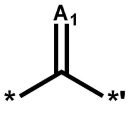
1-7

상기 화학식 1-1 내지 1-7 중,

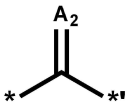
CY_1 및 CY_2에 대한 설명은 제1항에 기재된 바와 동일하고,

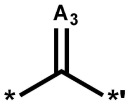
X_1'은 $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$, $Si(R_1)(R_2)$, $Ge(R_1)(R_2)$, $N(R_1)$, $B(R_1)$, O, S, Se 또는 Te이고,

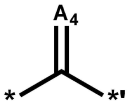
Y_1' 내지 Y_4'는 서로 독립적으로, O, S, Se 또는 Te이고,

Z_1'은 

이고,

Z_2'는  이고,

Z_3'는  이고,

Z_4'는  이고,

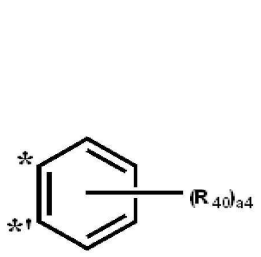
A_1 내지 A_4는 서로 독립적으로, O, S, $C(R_5)(R_6)$ 또는 $N(R_5)$이고,

R_{11} 및 R_{12}에 대한 설명은 제1항에 기재된 R_1에 대한 설명과 동일하다.

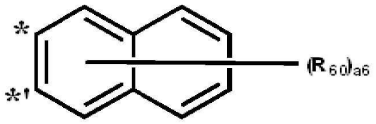
청구항 12

제1항에 있어서,

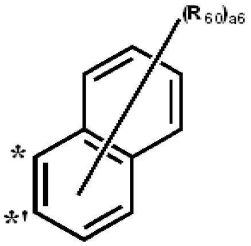
CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 하기 화학식 2-1 내지 2-7 중 어느 하나로 표시되는, 축합환 화합물:



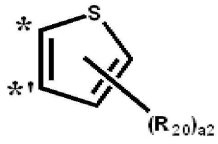
2-1



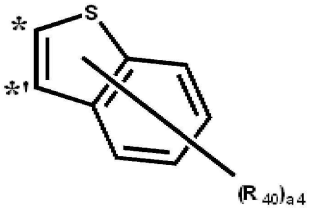
2-2



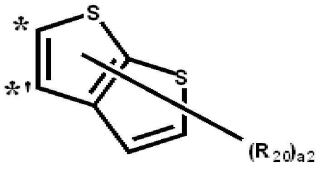
2-3



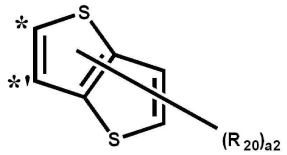
2-4



2-5



2-6



2-7

상기 화학식 2-1 내지 2-7 중,

R_{20}, R_{40} 및 R_{60}에 대한 설명은 제1항 중 R_1에 대한 설명과 동일하고,

a2는 1 또는 2이고,

a4는 1 내지 4의 정수이고,

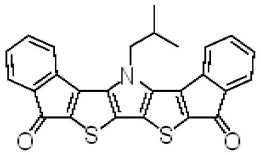
a6은 1 내지 6의 정수이고,

* 및 *'는 서로 독립적으로, 이웃한 고리와 축합되는 탄소이다.

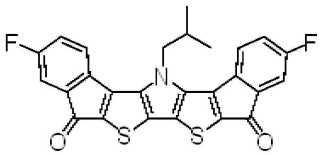
청구항 13

제1항에 있어서,

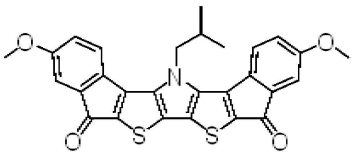
상기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물은 하기 화합물 1 내지 72 중 어느 하나인, 축합환 화합물.



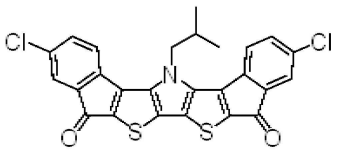
1



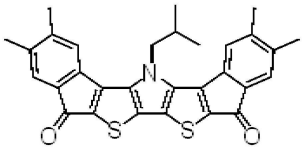
2



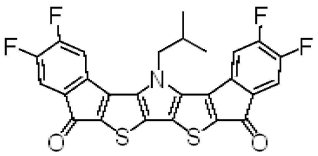
3



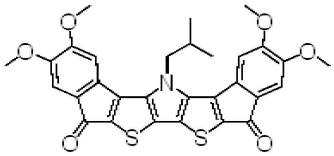
4



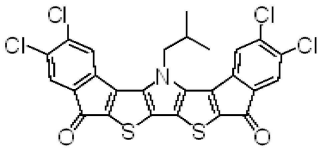
5



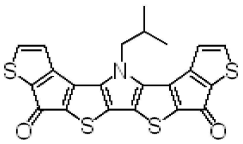
6



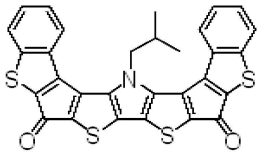
7



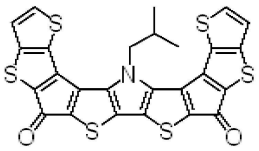
8



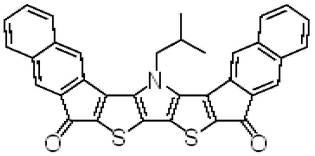
9



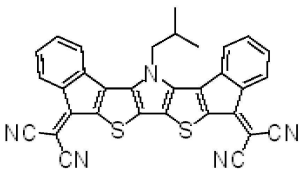
10



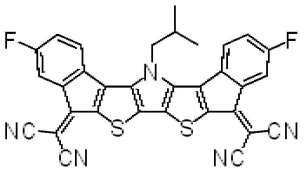
11



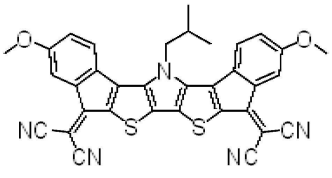
12



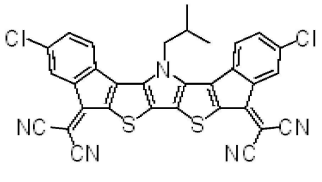
13



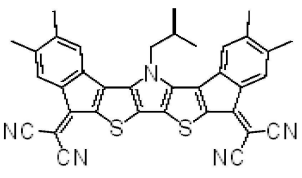
14



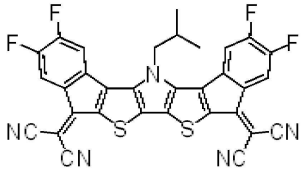
15



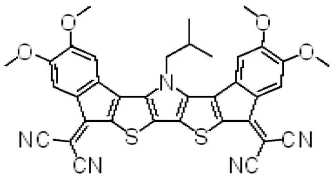
16



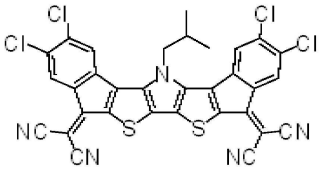
17



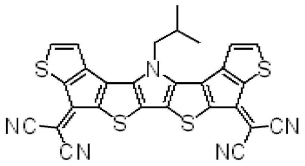
18



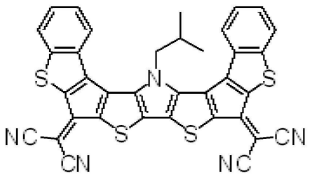
19



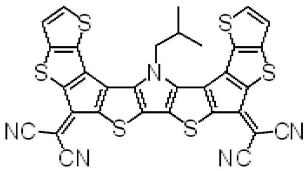
20



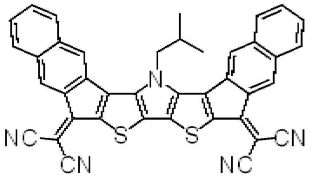
21



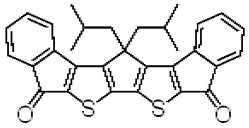
22



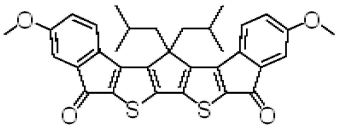
23



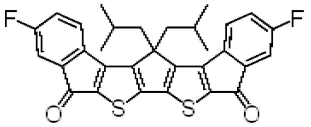
24



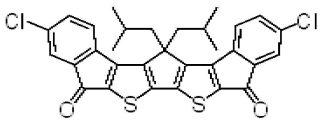
25



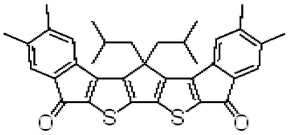
26



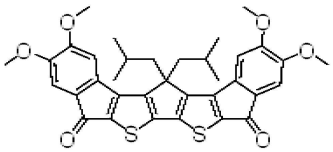
27



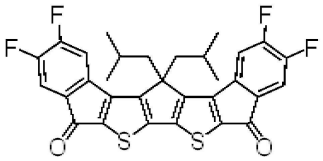
28



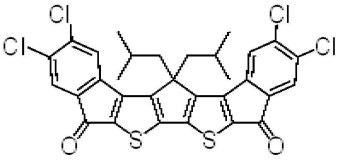
29



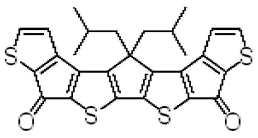
30



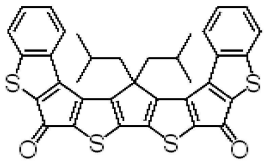
31



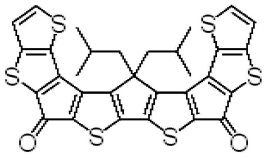
32



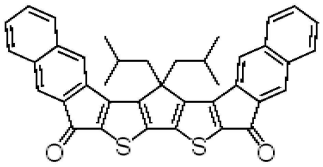
33



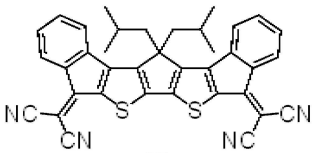
34



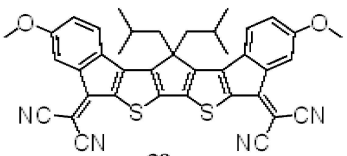
35



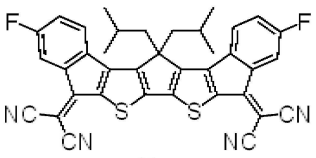
36



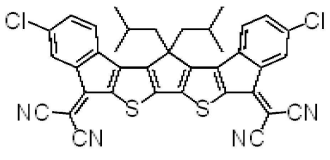
37



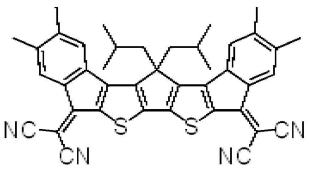
38



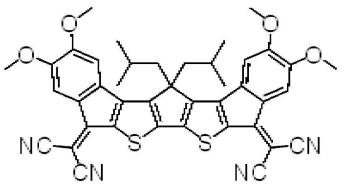
39



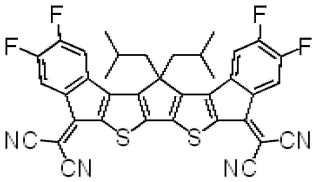
40



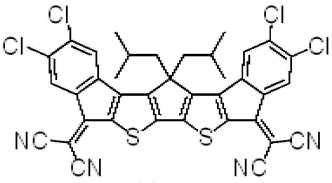
41



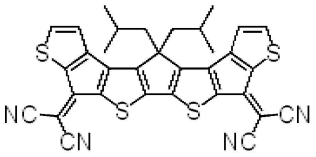
42



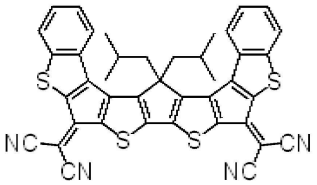
43



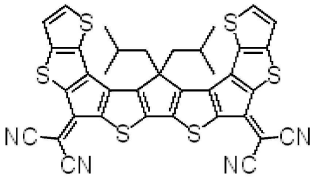
44



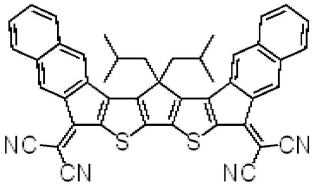
45



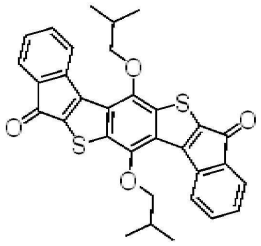
46



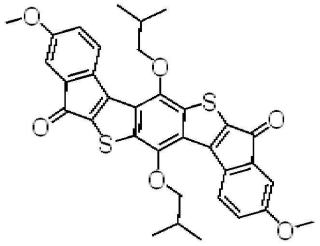
47



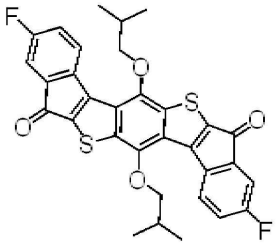
48



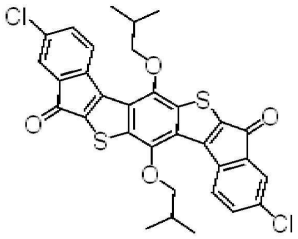
49



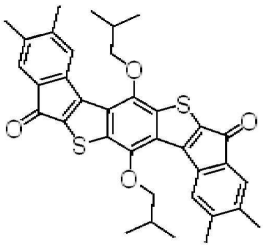
50



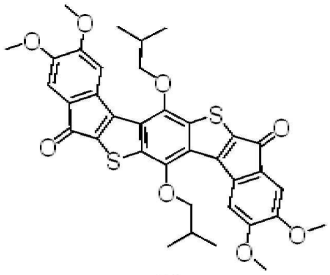
51



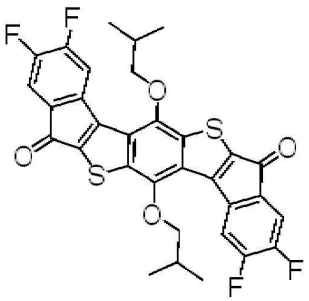
52



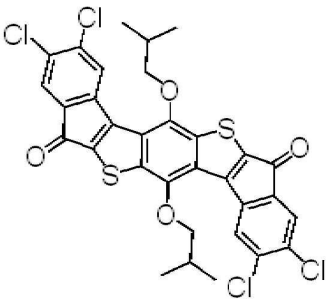
53



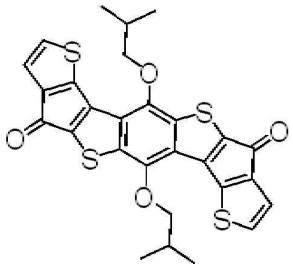
54



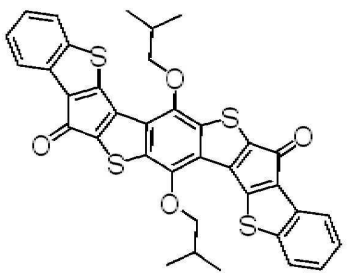
55



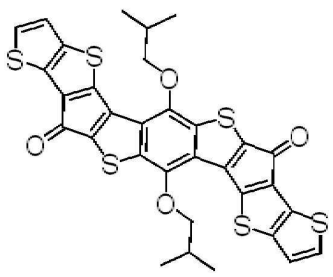
56



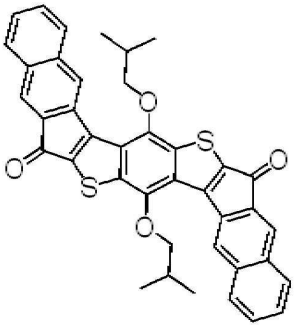
57



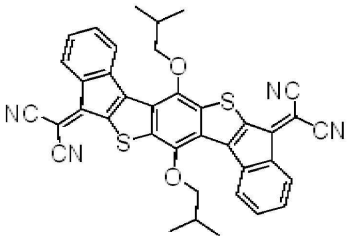
58



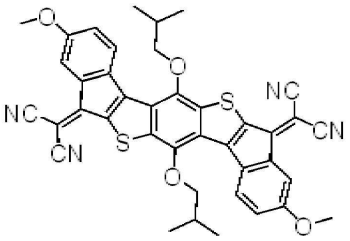
59



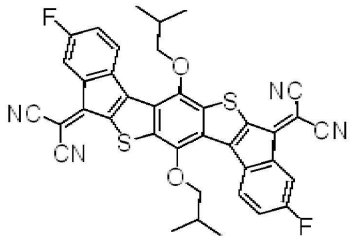
60



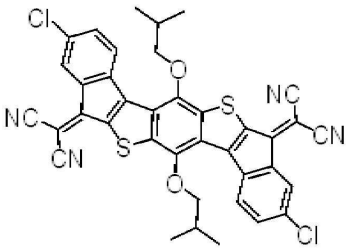
61



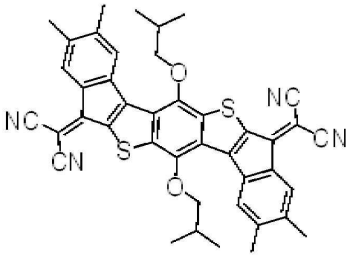
62



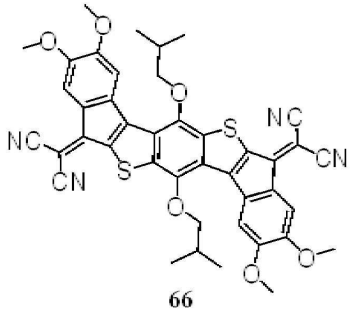
63



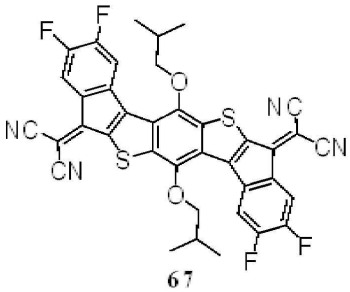
64



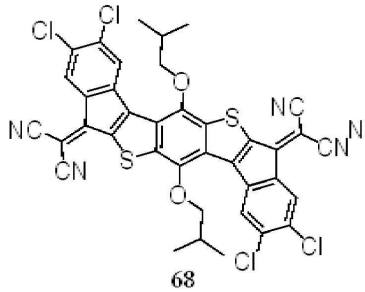
65



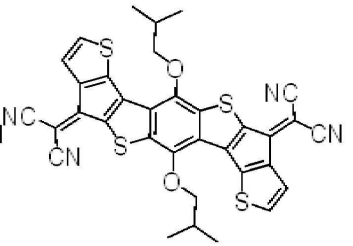
66



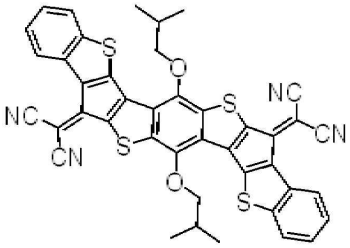
67



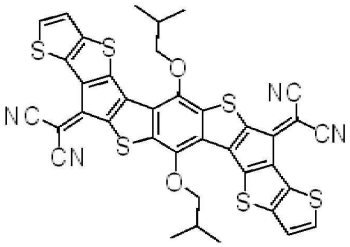
68



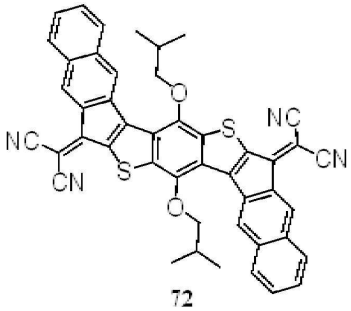
69



70



71



72

청구항 14

제1전극;

상기 제1전극에 대향된 제2전극;

상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치된 활성층; 및

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항의 축합환 화합물을 포함하는, 유기 광검출기.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 축합환 화합물이 상기 활성층에 포함된, 유기 광검출기.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 활성층은 녹색 또는 적색광을 흡수하는, 유기 광검출기.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 제1전극이 애노드이고,

상기 제2전극이 캐소드이고,

상기 활성층과 상기 제1전극 사이에 배치된 정공 수송 영역을 더 포함하고,

상기 정공 수송 영역이 정공 주입층, 정공 수송층, 보조층, 전자 저지층, 또는 이의 임의의 조합을 포함하는, 유기 광검출기.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 제1전극이 애노드이고,

상기 제2전극이 캐소드이고,

상기 활성층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고,

상기 전자 수송 영역이 버퍼층, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층, 또는 이의 임의의 조합을 포함하는, 유기 광검출기.

청구항 19

제14항 내지 제18항 중 어느 한 항의 유기 광검출기를 포함한, 전자 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

발광 소자를 더 포함한, 전자 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 축합환 화합물을 포함한 유기 광검출기, 상기 유기 광검출기를 포함한 전자 장치 및 상기 축합환 화합물에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광전 소자는 빛과 전기 신호를 변환시키는 소자로, 광 다이오드 및 광 트랜지스터 등을 포함하며, 이미지 센서, 태양 전지, 유기 발광 소자 등에 적용될 수 있다.

[0003] 광 다이오드에 주로 사용하는 실리콘의 경우 화소의 크기가 작아지면서 흡수 면적이 줄어들기 때문에 감도 저하가 발생할 수 있다. 이에 따라 실리콘을 대체할 수 있는 유기 물질이 연구되고 있다.

[0004] 유기 물질은 흡광 계수가 크고 분자 구조에 따라 특정 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수할 수 있으므로, 광 다이오드와 색 필터를 동시에 대체할 수 있어서 감도 개선 및 고집적에 매우 유리하다.

[0005] 이러한 유기 물질을 포함하는 유기 광검출기(OPD)는 예컨대 표시 장치, 이미지 센서에 적용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

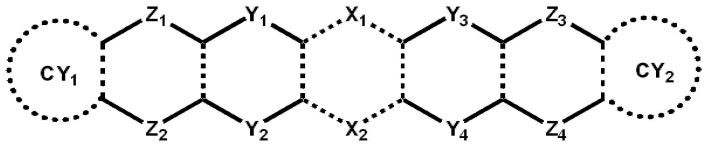
[0006] 축합환 화합물을 포함한 유기 광검출기, 상기 유기 광검출기를 포함한 전자 장치 및 상기 축합환 화합물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 따르면,

[0008] 하기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물(condensed cyclic compound)이 제공된다.

[0009] <화학식 1>

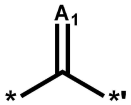
[0010] 

[0011] 상기 화학식 1 중,

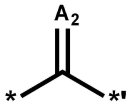
[0012] X_1은 단일 결합, $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$, $Si(R_1)(R_2)$, $Ge(R_1)(R_2)$, $N(R_1)$, $B(R_1)$, O, S, Se 또는 Te이고,

[0013] X_2는 단일 결합, $C(R_3)$, $C(R_3)(R_4)$, $Si(R_3)(R_4)$, $Ge(R_3)(R_4)$, $N(R_3)$, $B(R_3)$, O, S, Se 또는 Te이고,

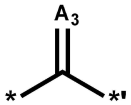
[0014] Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, O, S, Se 또는 Te이고,

[0015] Z_1은 단일 결합 또는 

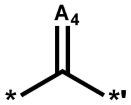
이고,

[0016] Z_2는 단일 결합 또는 

이고,

[0017] Z_3는 단일 결합 또는 

이고,

[0018] Z_4는 단일 결합 또는 

이고,

[0019] A_1 내지 A_4는 서로 독립적으로, O, S, $C(R_5)(R_6)$ 또는 $N(R_5)$이고,

[0020] X_1 및 X_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0021] Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

[0022] Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

[0023] Z_1 및 Z_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0024] Z_3 및 Z_4 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0025] CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0026] 상기 R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알케닐기, 적

어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴티오기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_7-C_{60}아릴알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$이고,

[0027] 상기 R_{10a}는,

[0028] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0029] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-N(Q_{11})(Q_{12})$, $-B(Q_{11})(Q_{12})$, $-C(=O)(Q_{11})$, $-S(=O)_2(Q_{11})$, $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, 또는 C_1-C_{60}알콕시기;

[0030] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-N(Q_{21})(Q_{22})$, $-B(Q_{21})(Q_{22})$, $-C(=O)(Q_{21})$, $-S(=O)_2(Q_{21})$, $-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기; 또는

[0031] $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-N(Q_{31})(Q_{32})$, $-B(Q_{31})(Q_{32})$, $-C(=O)(Q_{31})$, $-S(=O)_2(Q_{31})$, 또는 $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$;

[0032] 이고,

[0033] 상기 Q_1 내지 Q_3, Q_{11} 내지 Q_{13}, Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33}은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60}알킬기, C_1-C_{60}알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹;이고,

[0034] * 및 *'은 서로 독립적으로, 이웃한 탄소 원자와의 결합 사이트이다.

발명의 효과

[0035] 상기 축합환 화합물은 적외선 영역 또는 적색 영역의 광을 흡수하는 진공 증착용 유기광활성 화합물로, 이를 활성층에 사용한 유기 광검출기 및 전자 장치는 효율이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 일 구현예를 따른 유기 광검출기의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2 및 3은 일 구현예를 따른 전자 장치의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4a 및 4b는 일 구현예를 따른 전자 장치를 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0038] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0039] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0040] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0041] 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0042] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0043] [도 1에 대한 설명]

[0044] 도 1은 일 구현예에 따른 유기 광검출기(10)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.

[0045] 도 1을 참고하면, 일 구현예에 따른 유기 광검출기(10)는 제1전극(110), 상기 제1전극(110)에 대향된 제2전극(170), 상기 제1전극(110)과 상기 제2전극(170) 사이에 배치된 활성층(140), 상기 활성층(140)과 상기 제2전극(170) 사이에 배치된 전자 주입층(160), 전자 수송층(150), 버퍼층(미도시), 상기 제1전극(110)과 상기 활성층(140) 사이에 배치된 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 보조층(미도시)을 포함할 수 있다.

[0046] 도 1에서, 예를들어, 상기 전자 주입층(160), 전자 수송층(150), 버퍼층(미도시), 정공 주입층(120), 정공 수송층(130) 및 보조층(미도시) 각각은 독립적으로 경우에 따라, 있을 수도 있고 없을 수도 있다.

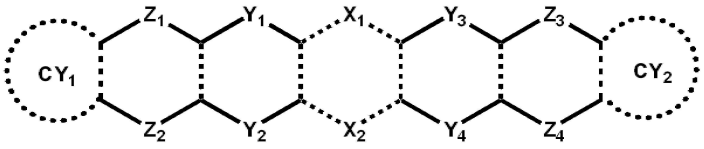
[0047] 최근, 유기 발광 소자에 유기 광검출기를 함께 형성하여 센서로 개발하는 추세이다.

[0048] 발광 효율이 높은 유기 발광 소자의 빛을 흡수하는 유기 재료를 활용하여, 유기 발광 소자의 공통층(예를 들어 정공 수송층, 전자 수송층)이 적용된 유기 광검출기에서 높은 흡광 효율(EQE)을 낼 수 있는 소자를 개발하고 있다.

[0049] 증착용 단분자는 1500g/mol 이하의 분자량을 필요로 한다. 근적외선 영역을 흡광하기 위해서는 effective conjugation을 늘려 밴드 갭을 감소시켜야 한다. 하지만 제한된 분자량 내에서 effective conjugation 길이를 조절하여 근적외선 영역에 이르는 영역을 흡광하는 분자를 디자인 하기에 어렵다.

[0050] 일 구현예에 따르면, 상기 유기 광검출기는 하기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함할 수 있다:

[0051] <화학식 1>

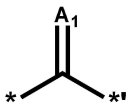
[0052] 

[0053] 상기 화학식 1 중,

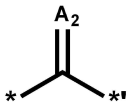
[0054] X_1은 단일 결합, $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$, $Si(R_1)(R_2)$, $Ge(R_1)(R_2)$, $N(R_1)$, $B(R_1)$, O, S, Se 또는 Te이고,

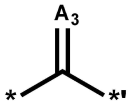
[0055] X_2는 단일 결합, $C(R_3)$, $C(R_3)(R_4)$, $Si(R_3)(R_4)$, $Ge(R_3)(R_4)$, $N(R_3)$, $B(R_3)$, O, S, Se 또는 Te이고,

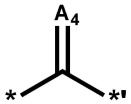
[0056] Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, O, S, Se 또는 Te이고,

[0057] Z_1은 단일 결합 또는 

이고,

[0058] Z_2는 단일 결합 또는  이고,

[0059] Z_3는 단일 결합 또는  이고,

[0060] Z_4는 단일 결합 또는  이고,

[0061] A_1 내지 A_4는 서로 독립적으로, O, S, $C(R_5)(R_6)$ 또는 $N(R_5)$이고,

[0062] X_1 및 X_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0063] Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

[0064] Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고,

[0065] Z_1 및 Z_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0066] Z_3 및 Z_4 중 적어도 하나는 단일 결합이 아니고,

[0067] CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0068] 상기 R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60}아릴티오기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_7-C_{60}아릴알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$이고,

[0069] 상기 R_{10a}는,

[0070] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0071] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-N(Q_{11})(Q_{12})$, $-B(Q_{11})(Q_{12})$, $-C(=O)(Q_{11})$, $-S(=O)_2(Q_{11})$, $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, 또는 C_1-C_{60}알콕시기;

[0072] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-N(Q_{21})(Q_{22})$, $-B(Q_{21})(Q_{22})$, $-C(=O)(Q_{21})$, $-S(=O)_2(Q_{21})$, $-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭

그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기; 또는

[0073] $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-N(Q_{31})(Q_{32})$, $-B(Q_{31})(Q_{32})$, $-C(=O)(Q_{31})$, $-S(=O)_2(Q_{31})$, 또는 $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$;

[0074] 이고,

[0075] 상기 Q_1 내지 Q_3, Q_{11} 내지 Q_{13}, Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33}은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60}알킬기, C_1-C_{60}알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹;이고,

[0076] * 및 *'은 서로 독립적으로, 이웃한 탄소 원자와의 결합 사이트이다.

[0077] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 대칭 구조일 수 있다.

[0078] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 C2 대칭일 수 있다. C2 대칭이란, 화합물의 중심 축에서 화합물을 180° 회전했을 때, 회전 전후가 동일한 것을 의미할 수 있다.

[0079] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 X_1 및 X_2를 포함하는 평면과 수직이면서 X_1을 포함하는 평면을 기준으로 선대칭일 수 있다.

[0080] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 분자량이 1500 g/mol 이하, 1400 g/mol 이하, 1300 g/mol 이하, 1200 g/mol 이하, 1100 g/mol 이하 또는, 1000 g/mol 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 축합환 화합물은 분자량이 250 g/mol 이상 1500 g/mol 이하, 250 g/mol 이상 1400 g/mol 이하, 250 g/mol 이상 1300 g/mol 이하, 250 g/mol 이상 1200 g/mol 이하, 250 g/mol 이상 1100 g/mol 이하 또는, 250 g/mol 이상 1000 g/mol 이하일 수 있다. 상기 축합환 화합물은 위와 같은 분자량을 만족함으로써, 증착을 더욱 용이하게 할 수 있다.

[0081] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 최고 점유 분자 오비탈(Highest occupied molecular orbital, HOMO) 에너지가 -6.5 내지 -5.0 eV일 수 있다.

[0082] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 최저 비점유 분자 오비탈(Lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 에너지가 -4.5 내지 -3.0 eV일 수 있다.

[0083] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 광학 밴드 갭(optical band gap)이 2.5 eV 이하, 또는 2.2 eV 이하일 수 있다. 상기 축합환 화합물은 위와 같은 범위의 광학 밴드 갭을 만족함으로써 작은 분자량으로도 넓은 범위의 파장 영역대의 광을 흡광할 수 있다.

[0084] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 최대 발광 파장이 600 내지 800 nm, 610 내지 790 nm, 620 내지 780 nm, 또는 630 내지 770 nm일 수 있다. 상기 축합환 화합물은 적외선 또는 적색 파장 영역의 빛을 흡수하는데 적합할 수 있다.

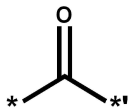
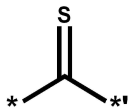
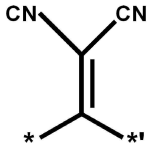
[0085] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 분해 온도(Decomposition Temperature)가 200 ℃이상, 230 ℃이상, 260 ℃이상, 또는 290 ℃이상일 수 있다. 상기 축합환 화합물은 위와 같은 범위의 분해 온도를 만족함으로써, 높은 온도의 증착 공정에서도 안정된 형태를 유지할 수 있다.

[0086] 일 구현예에 따르면, X_1은 단일 결합, $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$ 또는 $N(R_1)$이고, X_2는 단일 결합, $C(R_3)$, $C(R_3)(R_4)$ 또는 $N(R_3)$이고, X_1 및 X_2 중 적어도 하나는 단일 결합이 아닐 수 있다.

[0087] 일 구현예에 따르면, X_1은 단일 결합, $C(R_1)(R_2)$ 또는 $N(R_1)$이고, X_2는 단일 결합, $C(R_3)(R_4)$ 또는 $N(R_3)$이고, X_1 및 X_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아닐 수 있다.

[0088] 일 구현예에 따르면, X_1은 $C(R_1)$이고, X_2는 $C(R_3)$일 수 있다.

[0089] 일 구현예에 따르면, Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합 또는 S이고, Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고, Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아닐 수 있다.

[0090] 일 구현예에 따르면, Z_1 내지 Z_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, , , 또는  일 수 있다.

[0091] 일 구현예에 따르면, Z_1 및 Z_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고, Z_3 및 Z_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아닐 수 있다.

[0092] 일 구현예에 따르면, CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된, 시클로펜타디엔 그룹, 아다만탄 그룹, 노르보르난 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 아줄렌 그룹, 인다센 그룹, 아세나프틸렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 헵탈렌 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 헥사센 그룹, 펜타센 그룹, 루비센 그룹, 코로넨 그룹, 오발렌 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 인데노안트라센 그룹, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 티에노티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토퓨란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 인다졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹 또는 아자디벤조퓨란 그룹일 수 있다.

[0093] 일 구현예에 따르면, CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된, 시클로펜타디엔 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 나프타센 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 인데노안트라센 그룹, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 티에노티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 인다졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 또는 벤조이소퀴놀린 그룹일 수 있다.

[0094] 일 구현예에 따르면, R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로,

[0095] 수소, 중수소, -F, -Cl, 또는 시아노기;

[0096] 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알콕시기;

[0097] 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹; 또는

[0098] $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$일 수 있다.

[0099] 일 구현예에 따르면, R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로,

[0100] 수소, 중수소, -F, -Cl 또는 시아노기; 또는

[0101] 수소, 중수소, -F, 시아노기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{20}알킬기, 또는 C_1-C_{20}알콕시기;일 수 있다.

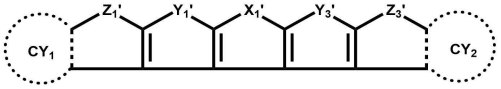
[0102] 일 구현예에 따르면, R_1 내지 R_6은 서로 독립적으로,

[0103] 수소, 중수소, -F, -Cl 또는 시아노기; 또는

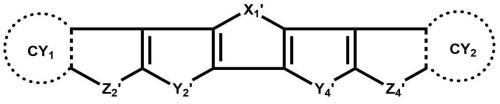
[0104] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기로 치환 또는 비치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 2-메틸부틸기, 2-2디메틸프로필기, 1-에틸프로필기 또는 1,2-디메틸프로필기; 또는

[0105] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기로 치환 또는 비치환된, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, 이소프로폭시기, n-부톡시기, 이소부톡시기, sec-부톡시기, tert-부톡시기, n-펜톡시기, 이소펜톡시기, sec-펜톡시기, tert-펜톡시기, 2-메틸부톡시기, 2-2디메틸프로폭시기, 1-에틸프로폭시기 또는 1,2-디메틸프로폭시기;일 수 있다.

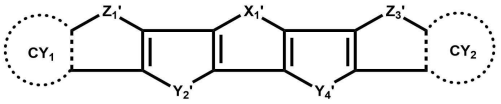
[0106] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물은 하기 화학식 1-1 내지 1-7 중 어느 하나로 표시될 수 있다:

[0107] 

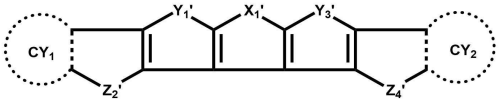
1-1



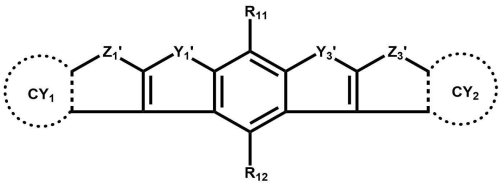
1-2



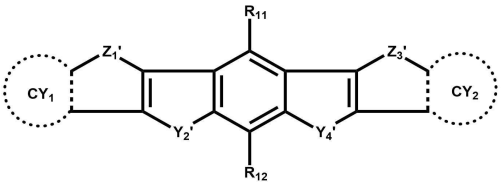
1-3



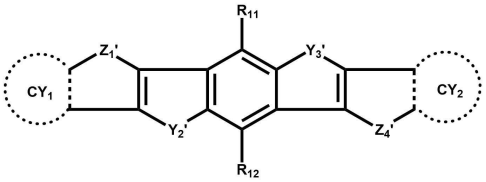
1-4

[0108] 

1-5



1-6

[0109] 

1-7

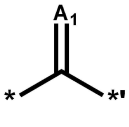
[0110]

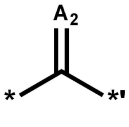
[0111] 상기 화학식 1-1 내지 1-7 중,

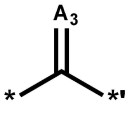
[0112] CY_1 및 CY_2에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바와 동일하고,

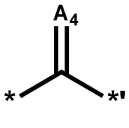
[0113] X_1'은 $C(R_1)$, $C(R_1)(R_2)$, $Si(R_1)(R_2)$, $Ge(R_1)(R_2)$, $N(R_1)$, $B(R_1)$, O, S, Se 또는 Te이고,

[0114] Y_1' 내지 Y_4'는 서로 독립적으로, O, S, Se 또는 Te이고,

[0115] Z_1'은  이고,

[0116] Z_2'는  이고,

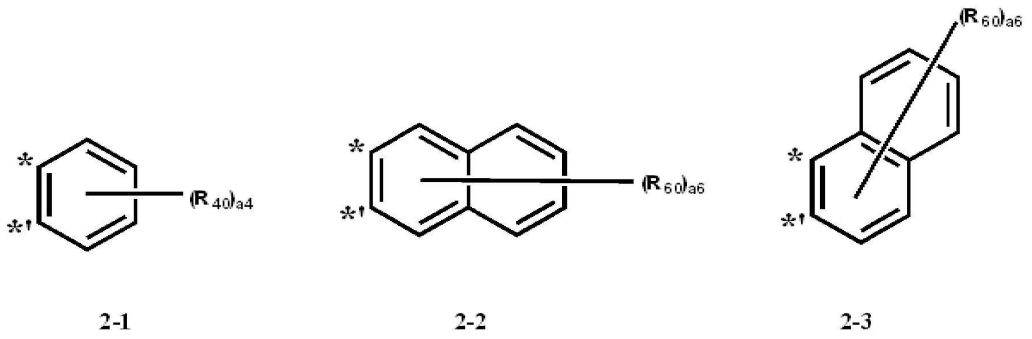
[0117] Z_3'는  이고,

[0118] Z_4'는  이고,

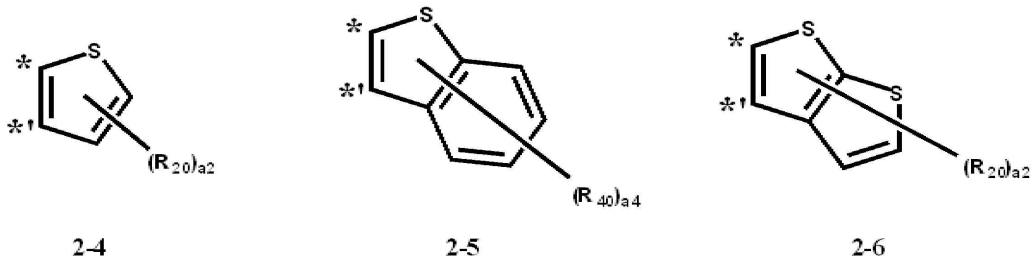
[0119] A_1 내지 A_4는 서로 독립적으로, O, S, $C(R_5)(R_6)$ 또는 $N(R_5)$이고,

[0120] R_{11} 및 R_{12}에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 R_1에 대한 설명과 동일하다.

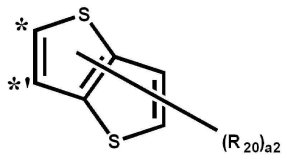
[0121] 일 구현예에 따르면, CY_1 및 CY_2는 서로 독립적으로, 하기 화학식 2-1 내지 2-7 중 어느 하나로 표시될 수 있다:

[0122] 

2-1 2-2 2-3

[0123] 

2-4 2-5 2-6



2-7

[0124]

[0125] 상기 화학식 2-1 내지 2-7 중,

[0126] R_{20}, R_{40} 및 R_{60}에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 R_1에 대한 설명과 동일하고,

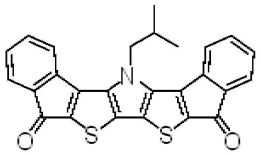
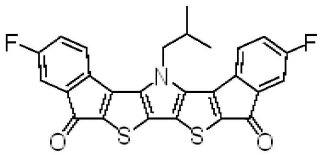
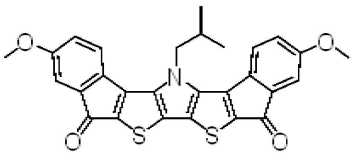
[0127] a2는 1 또는 2이고,

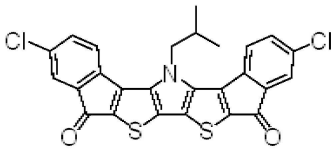
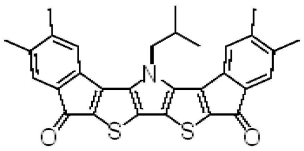
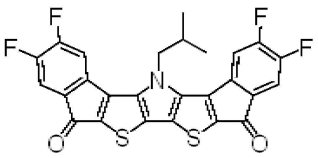
[0128] a4는 1 내지 4의 정수이고,

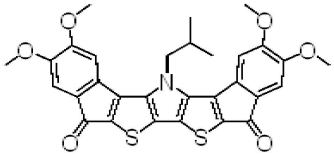
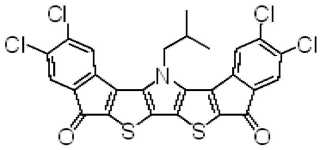
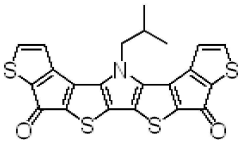
[0129] a6은 1 내지 6의 정수이고,

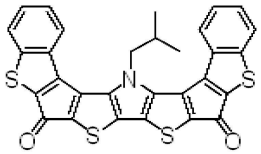
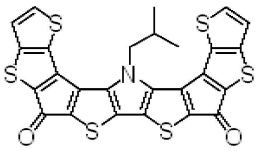
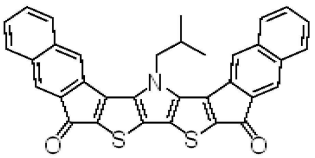
[0130] * 및 *'는 서로 독립적으로, 이웃한 고리와 축합되는 탄소이다.

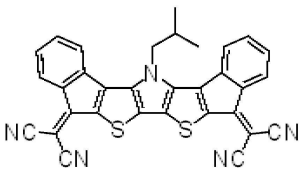
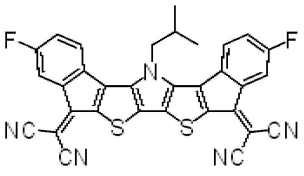
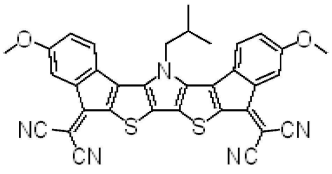
[0131] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 축합환 화합물은 하기 화합물 1 내지 72 중 어느 하나일 수 있다:

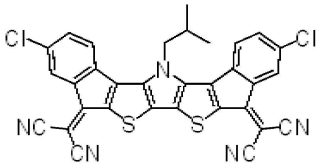
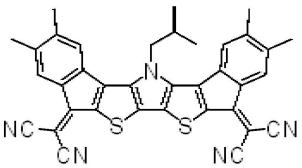
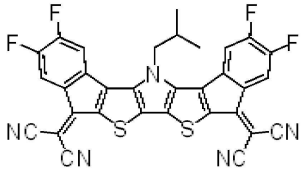
[0132] 
1

2

3

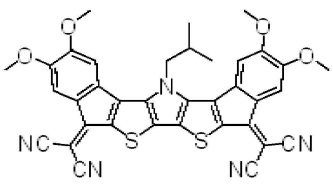
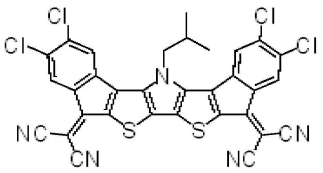
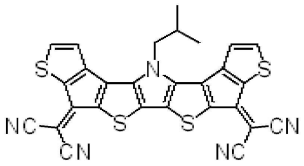
[0133] 
4

5

6

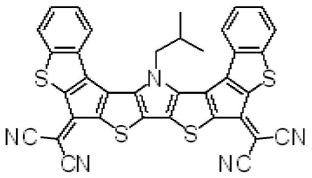
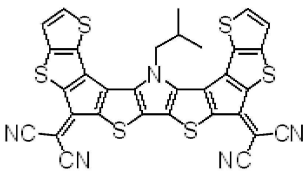
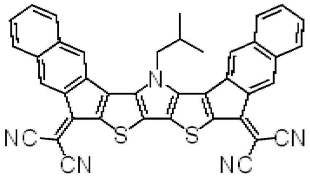
[0134] 
7

8

9

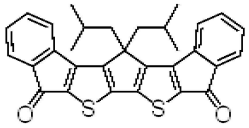
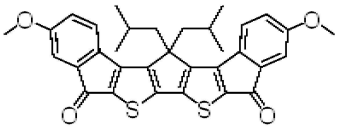
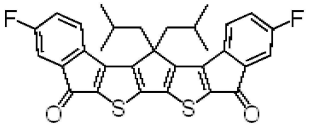
[0135] 
10

11

12

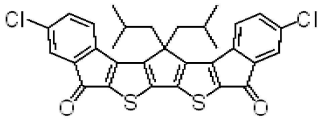
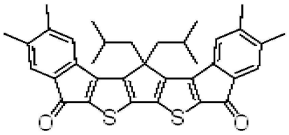
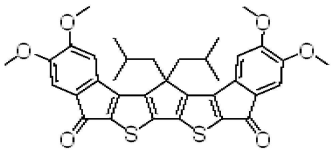
[0136] 
13

14

15

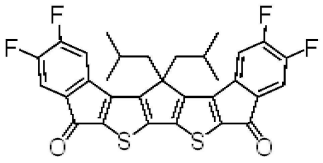
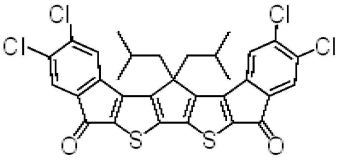
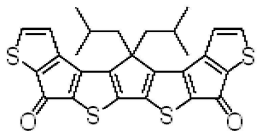
[0137] 
16

17

18

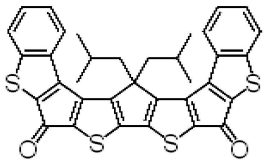
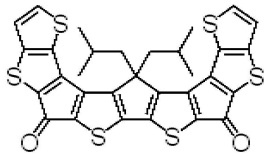
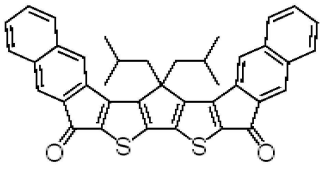
[0138]  19  20  21

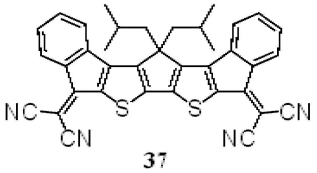
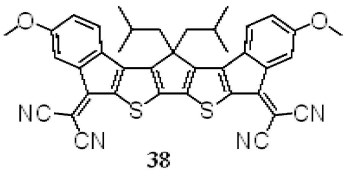
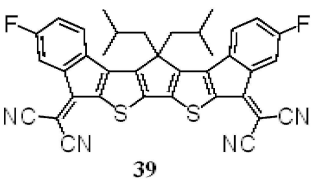
[0139]  22  23  24

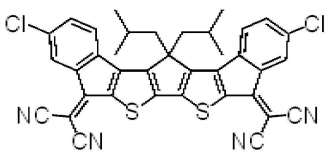
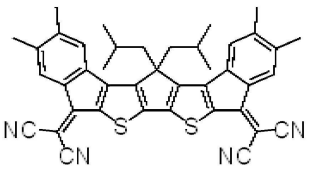
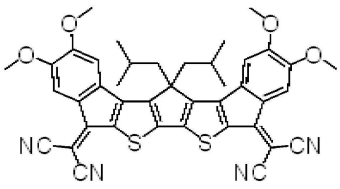
[0140]  25  26  27

[0141]  28  29  30

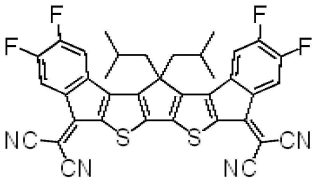
[0142]  31  32  33

[0143]  34  35  36

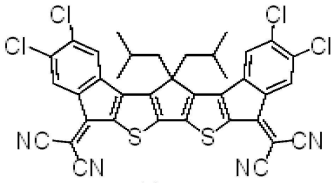
[0144]  37  38  39

[0145]  40  41  42

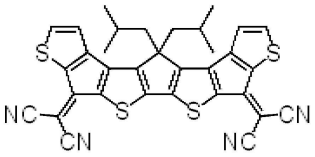
[0146]



43

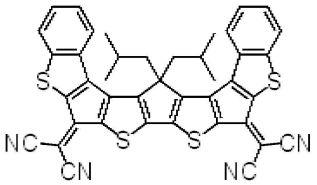


44

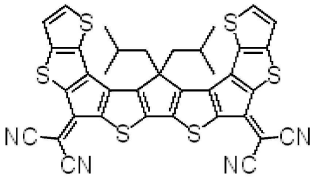


45

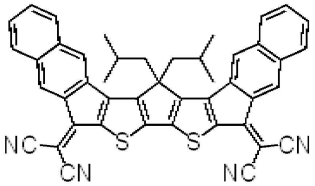
[0147]



46

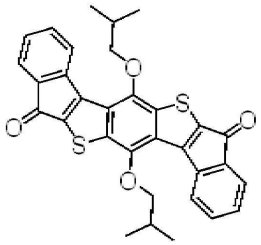


47

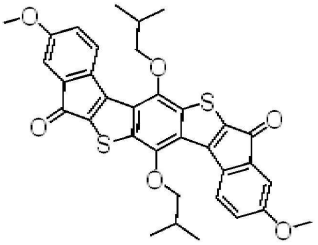


48

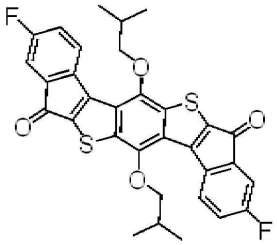
[0148]



49

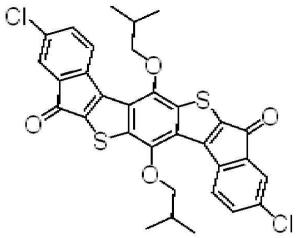


50

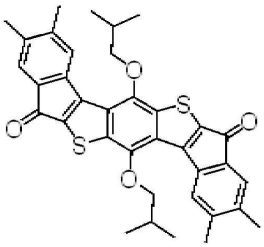


51

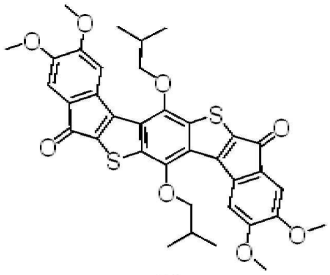
[0149]



52

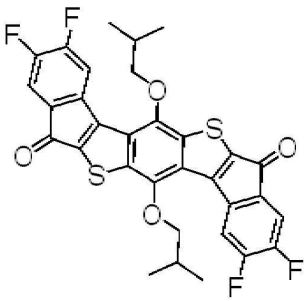


53

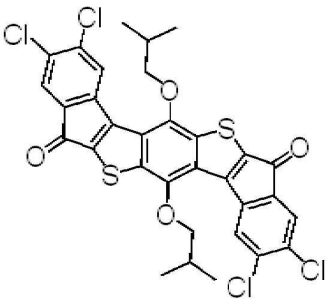


54

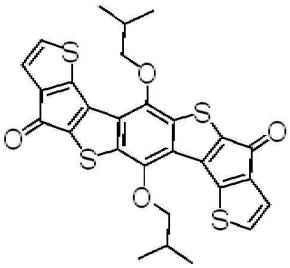
[0150]



55

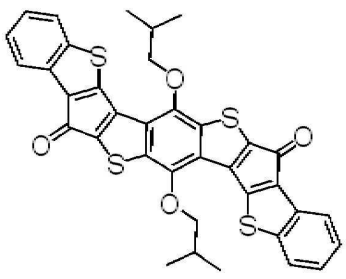


56

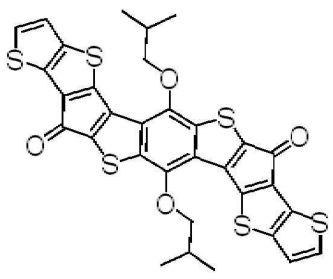


57

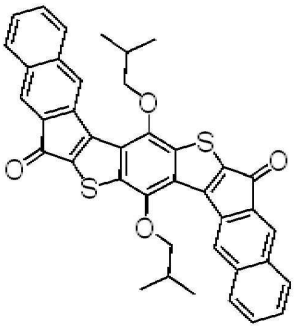
[0151]



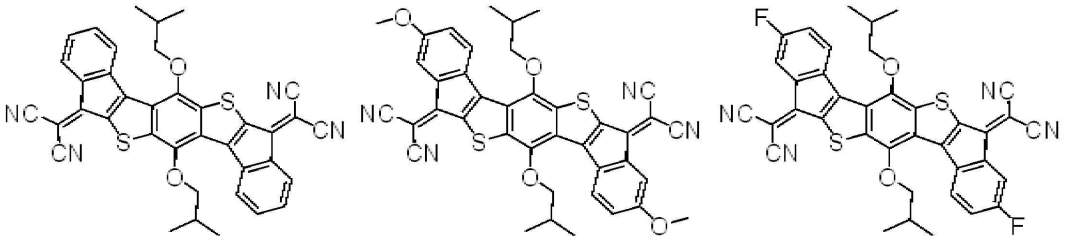
58



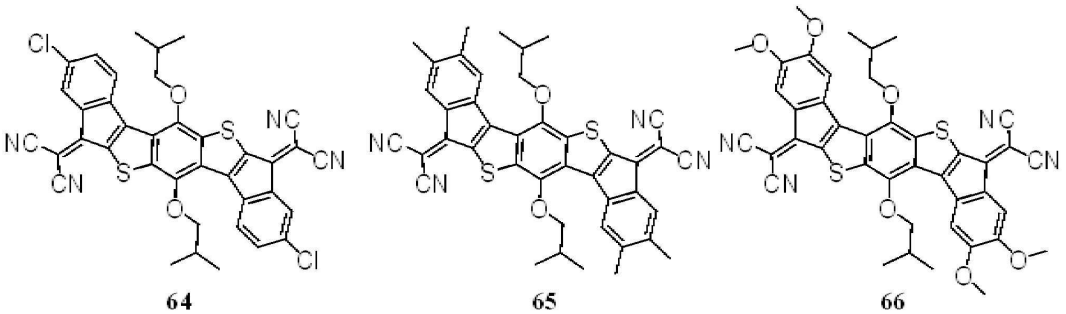
59



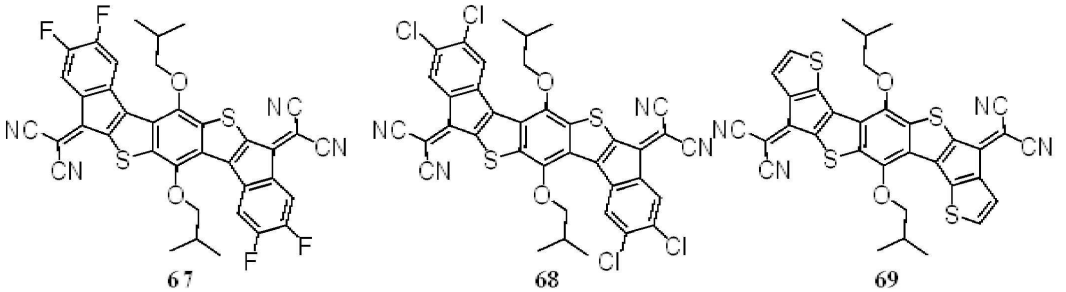
60

[0152] 

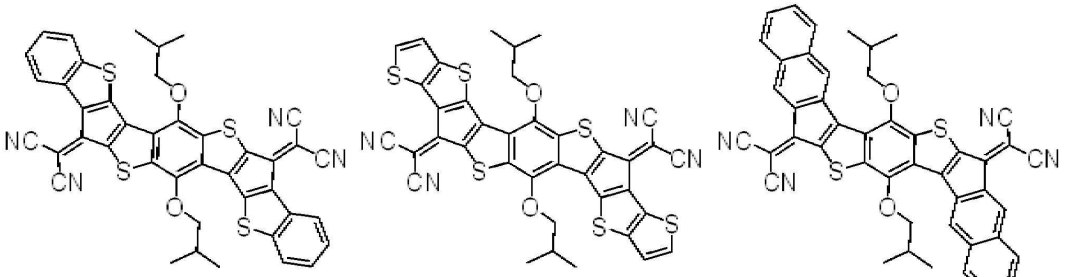
61 62 63

[0153] 

64 65 66

[0154] 

67 68 69

[0155] 

70 71 72

[0156] 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물은 최소 7개의 고리가 축합된 구조를 가지고, 특히 Y_1 내지 Y_4는 서로 독립적으로, 단일 결합, O, S, Se 또는 Te이고, Y_1 및 Y_2 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니고, Y_3 및 Y_4 중 어느 하나는 단일 결합이고, 나머지는 단일 결합이 아니다. 즉, 가운데 고리(X_1 및 X_2를 포함하는 고리)와 축합된 고리는 헤테로 원자를 포함하는 5각 고리를 만족한다.

[0157] 또한 상기 헤테로 원자를 포함하는 5각 고리와 축합된 고리는 Z_1 내지 Z_4와 같은 특정한 작용기를 포함한다.

[0158] 이로써, 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물은 선행기술에서의 분자보다도, 열, 빛, 외부 화합물 등 외부 요인에 대해서 안정성이 향상된 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 축합환 화합물은 안정된 구조를 바탕으로 광검출기로 채용되어 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 또한, 상기 축합환 화합물은 유효 컨쥬게이션(effective conjugation)의 조절을 통한 band-gap의 증감이 용이하게 이루어질 수 있는바, 당업자는 상기 축합환 화합물을 활용하여 다양한 파장영역(특히, 적외선 및 적색영역)에서 빛을 흡광하는 장치 또는 센서를 용이하게 제조할 수 있다.

[0159] 일 구현예에 따르면, 상기 유기 광검출기는 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치된 활성층; 및 상기 축합환 화합물을 포함할 수 있다.

[0160] 일 구현예에 따르면, 상기 축합환 화합물이 상기 활성층에 포함될 수 있다.

[0161] 상기 활성층은 외부에서 빛을 받아 엑시톤(exciton)을 생성한 후 생성된 엑시톤을 정공과 전자로 분리하는 층이다. 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함할 수 있다. 또한, 상기 활성층은 추가적인 전자 도너 및/또는 전자 억셉터를 포함할 수도 있다.

[0162] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층이 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 전자 억셉터 또는 전자 도너로서 포함할 수 있다.

[0163] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물은 전자 억셉터 또는 전자 도너로서 작용할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터;를 포함할 수 있다.

[0164] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함하는 층; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터를 포함하는 층;을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물은 전자 억셉터 또는 전자 도너로서 작용할 수 있다.

[0165] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함하는 층; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터를 포함하는 층;은 접할 수 있다. 예를 들어, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 층; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터를 포함하는 층;은 물리적으로 직접 접할 수 있다.

[0166] 일 구현예에 따르면, 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함하는 층; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터를 포함하는 층;은 PN 접합(PN junction)을 형성할 수 있다. 이들 층의 계면에서 발생하는 광유도 전하 분리에 의하여 엑시톤이 정공 및 전자로 효율적으로 분리될 수 있다. 더불어, 상기 활성층이 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물을 포함하는 층; 및 전자 도너를 포함하는 층;으로 분리됨에 의해, 계면에서 생성된 정공 및 전자의 포획 및 이동이 용이할 수 있다.

[0167] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터;의 혼합물을 포함하는 층을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물은 전자 억셉터 또는 전자 도너로서 작용할 수 있다. 이 경우, 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표시되는 화합물; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터;를 공증착하여 형성될 수 있다. 상기 활성층이 혼합층일 경우, 엑시톤이 도너-억셉터 인터페이스로부터의 확산 길이 내에 생성될 수 있으므로, 유기 광검출기의 외부 양자 효율이 향상될 수 있다. 상기 화학식 1로 표시되는 축합환 화합물; 및 전자 도너, 또는 전자 억셉터;의 비는 예를 들어, 10:90 내지 90:10(중량비)일 수 있다.

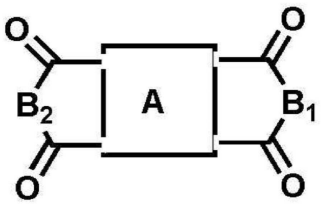
[0168] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층이 p-도펀트를 포함할 수 있다. 상기 p-도펀트는 상기 활성층에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 활성층이 p-도펀트로 도핑됨으로써 전계에 의한 전하 주입 원리에 의하여 외부 양자 효율이 향상될 수 있다.

[0169] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 도너는 LUMO 에너지 level이 -2eV 보다 deep하고, HOMO 에너지 level이 -3eV 보다 deep한 유기 또는 무기 재료일 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 도너는 LUMO 에너지 level이 -5eV 내지 -3eV이고, HOMO 에너지 level이 -7eV 내지 -4eV인 유기 또는 무기 재료일 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 도너는 보론 서브프탈로시아닌 클로라이드(SubPc), 구리(II)프탈로시아닌(CuPc), 테트라페닐디벤조페리플란텐(DBP), 또는 이의 임의의 조합일 수 있다.

[0170] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 억셉터는 LUMO 에너지 level이 -3eV 보다 deep하고, HOMO 에너지 level이 -4eV 보다 deep한 유기 또는 무기 재료일 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 억셉터는 LUMO 에너지 level이 -6eV 내지 -4eV이고, HOMO 에너지 level이 -8eV 내지 -5eV인 유기 또는 무기 재료일 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 억셉터는 C60 풀러렌, HATCN, TCNQ, 또는 디이미드(diimide) 계열의 논풀러렌(nonfullerene) 등일 수 있다.

[0171] 상기 디이미드(diimide) 계열의 논풀러렌(nonfullerene) 화합물로서 예를 들어, 하기 화학식 5로 표현되는 화합물을 사용할 수 있다:

[0172] <화학식 5>

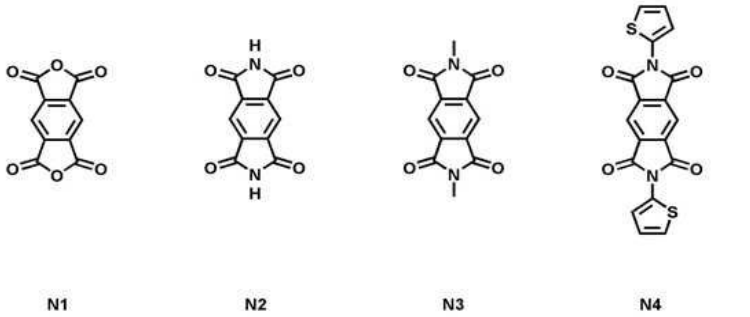
[0173] 

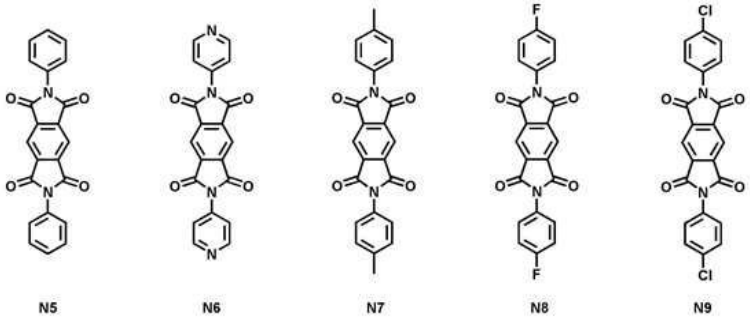
[0174] 화학식 5 중,

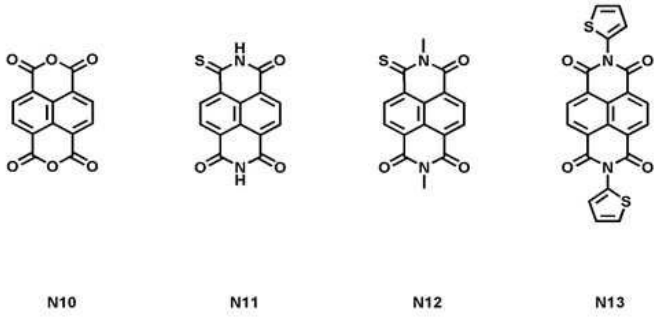
[0175] A는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹일 수 있고,

[0176] B_1 및 B_2는 서로 독립적으로 산소 또는 -NR_{10}-일 수 있고, 여기서 R_{10}은 수소, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10}시클로알킬기, 할로겐 원자, 또는 할로겐 함유기일 수 있다.

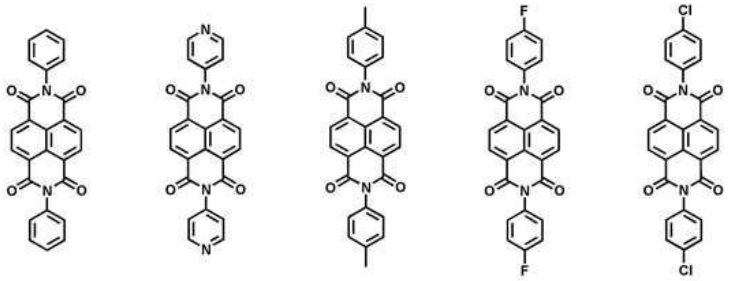
[0177] 화학식 5의 예는 하기와 같지만 이에 한정하는 것은 아니다.

[0178] 

[0179] 

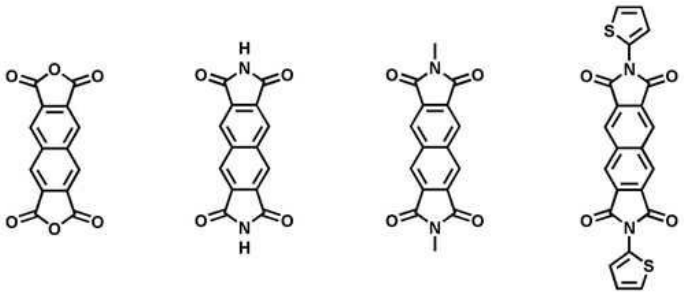
[0180] 

[0181]



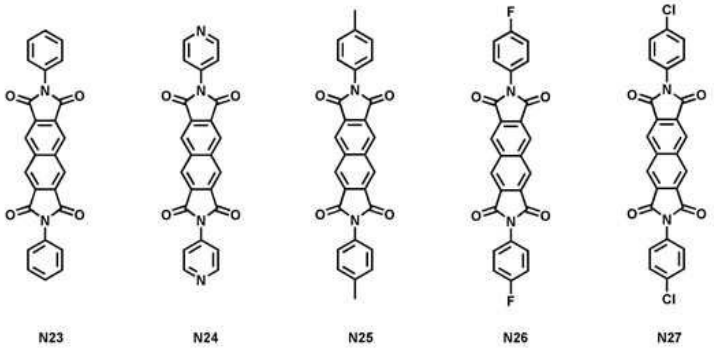
N14 N15 N16 N17 N18

[0182]



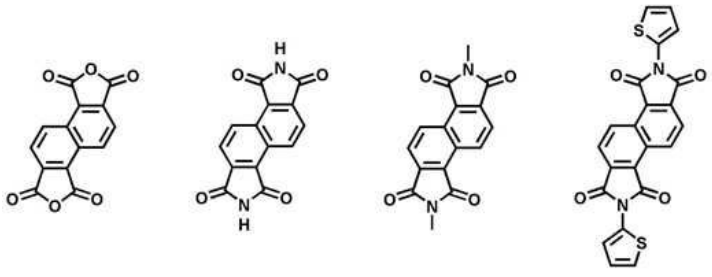
N19 N20 N21 N22

[0183]

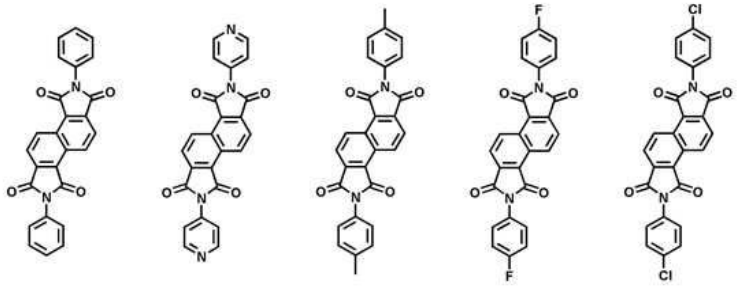


N23 N24 N25 N26 N27

[0184]



N28 N29 N30 N31



[0185]

[0186] 상기 제1전극(110) 및 제2전극(170) 중 하나는 애노드이고, 다른 하나는 캐소드일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(110)이 애노드이고, 상기 제2전극(170)이 캐소드일 수 있다.

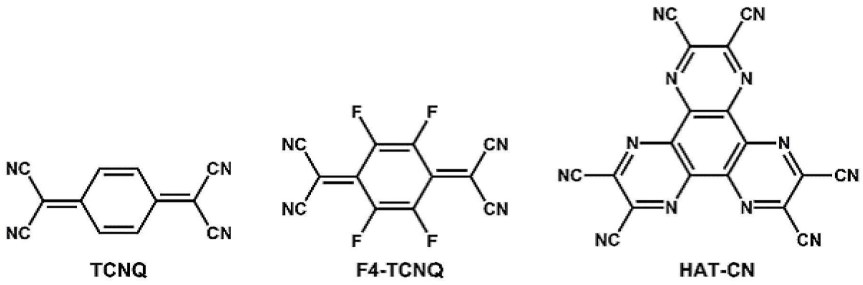
[0187] 상기 유기 광검출기(10)의 정공 수송 영역은 상기 제1전극(110) 상부에 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 보조층(미도시), 전자 저지층(미도시), 또는 또는 이의 임의의 조합이 배치된 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 보조층은 정공 수송층(130) 및 활성층(140) 사이에 위치할 수 있다.

[0188] 상기 유기 광검출기(10)의 전자 수송 영역은 상기 활성층(140) 상부에 버퍼층(미도시), 정공 저지층(미도시), 전자 수송층(150), 전자 주입층(160), 또는 또는 이의 임의의 조합이 배치된 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 버퍼층은 전자 수송층(150) 및 활성층(140) 사이에 위치할 수 있다.

[0189] 일 구현예에 따르면, 상기 p-도펀트는, 퀴논 유도체, 시아노기-함유 화합물, 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

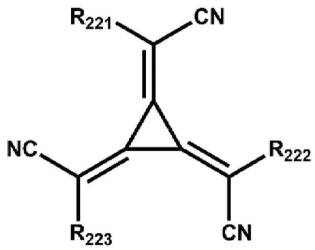
[0190] 상기 퀴논 유도체의 예는, TCNQ, F4-TCNQ 등을 포함할 수 있다.

[0191] 상기 시아노기-함유 화합물의 예는 HAT-CN, 하기 화학식 221로 표시된 화합물 등을 포함할 수 있다.



[0192]

[0193] <화학식 221>



[0194]

[0195] 상기 화학식 221 중,

[0196] R_{221} 내지 R_{223}은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0197] 상기 R_{221} 내지 R_{223} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 시아노기; -F; -Cl; -Br; -I; 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된 C_1-C_{20}알킬기; 또는 이의 임의의 조합;으로 치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0198] 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물 중, 원소 EL1은 금속, 준금속, 또는 이의 조합이고, 원소 EL2는 비금속, 준금속, 또는 이의 조합일 수 있다.

[0199] 상기 금속의 예는, 알칼리 금속(예를 들면, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs) 등); 알칼리 토금속(예를 들면, 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba) 등); 전이 금속(예를 들면, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 바나듐(V), 니오브(Nb), 탄탈(Ta), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 망간(Mn), 테크네튬(Tc), 레늄(Re), 철(Fe), 루테늄(Ru), 오스뮴(Os), 코발트(Co), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 등); 전이후 금속(예를 들면, 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn) 등); 란타나이드 금속(예를 들면, 란타넘(La), 세륨(Ce), 프라세오디뮴(Pr), 네오디뮴(Nd), 프로메튬(Pm), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 가돌리늄(Gd), 터븀(Tb), 디스프로슘(Dy), 홀뮴(Ho), 어븀(Er), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb), 루테튬(Lu) 등); 등을 포함할 수 있다.

[0200] 상기 준금속의 예는, 실리콘(Si), 안티모니(Sb), 텔루륨(Te) 등을 포함할 수 있다.

[0201] 상기 비금속의 예는, 산소(O), 할로겐(예를 들면, F, Cl, Br, I 등) 등을 포함할 수 있다.

[0202] 예를 들어, 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물은, 금속 산화물, 금속 할로겐화물(예를 들면, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 브롬화물, 금속 요오드화물 등), 준금속 할로겐화물(예를 들면, 준금속 불화물, 준금속 염화물, 준금속 브롬화물, 준금속 요오드화물 등), 금속 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0203] 상기 금속 산화물의 예는, 텅스텐 옥사이드(예를 들면, WO, W_2O_3, WO_2, WO_3, W_2O_5 등), 바나듐 옥사이드(예를 들면, VO, V_2O_3, VO_2, V_2O_5 등), 몰리브덴 옥사이드(MoO, Mo_2O_3, MoO_2, MoO_3, Mo_2O_5 등), 레늄 옥사이드(예를 들면, ReO_3 등) 등을 포함할 수 있다.

[0204] 상기 금속 할로겐화물의 예는, 알칼리 금속 할로겐화물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 전이 금속 할로겐화물, 전이후 금속 할로겐화물, 란타나이드 금속 할로겐화물 등을 포함할 수 있다.

[0205] 상기 알칼리 금속 할로겐화물의 예는, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, LiBr, NaBr, KBr, RbBr, CsBr, LiI, NaI, KI, RbI, CsI 등을 포함할 수 있다.

[0206] 상기 알칼리 토금속 할로겐화물의 예는, BeF_2, MgF_2, CaF_2, SrF_2, BaF_2, $BeCl_2$, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$, $BeBr_2$, $MgBr_2$, $CaBr_2$, $SrBr_2$, $BaBr_2$, BeI_2, MgI_2, CaI_2, SrI_2, BaI_2 등을 포함할 수 있다.

[0207] 상기 전이 금속 할로겐화물의 예는, 티타늄 할로겐화물(예를 들면, TiF_4, $TiCl_4$, $TiBr_4$, TiI_4 등), 지르코늄 할로겐화물(예를 들면, ZrF_4, $ZrCl_4$, $ZrBr_4$, ZrI_4 등), 하프늄 할로겐화물(예를 들면, HfF_4, $HfCl_4$, $HfBr_4$, HfI_4 등), 바나듐 할로겐화물(예를 들면, VF_3, VCl_3, VBr_3, VI_3 등), 니오브 할로겐화물(예를 들면, NbF_3, $NbCl_3$, $NbBr_3$, NbI_3 등), 탄탈 할로겐화물(예를 들면, TaF_3, $TaCl_3$, $TaBr_3$, TaI_3 등), 크롬 할로겐화물(예를 들면, CrF_3, $CrCl_3$, $CrBr_3$, CrI_3 등), 몰리브덴 할로겐화물(예를 들면, MoF_3, $MoCl_3$, $MoBr_3$, MoI_3 등), 텅스텐 할로겐화물(예를 들면, WF_3, WCl_3, WBr_3, WI_3 등), 망간 할로겐화물(예를 들면, MnF_2, $MnCl_2$, $MnBr_2$, MnI_2 등), 테크네튬 할로겐화물(예를 들면, TcF_2, $TcCl_2$, $TcBr_2$, TcI_2 등), 레늄 할로겐화물(예를 들면, ReF_2, $ReCl_2$, $ReBr_2$, ReI_2 등), 철 할로겐화물(예를 들면, FeF_2, $FeCl_2$, $FeBr_2$, FeI_2 등), 루테늄 할로겐화물(예를 들면, RuF_2, $RuCl_2$, $RuBr_2$, RuI_2 등), 오스뮴 할로겐화물(예를 들면, OsF_2, $OsCl_2$, $OsBr_2$, OsI_2 등), 코발트 할로겐화물(예를 들면, CoF_2, $CoCl_2$, $CoBr_2$, CoI_2 등), 로듐 할로겐화물(예를 들면, RhF_2, $RhCl_2$, $RhBr_2$, RhI_2 등), 이리듐 할로겐화물(예를 들면, IrF_2, $IrCl_2$, $IrBr_2$, IrI_2 등), 니켈 할로겐화물(예를 들면, NiF_2, $NiCl_2$, $NiBr_2$, NiI_2 등), 팔라듐 할로겐화물(예를 들면, PdF_2, $PdCl_2$, $PdBr_2$, PdI_2 등), 백금 할로겐화물(예를 들면, PtF_2, $PtCl_2$, $PtBr_2$, PtI_2 등), 구리 할로겐화물(예를 들면, CuF, CuCl, CuBr, CuI 등), 은 할로겐화물(예를 들면, AgF, AgCl, AgBr, AgI 등), 금 할로겐화물(예를 들면, AuF, AuCl, AuBr, AuI 등) 등을 포함할 수 있다.

[0208] 상기 전이후 금속 할로겐화물의 예는, 아연 할로겐화물(예를 들면, ZnF_2, $ZnCl_2$, $ZnBr_2$, ZnI_2 등), 인듐 할로겐화물(예를 들면, InI_3 등), 주석 할로겐화물(예를 들면, SnI_2 등), 등을 포함할 수 있다.

[0209] 상기 란타나이드 금속 할로겐화물의 예는, YbF, YbF_2, YbF_3, SmF_3, YbCl, $YbCl_2$, $YbCl_3$ $SmCl_3$, YbBr, $YbBr_2$,

$YbBr_3$ $SmBr_3$, YbI, YbI_2, YbI_3, SmI_3 등을 포함할 수 있다.

[0210] 상기 준금속 할로겐화물의 예는, 안티모니 할로겐화물(예를 들면, $SbCl_5$ 등) 등을 포함할 수 있다.

[0211] 상기 금속 텔루라이드의 예는, 알칼리 금속 텔루라이드(예를 들면, Li_2Te, Na_2Te, K_2Te, Rb_2Te, Cs_2Te 등), 알칼리 토금속 텔루라이드(예를 들면, BeTe, MgTe, CaTe, SrTe, BaTe 등), 전이 금속 텔루라이드(예를 들면, $TiTe_2$, $ZrTe_2$, $HfTe_2$, V_2Te_3, Nb_2Te_3, Ta_2Te_3, Cr_2Te_3, Mo_2Te_3, W_2Te_3, MnTe, TcTe, ReTe, FeTe, RuTe, OsTe, CoTe, RhTe, IrTe, NiTe, PdTe, PtTe, Cu_2Te, CuTe, Ag_2Te, AgTe, Au_2Te 등), 전이후 금속 텔루라이드(예를 들면, ZnTe 등), 란타나이드 금속 텔루라이드 (예를 들면, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe 등) 등을 포함할 수 있다.

[0212] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층(140) 중 p-도펀트의 함량은 약 0.1 부피% 내지 약 10 부피%, 예를 들어 약 0.5 부피% 내지 약 5 부피%일 수 있다.

[0213] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층(140)의 두께는 약 200Å 내지 약 2000Å, 예를 들면, 약 400Å 내지 약 600Å 일 수 있다.

[0214] 일 구현예에 따르면, 상기 활성층은 녹색 및/또는 적색광을 흡수할 수 있고, 상기 활성층은 근적외선 영역의 광을 흡수할 수 있다.

[0215] 일 구현예에 따르면, 상기 제1전극이 애노드이고, 상기 제2전극이 캐소드이고, 상기 활성층과 상기 제1전극 사이에 배치된 정공 수송 영역을 더 포함하고, 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층, 정공 수송층, 보조층, 전자 저지층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0216] 일 구현예에 따르면, 상기 제1전극이 애노드이고, 상기 제2전극이 캐소드이고, 상기 활성층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고, 상기 전자 수송 영역이 버퍼층, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0217] [제1전극(110)]

[0218] 도 1의 제1전극(110)의 하부 또는 제2전극(170)의 상부에는 기판이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기판으로는, 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 또는, 상기 기판은 가요성 기판일 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET; polyethylene terephthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphtalate), 폴리아릴레이트(PAR; polyarylate), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 또는 이의 임의의 조합과 같이, 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱을 포함할 수 있다.

[0219] 상기 제1전극(110)은, 예를 들면, 상기 기판 상부에, 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(110)이 애노드일 경우, 제1전극용 물질로서 고일함수 물질을 이용할 수 있다.

[0220] 상기 제1전극(110)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 투과형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극(110)용 물질로서, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO_2), 산화아연(ZnO), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다. 또는, 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극(110)용 물질로서, 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다.

[0221] 상기 제1전극(110)은 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(110)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있다.

[0222] [전하 보조층]

[0223] 일 구현예에 따른 유기 광검출기(10)는 활성층(140)에서 분리된 정공과 전자의 이동을 용이하게 하는 전하 보조층을 포함할 수 있다.

[0224] 상기 전하 보조층은 정공의 이동을 용이하게 하는 정공 주입층(120) 및 정공 수송층(130)을 포함하고, 전자의 이동을 용이하게 하는 전자 수송층(150), 전자 주입층(160) 등을 포함할 수 있다.

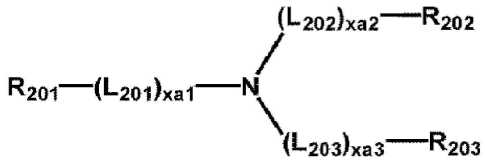
[0225] [정공 수송 영역]

[0226] 상기 제1전극(110)과 상기 활성층(140) 사이에 배치된 전하 보조층을 통틀어 정공 수송 영역으로 일컬을 수 있다.

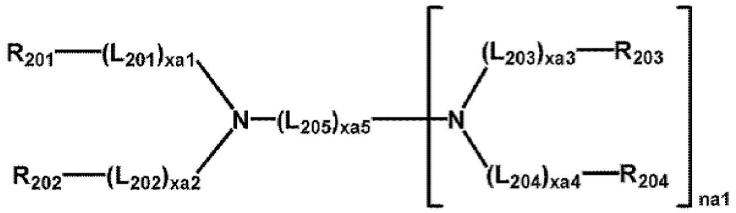
[0227] 상기 정공 수송 영역은 상기 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 보조층, 전자 저지층 등을 포함할 수 있다.

[0228] 상기 정공 수송 영역은 정공 수송 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 정공 수송 물질은 하기 화학식 201로 표시되는 화합물, 하기 화학식 202로 표시되는 화합물, 또는 이의 임의의 조합(any combination thereof)을 포함할 수 있다:

[0229] <화학식 201>

[0230] 

[0231] <화학식 202>

[0232] 

[0233] 상기 화학식 201 및 202 중,

[0234] L_{201} 내지 L_{204}는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0235] L_{205}은, *-O-*', *-S-*', *-N(Q_{201})-*', 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{20}알킬렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{20}알케닐렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0236] xa1 내지 xa4는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0237] xa5는 1 내지 10의 정수 중 하나이고,

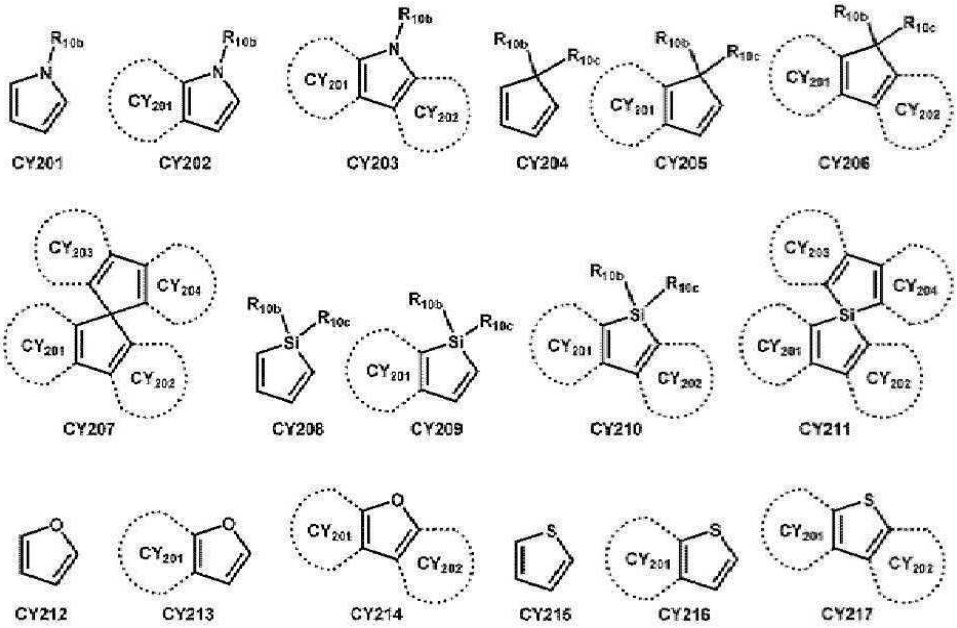
[0238] R_{201} 내지 R_{204} 및 Q_{201}은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0239] R_{201}과 R_{202}는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_5알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_5알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_8-C_{60} 폴리시클릭 그룹(예를 들면, 카바졸 그룹 등)을 형성할 수 있고(예를 들면, 하기 화합물 HT16 등을 참조함),

[0240] R_{203}과 R_{204}는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_5알킬렌기, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_2-C_5알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_8-C_{60} 폴리시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0241] na1은 1 내지 4의 정수 중 하나일 수 있다.

[0242] 예를 들어, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 하기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:

[0243] 

[0244] 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중, R_{10b} 및 R_{10c}에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_{10a}에 대한 설명을 참조하고, 고리 CY_{201} 내지 고리 CY_{204}는 서로 독립적으로, C_3-C_{20}카보시클릭 그룹, 또는 C_1-C_{20}헤테로시클릭 그룹이고, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 적어도 하나의 수소는 본 명세서에 기재된 바와 같은 R_{10a}로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0245] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 고리 CY_{201} 내지 고리 CY_{204}는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 페난트렌 그룹, 또는 안트라센 그룹일 수 있다.

[0246] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0247] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나 및 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0248] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 중 xa1은 1이고, R_{201}은 상기 화학식 CY201 내지 CY203 중 하나로 표시된 그룹이고, xa2는 0이고, R_{202}는 상기 화학식 CY204 내지 CY207 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다.

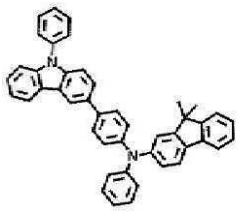
[0249] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

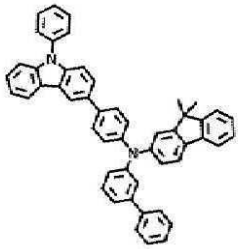
[0250] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함하고, 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

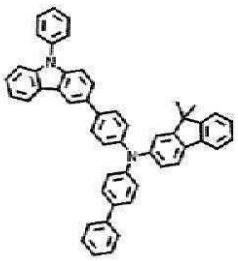
[0251] 또 다른 예로서, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

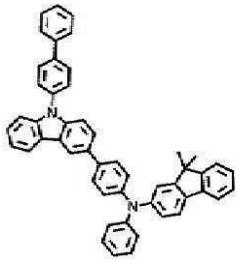
[0252] 예를 들어, 상기 정공 수송 물질은 하기 화합물 HT1 내지 HT46 중 하나, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD), β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine (4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민)), PANI/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠술폰산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트))), PANI/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캠퍼술폰산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트)), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:

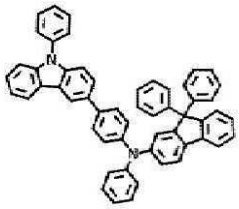
[0253]

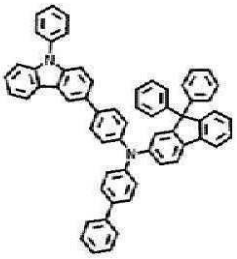

HT1

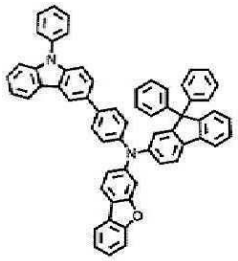

HT2

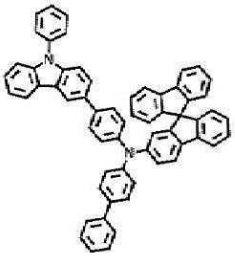

HT3

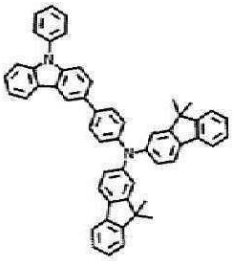

HT4


HT5

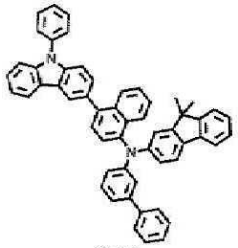

HT6

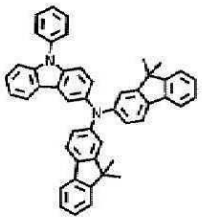

HT7

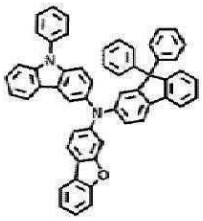

HT8

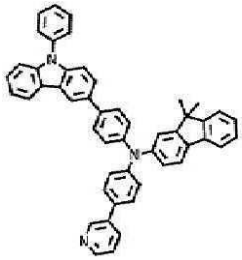

HT9

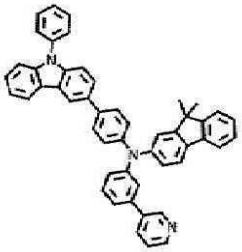
[0254]

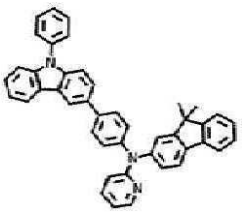

HT10


HT11

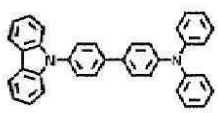

HT12

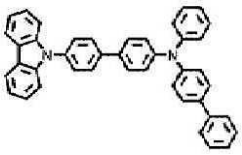

HT13

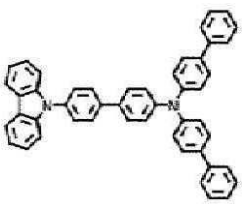

HT14

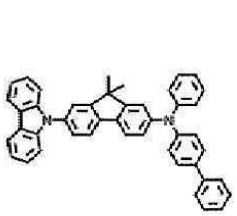

HT15

[0255]

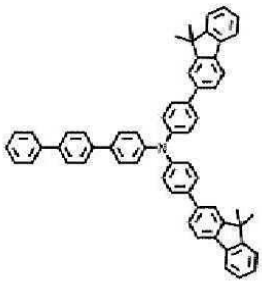

HT16


HT17

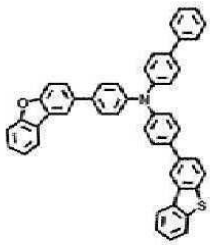

HT18



HT19

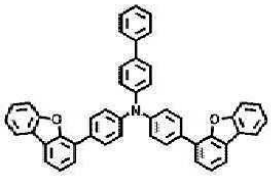


HT20

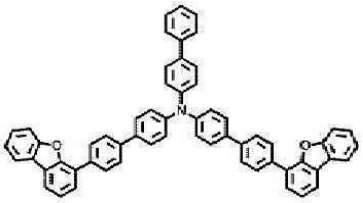


HT21

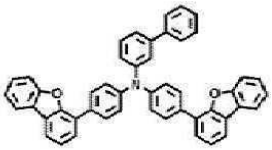
[0256]



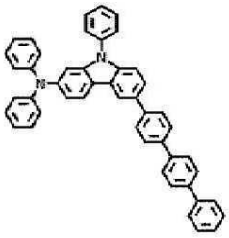
HT22



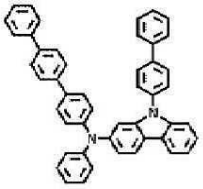
HT23



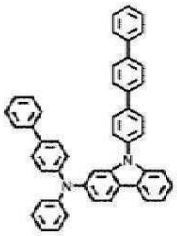
HT24



HT25

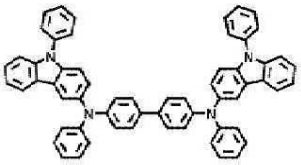


HT26

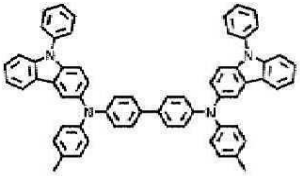


HT27

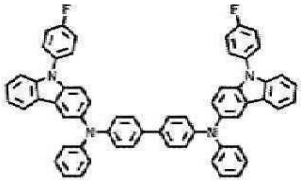
[0257]



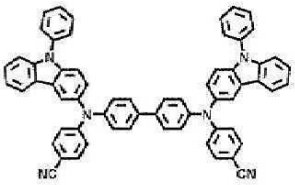
HT28



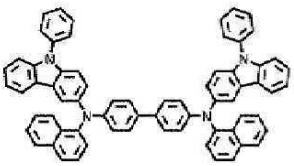
HT29



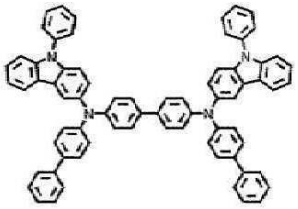
HT30



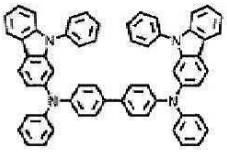
HT31



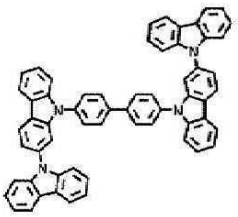
HT32



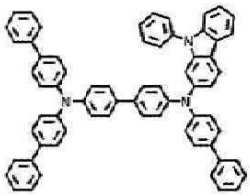
HT33



HT34



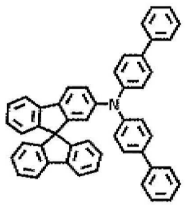
HT35



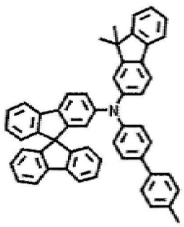
HT36

[0258]

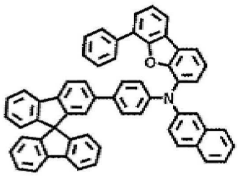
[0259]



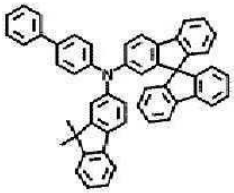
HT37



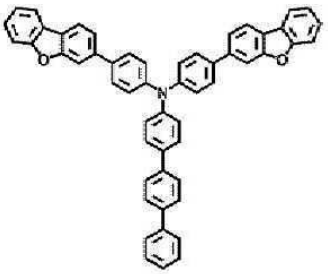
HT38



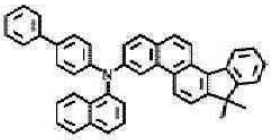
HT39



HT40

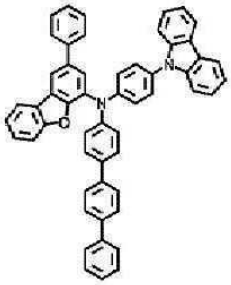


HT41

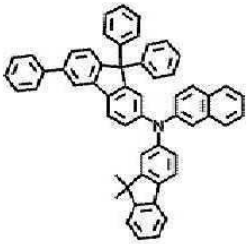


HT42

[0260]

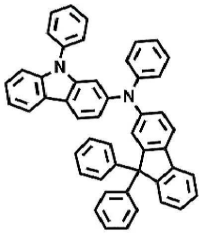


HT43

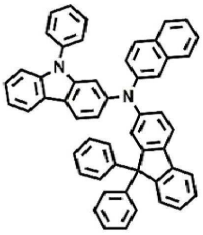


HT44

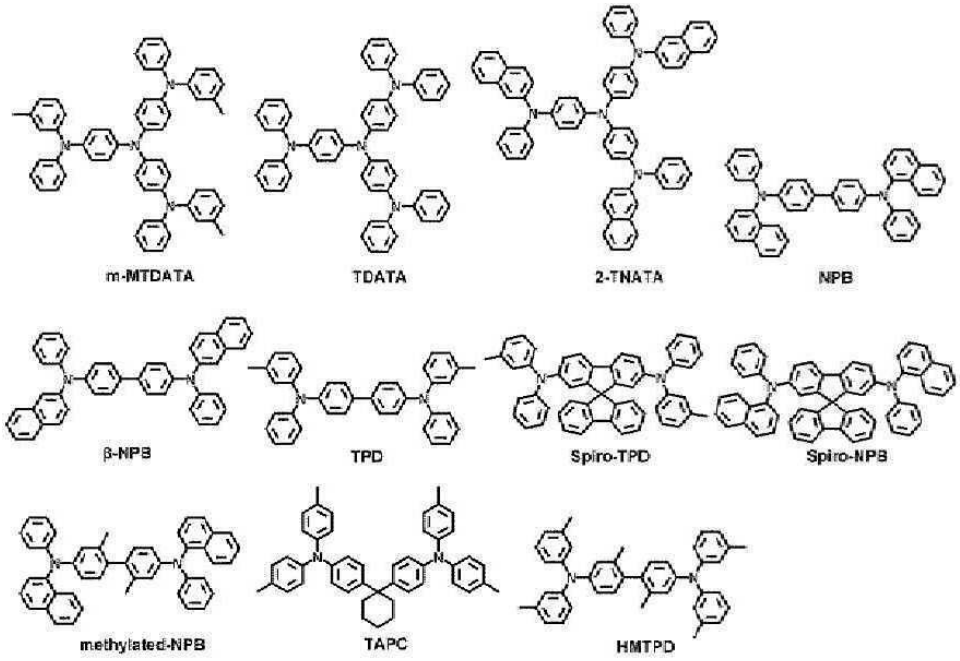
[0261]

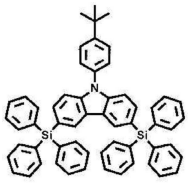


HT45



HT46

[0262] 

[0263] 

[0264] 상기 정공 수송 영역의 두께는 약 50Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 4000Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층, 정공 수송층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 경우, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 9000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0265] 상기 보조층은 활성층(140)에 유입되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 유입 효율을 증가시키는 역할을 한다. 상기 전자 저지층은 활성층(140)으로부터 정공 수송 영역으로의 전자 유출(leakage)을 방지하는 역할을 하는 층이다. 상술한 정공 수송 물질이 보조층 및 전자 저지층에 포함될 수 있다.

[0266] [전자 수송 영역]

[0267] 상기 활성층(140)과 상기 제2전극(170) 사이에 배치된 전하 보조층을 통틀어 전자 수송 영역으로 일컬을 수 있다.

[0268] 상기 전자 수송 영역은 i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0269] 상기 전자 수송 영역은, 버퍼층, 정공 저지층, 전자 수송층(150), 전자 주입층(160), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0270] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 활성층(140)으로부터 차례로 적층된 전자 수송층/전자 주입층, 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층, 또는 버퍼층/전자 수송층/전자 주입층 등의 구조를 가질 수 있다.

[0271] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 버퍼층, 정공 저지층, 또는 전자 수송층)은, 적어도 하나의 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1-C_{60} cyclic group)을 포함한 금속-비함유 (metal-free) 화합물을 포함할 수 있다.

[0272] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 하기 화학식 601로 표시된 화합물을 포함할 수 있다.

[0273] <화학식 601>

[0274] $[Ar_{601}]_{xe11}-[(L_{601})_{xe1}-R_{601}]_{xe21}$

[0275] 상기 화학식 601 중,

[0276] Ar_{601}, 및 L_{601}은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹이고,

[0277] xe11은 1, 2 또는 3이고,

[0278] xe1는 0, 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,

[0279] R_{601}은 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, $-Si(Q_{601})(Q_{602})(Q_{603})$, $-C(=O)(Q_{601})$, $-S(=O)_2(Q_{601})$, 또는 $-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$이고,

[0280] 상기 Q_{601} 내지 Q_{603}에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 Q_1에 대한 설명을 참조하고,

[0281] xe21는 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,

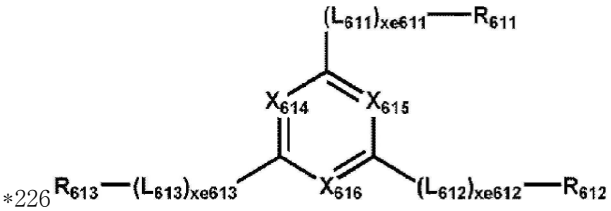
[0282] 상기 Ar_{601}, L_{601} 및 R_{601} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹일 수 있다.

[0283] 예를 들어, 상기 화학식 601 중 xe11이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar_{601}은 단일 결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.

[0284] 다른 예로서, 상기 화학식 601 중 Ar_{601}은 치환 또는 비치환된 안트라센 그룹일 수 있다.

[0285] 또 다른 예로서, 상기 전자 수송 영역은 하기 화학식 601-1로 표시된 화합물을 포함할 수 있다:

[0286] <화학식 601-1>

[0288] 

[0289] 상기 화학식 601-1 중,

[0290] X_{614}는 N 또는 $C(R_{614})$이고, X_{615}는 N 또는 $C(R_{615})$이고, X_{616}은 N 또는 $C(R_{616})$이고, X_{614} 내지 X_{616} 중 적어도 하나는 N이고,

[0291] L_{611} 내지 L_{613}에 대한 설명은 각각 상기 L_{601}에 대한 설명을 참조하고,

[0292] xe611 내지 xe613에 대한 설명은 각각 상기 xe1에 대한 설명을 참조하고,

[0293] R_{611} 내지 R_{613}에 대한 설명은 각각 상기 R_{601}에 대한 설명을 참조하고,

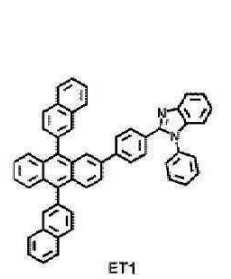
[0294] R_{614} 내지 R_{616}은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{20}알킬기, C_1-C_{20}알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

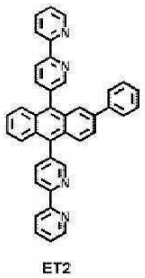
[0295] 예를 들어, 상기 화학식 601 및 601-1 중 xe1 및 xe611 내지 xe613은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수

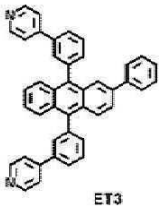
있다.

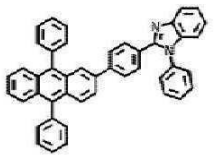
[0296] 상기 전자 수송 영역은 하기 화합물 ET1 내지 ET45 중 하나, BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), Alq_3, BAlq, TAZ, NTAZ, TSPO1, TPBI 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:

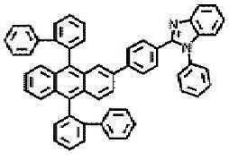
[0297]

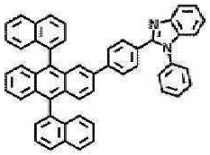

ET1

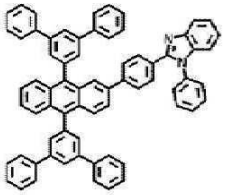

ET2

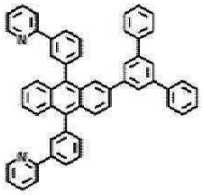

ET3


ET4

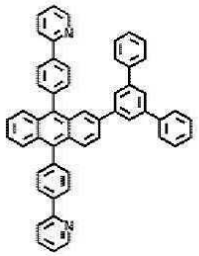

ET5

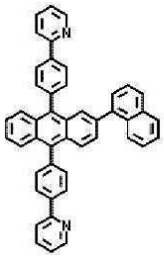

ET6

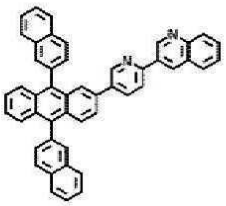

ET7

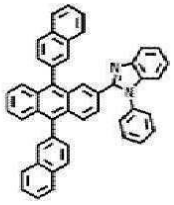

ET8

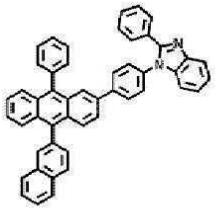
[0298]

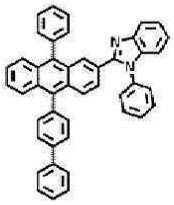

ET9

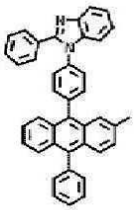

ET10

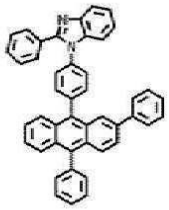

ET11


ET12

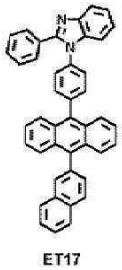

ET13

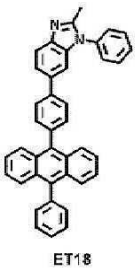

ET14

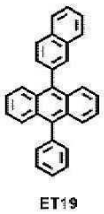

ET15

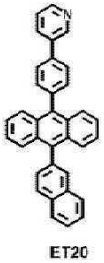

ET16

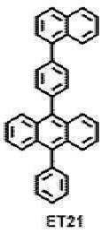
[0299]

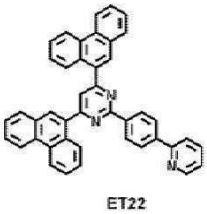

ET17

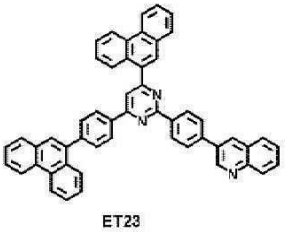

ET18

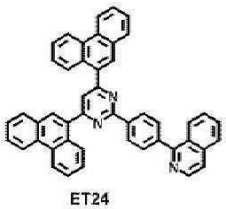

ET19

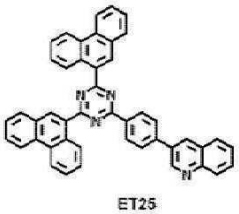

ET20


ET21

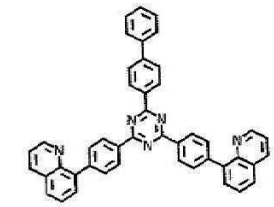

ET22

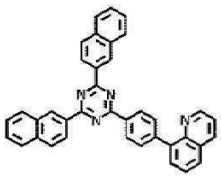

ET23

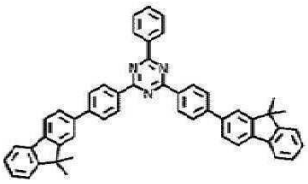

ET24

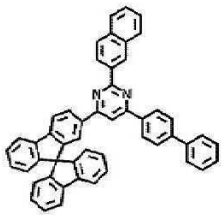

ET25

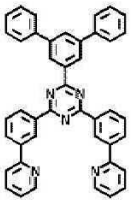
[0300]

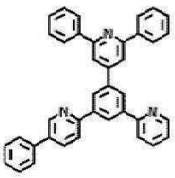

ET26

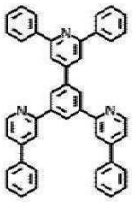

ET27


ET28

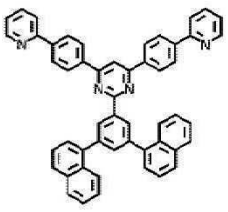

ET29

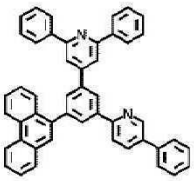

ET30

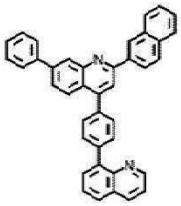

ET31

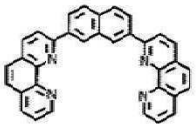

ET32

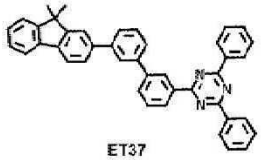
[0301]

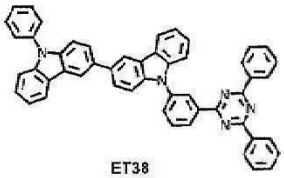

ET33

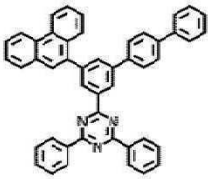

ET34

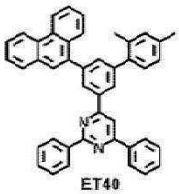

ET35


ET36

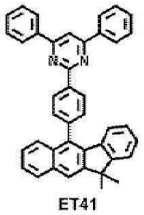

ET37

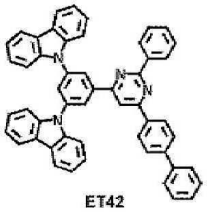

ET38

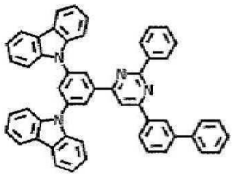

ET39

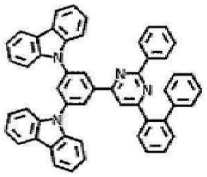

ET40

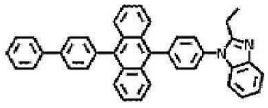
[0302]


ET41

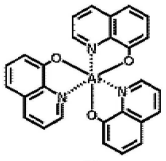

ET42

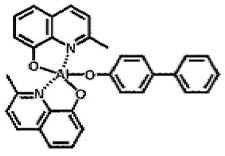

ET43

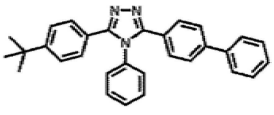

ET44

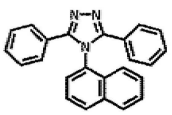

ET45

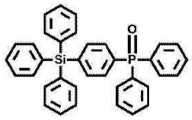
[0303]


Alq_3

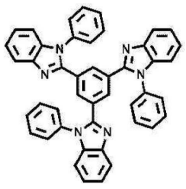

BAlq


TAZ


NTAZ



TSPO1



TPBI

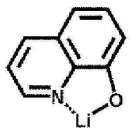
[0304]

[0305] 상기 전자 수송 영역의 두께는 약 160Å 내지 약 5000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 4000Å일 수 있다. 상기 전자 수송 영역이 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층 또는 이의 임의의 조합을 포함할 경우, 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께는 서로 독립적으로, 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å이고, 상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층 및/또는 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

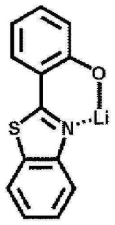
[0306] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 전자 수송층)은 상술한 바와 같은 물질 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다.

[0307] 상기 금속-함유 물질은 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체의 금속 이온은, Li 이온, Na 이온, K 이온, Rb 이온 또는 Cs 이온일 수 있고, 상기 알칼리 토금속 착체의 금속 이온은 Be 이온, Mg 이온, Ca 이온, Sr 이온 또는 Ba 이온일 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체의 금속 이온에 배위된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시페닐옥사디아졸, 히드록시페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린, 시클로펜타다이엔, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0308] 예를 들어, 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(LiQ) 또는 ET-D2을 포함할 수 있다:



ET-D1



ET-D2

[0309]

[0310] 상기 전자 수송 영역은 전자 주입을 용이하게 하는 전자 주입층을 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층은 상기 제2전극(170)과 직접(directly) 접촉할 수 있다.

[0311] 상기 전자 주입층은 i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0312] 상기 전자 주입층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0313] 상기 알칼리 금속은, Li, Na, K, Rb, Cs, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토금속은, Mg, Ca, Sr, Ba, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 희토류 금속은 Sc, Y, Ce, Tb, Yb, Gd, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0314] 상기 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물 및 상기 희토류 금속-함유 화합물은, 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속 및 희토류 금속 각각의, 산화물, 할로겐화물(예를 들면, 불화물, 염화물, 브롬화물,

요오드화물 등), 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0315] 상기 알칼리 금속-함유 화합물은, Li_2O, Cs_2O, K_2O 등과 같은 알칼리 금속 산화물, LiF, NaF, CsF, KF, LiI, NaI, CsI, KI 등과 같은 알칼리 금속 할로겐화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토금속-함유 화합물은, BaO, SrO, CaO, $Ba_xSr_{1-x}O$(x는 0<x<1를 만족하는 실수임), $Ba_xCa_{1-x}O$(x는 0<x<1를 만족하는 실수임) 등과 같은 알칼리 토금속 화합물을 포함할 수 있다. 상기 희토류 금속-함유 화합물은, YbF_3, ScF_3, Sc_2O_3, Y_2O_3, Ce_2O_3, GdF_3, TbF_3, YbI_3, ScI_3, TbI_3, 또는 이의 임의의 조함을 포함할 수 있다. 또는, 상기 희토류 금속-함유 화합물은, 란타나이드 금속 텔루라이드를 포함할 수 있다. 상기 란타나이드 금속 텔루라이드의 예는, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, SmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe, La_2Te_3, Ce_2Te_3, Pr_2Te_3, Nd_2Te_3, Pm_2Te_3, Sm_2Te_3, Eu_2Te_3, Gd_2Te_3, Tb_2Te_3, Dy_2Te_3, Ho_2Te_3, Er_2Te_3, Tm_2Te_3, Yb_2Te_3, Lu_2Te_3 등을 포함할 수 있다.

[0316] 상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체는, i) 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 이온 중 하나 및 ii) 상기 금속 이온과 결합한 리간드로서, 예를 들면, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시페닐옥사디아졸, 히드록시페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린, 시클로펜타다이엔, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0317] 상기 전자 주입층은 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합만으로 이루어져 있거나, 유기물(예를 들면, 상기 화학식 601로 표시된 화합물)을 더 포함할 수 있다.

[0318] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 주입층은 i) 알칼리 금속-함유 화합물(예를 들면, 알칼리 금속 할로겐화물)로 이루어지거나(consist of), ii) a) 알칼리 금속-함유 화합물(예를 들면, 알칼리 금속 할로겐화물); 및 b) 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 또는 이의 임의의 조합;으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 주입층은, KI:Yb 공증착층, RbI:Yb 공증착층 등일 수 있다.

[0319] 상기 전자 주입층이 유기물을 더 포함할 경우, 상기 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합은 상기 유기물을 포함한 매트릭스에 균일 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.

[0320] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0321] [제2전극(170)]

[0322] 상술한 바와 같은 활성층(140) 또는 전자 수송 영역 상부에는 제2전극(170)이 배치되어 있다. 상기 제2전극(170)은 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극(170)용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 사용할 수 있다.

[0323] 상기 제2전극(170)은, 리튬(Li), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 이터븀(Yb), 은-이터븀(Ag-Yb), ITO, IZO, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 제2전극(170)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다.

[0324] 상기 제2전극(170)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0325] [캡핑층]

[0326] 제1전극(110)의 외측에는 제1캡핑층이 배치되거나, 및/또는 제2전극(170)의 외측에는 제2캡핑층이 배치될 수 있다.

[0327] 상기 제1캡핑층 및/또는 제2캡핑층은 유기 광검출기에 물, 산소 등의 불순물이 들어가는 것을 억제하여 유기 광

검출기의 신뢰성을 높일 수 있다.

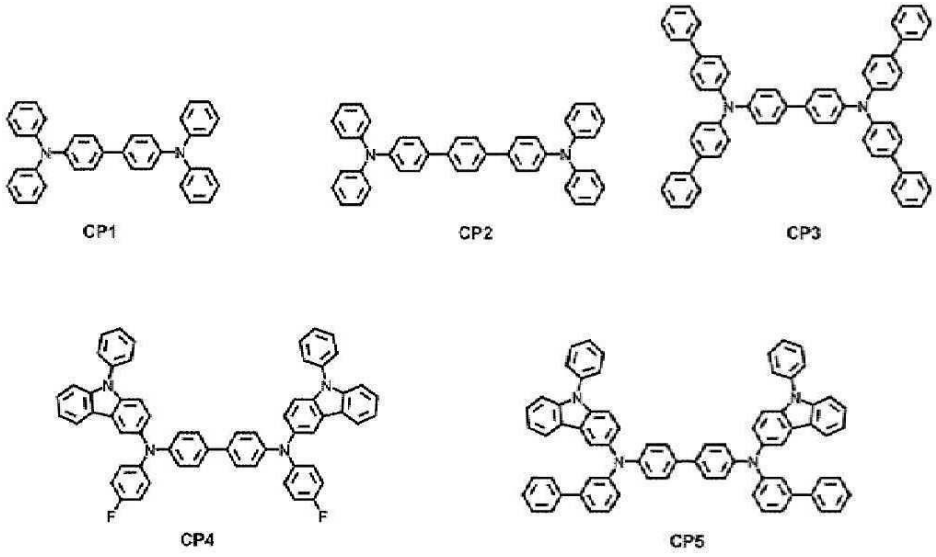
[0328] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 각각은, 1.6 이상의 굴절율(at 589nm)을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

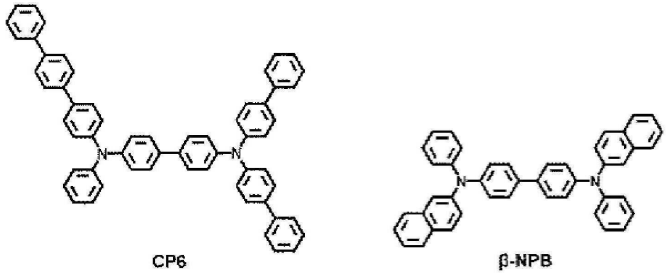
[0329] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층은 서로 독립적으로, 유기물을 포함한 유기 캡핑층, 무기물을 포함한 무기 캡핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 유-무기 복합 캡핑층일 수 있다.

[0330] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민 그룹-함유 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민 그룹-함유 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br, I, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민 그룹-함유 화합물을 포함할 수 있다.

[0331] 예를 들어, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시된 화합물, 상기 화학식 202로 표시된 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0332] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT28 내지 HT33 중 하나, 하기 화합물 CP1 내지 CP6 중 하나, β-NPB 또는 이의 임의의 화합물을 포함할 수 있다:

[0333] 

[0334] 

[0335] [전자 장치]

[0336] 상기 유기 광검출기를 포함하는 전자 장치가 제공될 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 장치는 발광 소자를 더 포함할 수 있다.

[0337] 이에 따라, 일 구현예에 따른 전자 장치는 광검출 영역 및 발광 영역을 포함한 기판;

[0338] 상기 광검출 영역 상에 배치된 유기 광검출기; 및

[0339] 상기 발광 영역 상에 배치된 발광 소자를 포함하고,

[0340] 상기 유기 광검출기는 제1화소 전극, 상기 제1화소 전극에 대향된 대향 전극, 상기 제1화소 전극과 상기 대향

전극 사이에 차례로 배치된 정공 수송 영역, 활성층 및 전자 수송 영역을 포함하고,

[0341] 상기 발광 소자는 제2화소 전극, 상기 제2화소 전극에 대향된 상기 대향 전극, 상기 제2화소 전극과 상기 대향 전극 사이에 차례로 배치된 상기 정공 수송 영역, 발광층 및 상기 전자 수송 영역을 포함하고,

[0342] 상기 제1화소 전극 및 상기 활성층은 상기 광검출 영역에 대응하여 배치되고,

[0343] 상기 제2화소 전극 및 상기 발광층은 상기 발광 영역에 대응하여 배치되고,

[0344] 상기 정공 수송 영역, 상기 전자 수송 영역 및 상기 대향 전극은 상기 광검출 영역과 상기 발광 영역 전체에 배치될 수 있다.

[0345] 상기 정공 수송 영역 및 상기 전자 수송 영역은 상술한 바를 참조한다.

[0346] 예를 들어, 상기 정공 주입층, 상기 정공 수송층, 상기 전자 수송층 및/또는 상기 전자 주입층; 및 상기 대향 전극;은 상기 광검출 영역과 상기 발광 영역 전체에 배치될 수 있다.

[0347] 상기 전자 장치는 각종 디스플레이, 광원, 조명, 퍼스널 컴퓨터(예를 들면, 모바일형 퍼스널 컴퓨터), 휴대 전화, 디지털 사진기, 전자 수첩, 전자 사전, 전자 게임기, 의료 기기(예를 들면, 전자 체온계, 혈압계, 혈당계, 맥박 계측 장치, 맥파 계측 장치, 심전표시 장치, 초음파 진단 장치, 내시경용 표시 장치), 어군 탐지기, 각종 측정 기기, 계기류(예를 들면, 차량, 항공기, 선박의 계기류), 프로젝터 등으로 응용될 수 있다.

[0348] [도 2 및 3에 대한 설명]

[0349] 도 2는 일 구현예에 따른 전자 장치(100)의 개략적인 단면도를 도시한 도면이다.

[0350] 도 2를 참조하면, 상기 전자 장치(100)는 기판(601) 및 기판(602) 사이에 유기 광검출기(400) 및 발광 소자(500)를 포함한다.

[0351] 상기 기판(601) 및 기판(602)은 가요성 기판, 유리 기판, 또는 금속 기판일 수 있다. 상기 기판(601) 상에는 버퍼층(미도시) 및 박막 트랜지스터(미도시)가 배치될 수 있다.

[0352] 상기 버퍼층은 기판(601)을 통한 불순물의 침투를 방지하며 기판(601) 상부에 평탄한 면을 제공하는 역할을 할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터는 상기 버퍼층 상에 배치되고, 활성층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함할 수 있다.

[0353] 이와 같은 박막 트랜지스터는 발광 소자(500)에 전기적으로 연결되어 발광 소자를 구동시킬 수 있다. 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 어느 하나와 상기 발광 소자(500)의 제2화소 전극(510)이 전기적으로 연결될 수 있다.

[0354] 또 다른 박막 트랜지스터는 유기 광검출기(400)에 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 어느 하나와 상기 유기 광검출기(400)의 제1화소 전극(410)이 전기적으로 연결될 수 있다.

[0355] 상기 유기 광검출기(400)는 제1화소 전극(410), 정공 주입층(420), 정공 수송층(432), 활성층(440), 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)을 포함할 수 있다.

[0356] 일 실시예에서, 상기 제1화소 전극(410)은 애노드이고, 상기 대향 전극(470)은 캐소드일 수 있다. 즉, 상기 제1화소 전극(410)과 상기 대향 전극(470) 사이에 역 바이어스를 인가하여 유기 광검출기(400)를 구동함으로써, 전자 장치(100)가 유기 광검출기(400)에 입사되는 광을 검출하고, 전하를 발생시키고, 전류로서 추출할 수 있다.

[0357] 상기 발광 소자(500)는 제2화소 전극(510), 정공 주입층(420), 정공 수송층(432), 발광층(540), 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)을 포함할 수 있다.

[0358] 일 실시예에서, 상기 제2화소 전극(510)은 양극이고, 상기 대향 전극(470)은 음극일 수 있다. 즉, 상기 발광 소자(500)는 제2화소 전극(510)에서 주입된 정공과 대향 전극(470)에서 주입된 전자가 발광층(540)에서 재결합하여 엑시톤을 형성하고, 상기 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 변하면서 광이 형성될 수 있다.

[0359] 상기 제1화소 전극(410) 및 상기 제2화소 전극(510)에 대한 설명은 본 명세서 중 제1전극(110)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0360] 상기 제1화소 전극(410) 및 상기 제2화소 전극(510)의 에지부에는 화소 정의막(405)이 형성되어 있다. 상기 화소 정의막(405)은 화소 영역을 정의하며, 상기 제1화소 전극(410)과 제2화소 전극(510)을 전기적으로 절연할 수 있다. 상기 화소 정의막(405)은 예를 들어, 공지된 각종 유기 절연 물질(예를 들면, 실리콘계 물질 등), 무기

절연 물질 또는 유/무기 복합 절연 물질을 포함할 수 있다. 상기 화소 정의막(405)은 가시광을 투과시키는 투과형 막이거나, 가시광을 차단하는 차단형 막일 수 있다.

[0361] 상기 제1화소전극(410) 및 제2화소전극(510) 상에는 공통층으로서 정공 주입층(420) 및 정공 수송층(432)이 차례대로 형성되어 있다. 상기 정공 주입층(420) 및 정공 수송층(432)에 대한 설명은 본 명세서 중의 설명을 참조할 수 있다.

[0362] 정공 수송층(432) 상부에 상기 광검출 영역에 대응하여 활성층(440)이 형성되어 있다. 상기 활성층(440)에 대한 설명은 본 명세서 중의 설명을 참조할 수 있다.

[0363] 상기 정공 수송층(432) 상부에, 상기 발광 영역에 대응하여 발광층(540)이 형성되어 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 발광 소자(500)는 상기 제2화소 전극(510)과 상기 발광층(540) 사이에, 상기 발광 영역에 대응하여 배치되는 전자 저지층(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[0364] 상기 활성층(440) 및 발광층(540) 상부에 상기 광검출 영역 및 제1발광 영역 전체에 대하여 공통층으로서 형성된 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)이 차례로 형성되어 있다. 상기 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 전자 수송층 및 제2전극(170)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0365] 상기 정공 주입층(420), 정공 수송층(432) 및 전자 수송층(450) 각각은 상기 광검출 영역 및 상기 발광 영역 전체에 걸쳐 배치될 수 있다.

[0366] 이와 같이, 상기 전자 장치(100)는 유기 광검출기(400)와 발광 소자(500)에 공통층을 배치시킴으로서 제작 공정을 간소화할 수 있고, 기존의 발광 소자(500)에 사용되는 기능층 재료를 유기 광검출기(400)에도 사용할 수 있어, 유기 광검출기(400)를 전자 장치에 인-픽셀(in-pixel)로 배치할 수 있다.

[0367] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층(450)과 대향 전극(470) 사이에 전자 주입층(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[0368] 상기 대향 전극(470) 상에는 캡핑층(미도시)이 배치될 수 있다. 상기 캡핑층에 사용될 수 있는 물질은 전술한 유기물 및/또는 무기물을 포함할 수 있다. 상기 캡핑층은 유기 광검출기(400) 및 발광 소자(500)를 보호하는 기능 이외에 발광 소자(500)로부터 발생한 광이 효율적으로 방출될 수 있도록 도와주는 역할을 한다.

[0369] 상기 캡핑층 상에는 봉지부(490)가 배치될 수 있다. 봉지부(490)는 유기 광검출기(400) 및 발광 소자(500) 상에 배치되어, 수분이나 산소로부터 유기 광검출기(400) 및 발광 소자(500)를 보호하는 역할을 할 수 있다. 봉지부(490)는 실리콘 질화물(SiN_x), 실리콘 산화물(SiO_x), 인듐주석산화물, 인듐아연산화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 무기막, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 헥사메틸디실록산, 아크릴계 수지(예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴산 등), 에폭시계 수지(예를 들면, AGE(aliphatic glycidyl ether) 등) 또는 이의 임의의 조합을 포함한 유기막, 또는 무기막과 유기막의 조합을 포함할 수 있다.

[0370] 상기 전자 장치(100)는 예를 들어, 표시 장치일 수 있다. 상기 전자 장치(100)는 유기 광검출기(400)와 발광 소자(500)를 모두 구비함으로써, 광 검출 기능을 갖는 표시 장치일 수 있다.

[0371] 도 2에는 상기 전자 장치(100)가 하나의 발광 소자(500)를 포함하는 것으로 도시되었으나, 도 3에 도시된 바와 같이, 일 실시예에 따른 전자 장치(100a)는 유기 광검출기(400), 제1발광 소자(501), 제2발광 소자(502) 및 제3발광 소자(503)를 포함할 수 있다.

[0372] 도 3과 동일한 구성 요소는 전자 장치(100)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0373] 상기 제1발광 소자(501)는 제2화소 전극(511), 정공 주입층(420), 정공 수송층(432), 제1발광층(541), 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)을 포함할 수 있다.

[0374] 상기 제2발광 소자(502)는 제3화소 전극(512), 정공 주입층(420), 정공 수송층(432), 제2발광층(542), 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)을 포함할 수 있다.

[0375] 상기 제3발광 소자(503)는 제4화소 전극(513), 정공 주입층(420), 정공 수송층(432), 제3발광층(543), 전자 수송층(450) 및 대향 전극(470)을 포함할 수 있다.

[0376] 상기 제2화소 전극(511), 제3화소 전극(512), 및 제4화소 전극(513)는 각각 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역에 대응하여 배치되고, 본 명세서 중 제1전극(110)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0377] 상기 제1발광층(541)은 상기 제1발광 영역에 대응하여 배치되고, 제1색광을 방출하고, 상기 제2발광층(542)은 상기 제2발광 영역에 대응하여 배치되고, 제2색광을 방출하고, 상기 제3발광층(543)은 상기 제3발광 영역에 대응하여 배치되고, 제3색광을 방출할 수 있다.

[0378] 상기 제1색광의 최대 발광 파장, 상기 제2색광의 최대 발광 파장, 상기 제3색광의 최대 발광 파장은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1색광의 최대 발광 파장 및 상기 제2색광의 최대 발광 파장 각각이 상기 제3색광의 최대 발광 파장보다 길수 있다.

[0379] 예를 들어, 상기 제1색광은 적색광이고, 상기 제2색광은 녹색광이고, 상기 제3색광은 청색광일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 전자 장치(100a)는 풀 컬러(full color) 발광이 가능하다. 상기 제1색광, 제2색광 및 제3색광은, 이들의 혼합광이 백색광이 될 수 있는 조합이라면, 각각 적색광, 녹색광 및 청색광에 한정되지는 않는다.

[0380] 상기 유기 광검출기(400), 제1발광 소자(501), 제2발광 소자(502) 및 제3발광 소자(503)은 각각 하나의 화소를 구성하는 부화소일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 하나의 화소는 상기 유기 광검출기(400)를 1 이상 포함할 수 있다.

[0381] 상기 전자 장치(100a)는 표시 장치일 수 있다. 상기 전자 장치(100a)는 유기 광검출기(400)와 제1발광 소자(501), 제2발광 소자(502) 및 제3발광 소자(503)를 모두 구비하여, 광 검출 기능을 갖는 풀 컬러 표시 장치일 수 있다.

[0382] [도 4a 및 도 4b에 대한 설명]

[0383] 도 4a에 도시된 전자 장치(100a)는 기판(601)과 기판(602) 사이에, 유기 광검출기(400) 및 발광 소자(501, 502, 503)가 배치된다.

[0384] 예를 들어, 상기 발광 소자(501), 발광 소자(502) 및 발광 소자(503)로부터 적색광, 녹색광 및 청색광이 각각 방출될 수 있다.

[0385] 일 구현예에 따른 전자 장치(100a)는 상기 전자 장치에 접촉되어 있는 대상물, 예를 들어 손가락의 지문을 검출하는 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 바와 같이, 발광 소자(502)에서 방출된 광 중 사용자의 지문에서 반사된 반사광의 적어도 일부가 유기 광검출기(400)로 재입사됨으로써 유기 광검출기(400)가 그 반사광을 검출할 수 있다. 손가락의 지문 패턴 중에서 융선은 기판(602)와 밀착되므로, 상기 유기 광검출기(400)는 사용자의 지문 패턴, 예를 들어 융선의 이미지 정보를 선택적으로 획득할 수 있다. 도 4a에는 발광 소자(502)에서 방출된 광을 이용하여 전자 장치(100a)에 접촉된 대상물의 정보를 얻는 예를 도시하였지만, 발광 소자(501) 및/또는 발광 소자(503)에서 방출된 광을 이용하여 정보를 얻는 경우에도 동일하게 적용할 수 있다.

[0386] 한편, 도 4b에 도시된 바와 같이, 일 구현예에 따른 전자 장치(100a)는 전자 장치(100a)에 접촉해 있지 않은 대상물을 검출할 수 있다.

[0387] [제조 방법]

[0388] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 활성층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.

[0389] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 활성층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500℃의 증착 온도, 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.

[0390] [용어의 정의]

[0391] 본 명세서 중 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹은 고리-형성 원자로서 탄소로만 이루어진 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹은, 탄소 외에, 고리-형성 원자로서 헤테로 원자를 더 포함한 탄소수 1 내지 60의 시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹 각각은, 1개의 고리로 이루어진 모노시클릭 그룹 또는 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있는 폴리시클릭 그룹일 수 있다. 예를 들

어, 상기 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 고리-형성 원자수는 3 내지 61개일 수 있다.

[0392] 본 명세서 중 시클릭 그룹은 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹 모두를 포함한다.

[0393] 본 명세서 중 π 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹(π electron-rich C_3-C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*'를 비포함한 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1-C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*'를 포함한 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클릭 그룹을 의미한다.

[0394] 예를 들어,

[0395] 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹은, i) 그룹 T1 또는 ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 시클로펜타디엔 그룹, 아다만탄 그룹, 노르보르난 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 아줄렌 그룹, 인다센 그룹, 아세나프틸렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 헵탈렌 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 헥사센 그룹, 펜타센 그룹, 루비센 그룹, 코로넨 그룹, 오발렌 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 또는 인데노안트라센 그룹)일 수 있고,

[0396] 상기 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹은 i) 그룹 T2, ii) 2 이상의 그룹 T2가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 iii) 1 이상의 그룹 T2와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토퓨란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,

[0397] 상기 π 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T1, ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 그룹 T3, iv) 2 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T3와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 상기 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토퓨란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹 등)일 수 있고,

[0398] 상기 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T4, ii) 2 이상의 그룹 T4가 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iv) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T4, 1 이상의 그룹 T1 및 1 이상의 그룹 T3가이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피

라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,

[0399] 상기 그룹 T1은, 시클로프로판 그룹, 시클로부탄 그룹, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로부텐 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥사디엔 그룹, 시클로헵텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르난(norbornane) (또는, 비시클로[2.2.1]헵탄(bicyclo[2.2.1]heptane)) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄 (bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산 (bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄 그룹, 또는 벤젠 그룹이고,

[0400] 상기 그룹 T2는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 테트라진 그룹, 피롤리딘 그룹, 이미다졸리딘 그룹, 디히드로피롤 그룹, 피페리딘 그룹, 테트라히드로피리딘 그룹, 디히드로피리딘 그룹, 헥사히드로피리미딘 그룹, 테트라히드로피리미딘 그룹, 디히드로피리미딘 그룹, 피페라진 그룹, 테트라히드로피라진 그룹, 디히드로피라진 그룹, 테트라히드로피리다진 그룹, 또는 디히드로피리다진 그룹이고,

[0401] 상기 그룹 T3는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 또는 보롤(borole) 그룹이고,

[0402] 상기 그룹 T4는, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹 또는 테트라진 그룹일 수 있다.

[0403] 본 명세서 중 시클릭 그룹, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, π 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹 또는 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹이란 용어는, 당해 용어가 사용된 화학식의 구조에 따라, 임의의 시클릭 그룹에 축합되어 있는 그룹, 1가 그룹 또는 다가 그룹(예를 들면, 2가 그룹, 3가 그룹, 4가 그룹 등)일 수 있다. 예를 들어, "벤젠 그룹"은 벤조 그룹, 페닐기, 페닐렌기 등일 수 있는데, 이는 "벤젠 그룹"이 포함된 화학식의 구조에 따라, 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 것이다.

[0404] 예를 들어, 1가 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 1가 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 예는, C_3-C_{10}시클로알킬기, C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기, C_3-C_{10}시클로알케닐기, C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기, C_6-C_{60}아릴기, C_1-C_{60}헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있고, 2가 C_3-C_{60}카보시클릭 그룹 및 2가 C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹의 예는, C_3-C_{10}시클로알킬렌기, C_1-C_{10}헤테로시클로알킬렌기, C_3-C_{10}시클로알케닐렌기, C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐렌기, C_6-C_{60}아릴렌기, C_1-C_{60}헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있다.

[0405] 본 명세서 중 C_1-C_{60}알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메틸기, 에틸기, *n*-프로필기, 이소프로필기, *n*-부틸기, *sec*-부틸기, 이소부틸기, *tert*-부틸기, *n*-펜틸기, *tert*-펜틸기, 네오펜틸기, 이소펜틸기, *sec*-펜틸기, 3-펜틸기, *sec*-이소펜틸기, *n*-헥실기, 이소헥실기, *sec*-헥실기, *tert*-헥실기, *n*-헵틸기, 이소헵틸기, *sec*-헵틸기, *tert*-헵틸기, *n*-옥틸기, 이소옥틸기, *sec*-옥틸기, *tert*-옥틸기, *n*-노닐기, 이소노닐기, *sec*-노닐기, *tert*-노닐기, *n*-데실기, 이소데실기, *sec*-데실기, *tert*-데실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{60}알킬렌기는 상기 C_1-C_{60}알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0406] 본 명세서 중 C_2-C_{60}알케닐기는, C_2-C_{60}알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_2-C_{60}알케닐렌기는 상기 C_2-C_{60}알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0407] 본 명세서 중 C_2-C_{60}알키닐기는, C_2-C_{60}알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에티닐기, 프로피닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_2-C_{60}알키닐렌기는 상기 C_2-C_{60}알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0408] 본 명세서 중 C_1-C_{60}알콕시기는, $-OA_{101}$(여기서, A_{101}은 상기 C_1-C_{60}알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

[0409] 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만틸기(adamantyl), 노르보닐기(norbornyl)(또는, 비시클로[2.2.1]헵틸기(bicyclo[2.2.1]heptyl)), 비시클로[1.1.1]펜틸기(bicyclo[1.1.1]pentyl), 비시클로[2.1.1]헥실기(bicyclo[2.1.1]hexyl), 비시클로[2.2.2]옥틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알킬렌기는 상기 C_3-C_{10}시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0410] 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기는, 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리디닐기(1,2,3,4-oxatriazolidinyl), 테트라히드로퓨라닐기(tetrahydrofuranyl), 테트라히드로티오페닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬렌기는 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0411] 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_3-C_{10}시클로알케닐렌기는 상기 C_3-C_{10}시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0412] 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸일기, 2,3-디히드로퓨라닐기, 2,3-디히드로티오페닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C_1-C_{10}헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0413] 본 명세서 중 C_6-C_{60}아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C_6-C_{60}아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C_6-C_{60}아릴기의 구체예에는, 페닐기, 펜탈레닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헵탈레닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기 등을 포함된다. 상기 C_6-C_{60}아릴기 및 C_6-C_{60}아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0414] 본 명세서 중 C_1-C_{60}헤테로아릴기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C_1-C_{60}헤테로아릴렌기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C_1-C_{60}헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트롤리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기 등이 포함된다. 상기 C_1-C_{60}헤테로아릴기 및 C_1-C_{60}헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0415] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)하고, 분자 구조 전체로 고려할 때 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 인데닐기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 인데노페난트레닐기, 인데노안트라세닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0416] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 원자(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐) 외에 적어도 하나의 헤테로 원자를 더 포함하고, 분자 구조 전체로 고려할 때 비-방향족성을 갖는 1가 그룹을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 9,9-디히드로아크리디닐기, 9H-크산테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0417] 본 명세서 중 C_6-C_{60}아릴옥시기는 $-OA_{102}$(여기서, A_{102}는 상기 C_6-C_{60}아릴기임)를 가리키고, 상기 C_6-C_{60}아릴티오기(arylthio)는 $-SA_{103}$(여기서, A_{103}은 상기 C_6-C_{60}아릴기임)를 가리킨다.

[0418] 본 명세서 중 C_7-C_{60}아릴알킬기는 $-A_{104}A_{105}$(여기서, A_{104}는 C_1-C_{54}알킬렌기이고, A_{105}는 C_6-C_{59}아릴기임)를 가리키고, 본 명세서 중 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기는 $-A_{106}A_{107}$(여기서, A_{106}은 C_1-C_{59}알킬렌기이고, A_{107}은 C_1-C_{59}헤테로아릴기임)를 가리킨다.

[0419] 본 명세서 중 "R_{10a}"는,

[0420] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0421] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-N(Q_{11})(Q_{12})$, $-B(Q_{11})(Q_{12})$, $-C(=O)(Q_{11})$, $-S(=O)_2(Q_{11})$, $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, 또는 C_1-C_{60}알콕시기;

[0422] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60}알킬기, C_2-C_{60}알케닐기, C_2-C_{60}알키닐기, C_1-C_{60}알콕시기, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기, $-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-N(Q_{21})(Q_{22})$, $-B(Q_{21})(Q_{22})$, $-C(=O)(Q_{21})$, $-S(=O)_2(Q_{21})$, $-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60}아릴옥시기, C_6-C_{60}아릴티오기, C_7-C_{60}아릴알킬기, 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기,; 또는

[0423] $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-N(Q_{31})(Q_{32})$, $-B(Q_{31})(Q_{32})$, $-C(=O)(Q_{31})$, $-S(=O)_2(Q_{31})$, 또는 $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$;

[0424] 일 수 있다.

[0425] 본 명세서 중 Q_1 내지 Q_3, Q_{11} 내지 Q_{13}, Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33}은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C_1-C_{60}알킬기; C_2-C_{60}알케닐기; C_2-C_{60}알키닐기; C_1-C_{60}알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60}알킬기, C_1-C_{60}알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60}카보시클릭 그룹, C_1-C_{60}헤테로시클릭 그룹;C_7-C_{60}아릴알킬기; 또는 C_2-C_{60}헤테로아릴알킬기;일 수 있다.

[0426] 본 명세서 중 헤테로 원자는, 탄소 원자를 제외한 임의의 원자를 의미한다. 상기 헤테로 원자의 예는, O, S, N, P, Si, B, Ge, Se, 또는 이의 임의의 조합을 포함한다.

[0427] 본 명세서 중 제3열 전이 금속(third-row transition metal)은 하프늄(Hf), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 레늄(Re), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt) 및 금(Au) 등을 포함한다.

[0428] 본 명세서 중 "Ph"은 페닐기를 의미하고, "Me"은 메틸기를 의미하고, "Et"은 에틸기를 의미하고, "ter-Bu" 또는 "Bu^t"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.

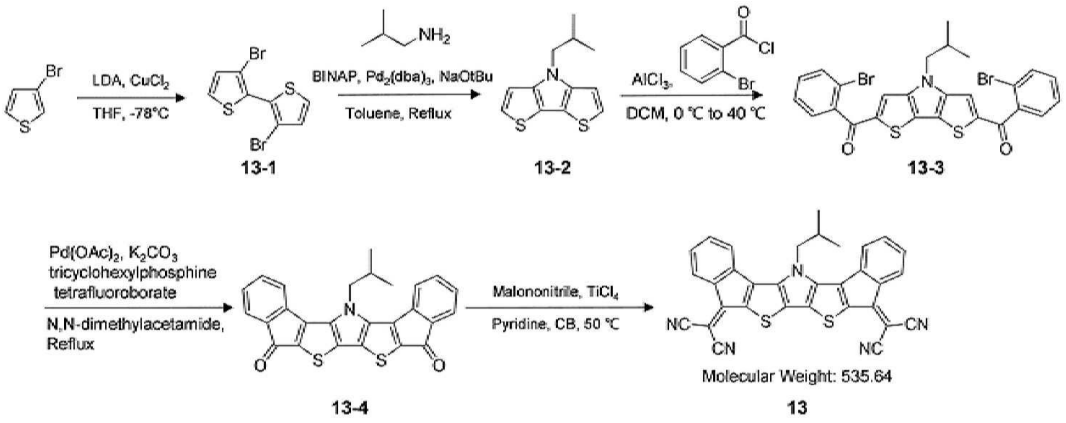
[0429] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C_6-C_{60}아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0430] 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C_6-C_{60}아릴

기로 치환된 C_6-C_{60}아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0431] **[실시예]**

[0432] **합성예 1(화합물 13)**



[0433]

[0434] 중간체 13-1의 합성

[0435] 둥근형 플라스크에 3-bromothiophene (30g, 181.01mmol)을 anhydrous THF (150 mL)에 용해시킨 후 -78 ℃ 에서 15분간 교반시키고, 동일 온도에서 LDA (184.01mmol)를 한방울씩 떨어뜨려준다. LDA를 첨가한 후에 한 시간 동안 교반 시키고, $CuCl_2$를 넣어 한 시간 동안 교반시킨다. 이후, 실온에서 6시간 반응시키고, ammonium chloride 수용액으로 퀜칭한 후 DCM과 H_2O로 유기용매에 녹아있는 물질을 추출한다. 이후, $MgSO_4$를 가하여 남아있는 수분을 제거하고, 여과한다. 이후 여과된 용액을 DCM에 녹인 후, 로터리를 이용하여 용매를 제거한다. 이후, 미정제 생성물을 Hexane으로 컬럼크로마토그라피를 통해 분리하여 중간체 13-1을 얻는다(수율: 19%).

[0436] 중간체 13-2의 합성

[0437] 마이크로웨이브 바이알에 중간체 13-1 (100 mg, 1eq), NaOtBu (3.0 eq), $Pd_2(dba)_3$ (0.12eq)과 BINAP (0.48eq)을 넣고 질소 조건에서 anhydrous toluene (5 mL)에 용해시킨 후, 35 ℃에서 한 시간 동안 교반시킨다. 이후 isobutyl amine (1.3 eq)을 넣어준 후 12 시간 동안 반응시킨다. 이후 110 ℃로 온도를 올린 후 12시간 교반시킨다. 이후 Diethyl ether와 H_2O를 이용하여 추출한 후, $MgSO_4$을 통해 추출 용액 내 남은 수분을 제거한 후, 여과한다. 이후 여과된 용액의 용매를 로터리를 이용하여 제거한다. 이후, 미정제 생성물을 Hexane:DCM(10:1)으로 컬럼크로마토그라피를 통해 분리하여 중간체 13-2를 얻는다(수율: 73%).

[0438] 중간체 13-3의 합성

[0439] 중간체 13-2 (100 mg, 0.425 mmol)를 anhydrous DCM (1 mL)에 용해시켜 용액 1을 만든다. 또한, 질소 조건에서 $AlCl_3$ (3eq)와 2-bromobenzoyl chloride (3eq)를 anhydrous DCM (3 mL)에 넣은 뒤 0 ℃에서 1시간 동안 교반하여 용액 2를 만든다. 이후, 0 ℃에서 용액 2에 용액 1을 적가하고 30분 동안 교반시킨다. 이후 상온에서 12시간 동안 반응시킨 후, DCM과 H_2O로 유기 용매에 녹아있는 물질을 추출한다. 이후, $MgSO_4$를 가하여 남아있는 수분을 제거하고, 여과한다. 이후 여과된 용액을 DCM에 녹인 후, 로터리를 이용하여 용매를 제거한다. 이후, 미정제 생성물을 chloroform으로 컬럼크로마토그라피를 통해 분리하여 중간체 13-3을 얻는다(수율: 50%).

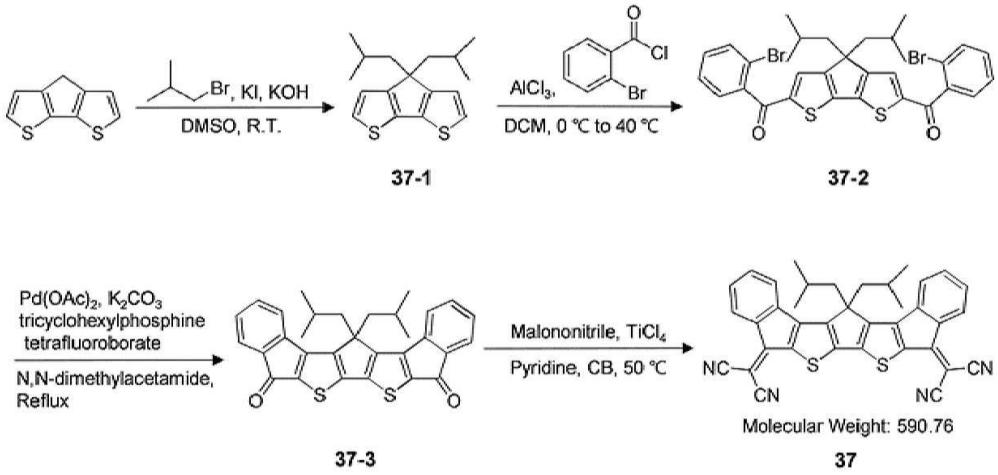
[0440] 중간체 13-4의 합성

[0441] 질소 조건에서 중간체 13-3 (100 mg, 0.166 mmol), palladium(II) acetate(0.2eq), tricyclohexylphosphonium tetrafluoroborate (0.4eq), K_2CO_3 (5.0eq)을 N,N-dimethylacetamide (DMA, 8 mL)에 용해시키고, 130 ℃에서 12시간 동안 교반시킨다. 이후 Ethyl acetate로 추출한 후, brine을 이용하여 3번 세척하여 남아 있는 DMA를 제거한다. 이후, $MgSO_4$를 가하여 남아있는 수분을 제거하고, 여과한다. 이후 여과된 용액을 DCM에 녹인 후, 로터리를 이용하여 용매를 제거한다. 이후, 미정제 생성물을 DCM으로 컬럼 크로마토그래피를 통해 분리하고, hexane과 methanol로 여러번 세척하여 중간체 13-4를 얻는다(수율: 43%).

[0442] 화합물 13의 합성

[0443] 중간체 13-4과 malononitrile (5eq)를 anhydrous chlorobenzene (6 mL)에 용해시킨 후, pyridine (25 eq)과 $TiCl_4$ (1.25 eq)를 적가한다. 이후 50 °C에서 5시간 동안 교반시킨 후 혼합물을 물과 DCM을 이용하여 추출한다. 이후, anhydrous Na_2SO_4를 이용하여 추출된 용액 내의 물을 제거한 후, 여과 후 로터리를 이용하여 용액 내 용매를 제거한다. 이후 컬럼 크로마토그래피를 통해 화합물 13을 얻는다.

[0444] **합성예 2(화합물 37)**



[0445]

[0446] 중간체 37-1의 합성

[0447] 둥근형 플라스크에 cyclopentadithiophene (200 mg)를 anhydrous DMSO (20 mL)에 용해시킨 후, Isobutyl bromide (2 eq)와 KI (0.03 eq)를 첨가한다. 이후, 0 ℃까지 냉각시키고 질소 조건에서 KOH를 넣는다. 이후, 실온에서 12시간 동안 교반 시킨 후 반응물에 H_2O를 넣어 퀜칭하고 ether, H_2O, brine으로 유기용매에 녹아 있는 물질을 추출한다. 이후, $MgSO_4$를 가하여 남아있는 수분을 제거하고, 로터리를 이용하여 용매를 제거한다. 이후, Hexane으로 컬럼 크로마토그라피를 통해 분리하여 중간체 37-1을 얻는다(수율: 46%).

[0448] 화합물 37의 합성

[0449] 상기 중간체 13-3의 합성에서, 중간체 13-2 대신 중간체 37-1을 사용한 것을 제외하고는, 중간체 13-3의 합성과 동일한 방법으로 중간체 37-2를 얻는다.

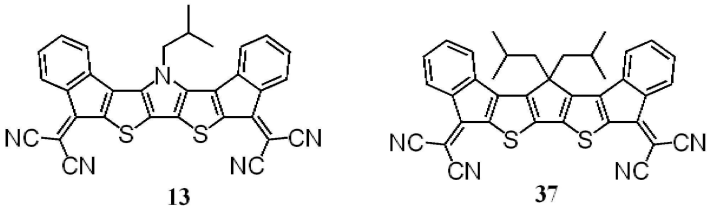
[0450] 이후, 상기 중간체 13-4의 합성에서, 중간체 13-3 대신 중간체 37-2를 사용한 것을 제외하고는, 중간체 13-4의 합성과 동일한 방법으로 중간체 37-3을 얻는다.

[0451] 이후, 상기 화합물 13의 합성에서, 중간체 13-4 대신 중간체 37-3을 사용한 것을 제외하고는, 화합물 13의 합성과 동일한 방법으로 화합물 37을 얻는다.

[0452] 합성예 1 및 2에서 합성된 화합물 이외의 다른 화합물들의 합성 방법은, 상기 합성 경로 및 원료 물질을 참조하여 기술 분야에 숙련된 이들에게 용이하게 인식될 수 있다.

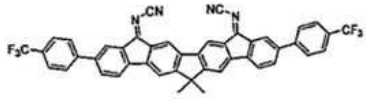
[0453] **평가예 1**

[0454] 하기 표 1에 기재된 방법을 이용하여 합성예 1, 합성예 2 및 비교예 1 내지 3 화합물의 HOMO, LUMO, 광학 밴드갭, 최대 흡광 파장, 흡광 계수를 시뮬레이션하여, 하기 표 2에 그 결과를 나타내었다.



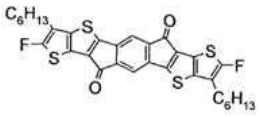
[0455]

[0456] <비교예 1>



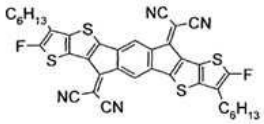
[0457]

[0458] <비교예 2>



[0459]

[0460] <비교예 3>



[0461]

표 1

[0462]

HOMO 에너지 레벨 평가 방법	Cyclic voltammetry (CV) (전해질: 0.1 M Bu_4NPF_6 / 용매: DMF (dimethylforamide)을 / 전극: 3전극 시스템(작업전극: GC, 기준전극: Ag/AgCl, 보조전극: Pt))를 이용하여 각 화합물의 전위(V)-전류(A) 그래프를 얻을 후, 상기 그래프의 산화 온셋(oxidation onset)으로부터 각 화합물의 HOMO 에너지 레벨을 계산함
LUMO 에너지 레벨 평가 방법	Cyclic voltammetry (CV) (전해질: 0.1 M Bu_4NPF_6 / 용매: DMF (dimethylforamide)을 / 전극: 3전극 시스템(작업전극: GC, 기준전극: Ag/AgCl, 보조전극: Pt))를 이용하여 각 화합물의 전위(V)-전류(A) 그래프를 얻은 후, 상기 그래프의 환원 온셋(reduction onset)으로부터 각 화합물의 LUMO 에너지 레벨을 계산함
최대 흡광 파장(λ_{max}(film))	분자 구조를 합성 후 측정 또는 시뮬레이션을 통해 흡수 영역에 대한 파장별 스펙트럼 데이터를 얻을 수 있으며, 해당 스펙트럼에서 최대 흡광도를 나타내는 파장을 산출함
흡광 계수($\varepsilon*10^5(cm^{-1})@\lambda_{max}$)	재료를 코팅 또는 증착 한 후 UV Visible measurement 장비를 사용하여 파장별 흡수 스펙트럼을 측정하며, 입사된 빛의 세기에서 출사된 빛의 세기의 비를 자연로그로 취해준 후 상용로그 값으로 변환하여 측정한 시료의 두께 값으로 나눠줌으로써 흡광 계수를 계산함

표 2

[0463]

화합물	HOMO (eV)	LUMO (eV)	광학 밴드 갭 (eV)	OSC (Oscillator Strength)	λ_{max}(film) (nm)	$\varepsilon*10^5(cm^{-1})@\lambda_{max}$
합성예 1	-6.11	-3.91	2.20	0.404	638.4	2.79
합성예 2	-6.22	-4.05	2.17	0.495	636.1	3.42
비교예 1	-6.29	-3.48	2.81	0.081	554.1	0.56
비교예 2	-5.63	-3.37	2.26	0.084	745.0	0.58
비교예 3	-5.93	-4.27	1.66	0.071	511.7	0.49

[0464] 상기 표 2에서 확인할 수 있는 바와 같이, 합성예 1 및 2의 화합물은 비교예 1 내지 3의 화합물들에 비해, 높은 흡광 계수를 나타내며, 적외선 또는 적색 파장 영역에 적합한 최대 흡광 파장을 나타내고 있음을 알 수 있다.

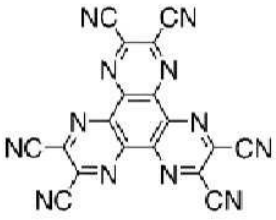
[0465] **실시예 1**

[0466] ITO 유리 기판(애노드)을 50 mm x 50 mm x 0.5 mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 10분 동안 초음파 세정한 후, 10분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이를 설치하였

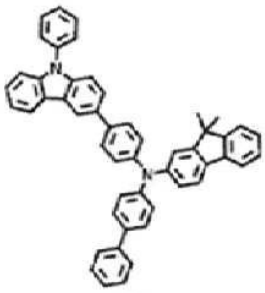
다. 상기 애노드 상부에 HAT-CN를 진공 증착하여 100Å 두께의 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상부에 HT3를 진공 증착하여 1250Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0467] 이어서, 상기 정공 수송층 상부에 m-MTDATA를 진공 증착하여 200Å 두께의 보조층을 형성하고, 상기 보조층 상부에 화합물 13을 80Å의 두께로 증착하고, 그 위에 N14을 340Å의 두께로 증착하여 활성층을 형성하였다.

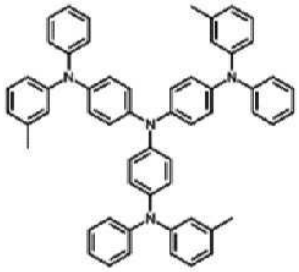
[0468] 이어서, BAlq를 진공 증착하여 50Å 두께의 버퍼층을 형성하고, 상기 버퍼층 상부에 ET1를 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 상기 전자 수송층 상부에 LiF를 10Å 두께로 진공 증착하여 전자 주입층을 형성하였고, 상기 전자 주입층 상부에 MgAg를 100Å 두께로 증착하여 캐소드를 형성함으로써 유기 광검출기를 제작하였다.



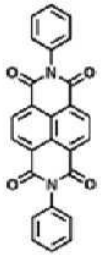
HAT-CN



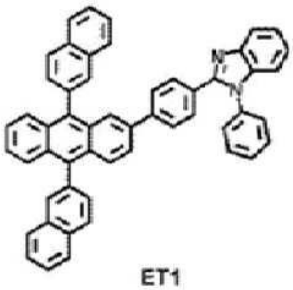
HT3



m-MTDATA



N14



ET1

[0469]

[0470] **실시예 2 및 비교예 1 내지 3**

[0471] 상기 실시예 1에서 활성층 형성 시 화합물 13을 사용한 것 대신, 화합물 37 및 비교예 화합물 1 내지 3를 사용한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 각각 실시예 2 및 비교예 1 내지 3의 유기 광검출기를 제작하였다.

[0472] **평가예 2**

[0473] 상기 실시예 1, 2 및 비교예 1 내지 3에서 제작된 유기 광검출기의 외부 양자 효율(EQE)을 하마마츠 포토닉스사의 외부 양자 효율 측정 장치 C9920-2-12를 사용하여 측정하여, 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

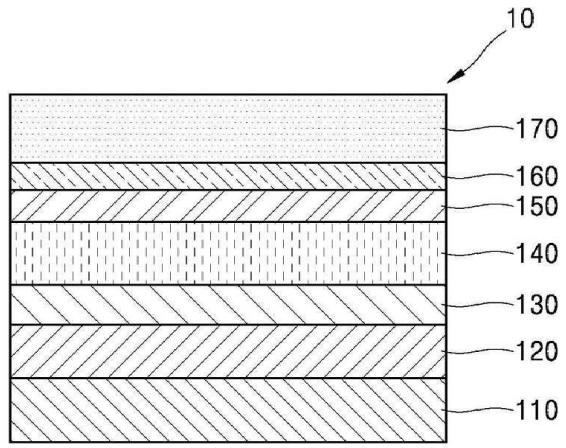
[0474]

	EQE(%)
실시예 1	32.9
실시예 2	40.3
비교예 1	6.6
비교예 2	6.8
비교예 3	5.8

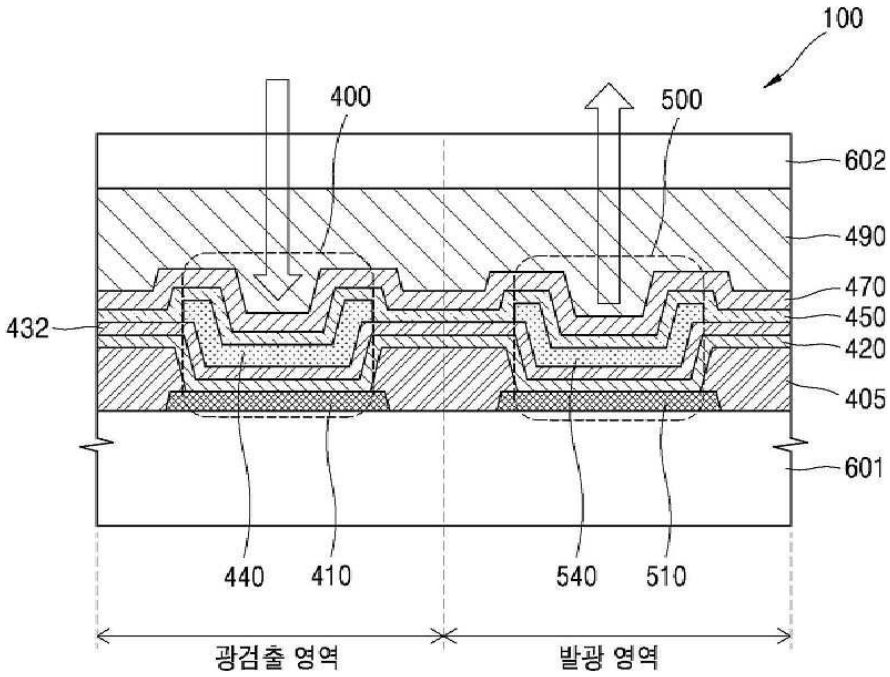
[0475] 상기 표 3에서 확인할 수 있듯이, 실시예 1 및 2의 유기 광검출기는 비교예 1 내지 3에 비해 우수한 EQE를 나타내는 것을 알 수 있다.

도면

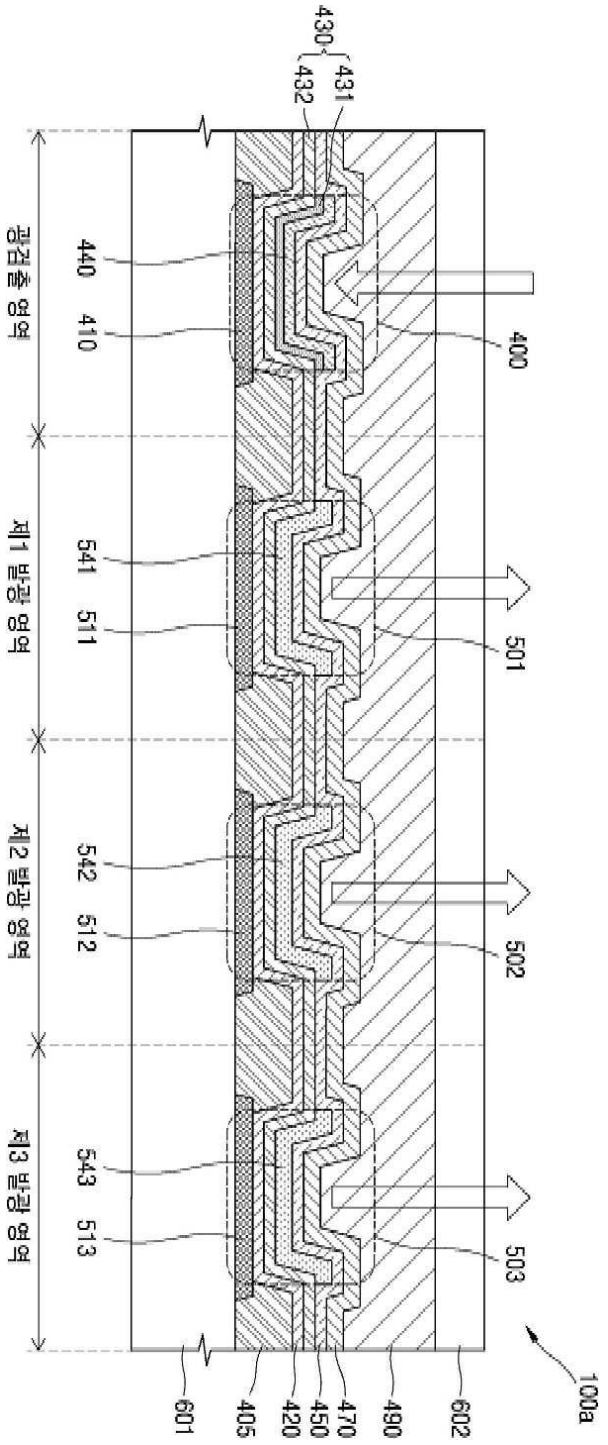
도면1


10
170
160
150
140
130
120
110

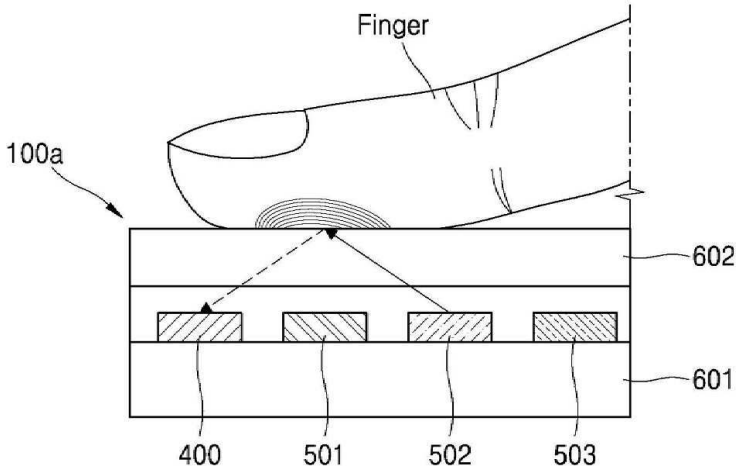
도면2


100
400
500
602
490
470
450
420
405
601
432
440
410
540
510
광검출 영역
발광 영역

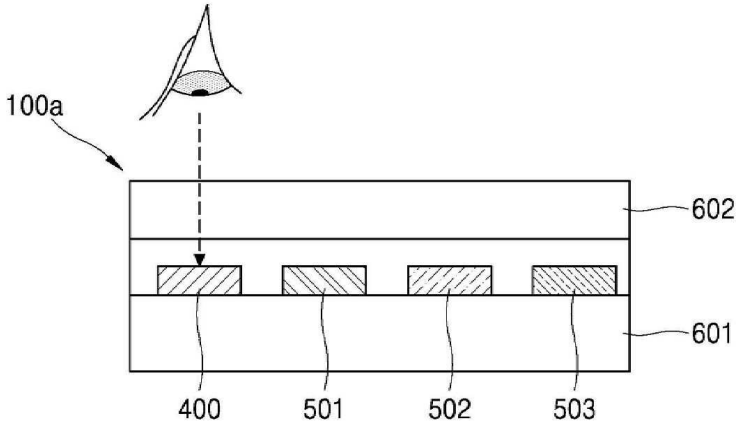
도면3


430
431
432
광검출 영역
440
410
400
제1 발광 영역
541
511
501
제2 발광 영역
542
512
502
제3 발광 영역
543
513
503
100a
601
405
420
450
470
490
602

도면4a


Finger
100a
602
601
400
501
502
503

도면4b


100a
602
601
400
501
502
503