



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0113646  
(43) 공개일자 2017년10월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C09K 11/06 (2013.01)  
H01L 51/50 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7024909
- (22) 출원일자(국제) 2016년02월04일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년09월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/052413
- (87) 국제공개번호 WO 2016/124704  
국제공개일자 2016년08월11일
- (30) 우선권주장  
10 2015 101 767.9 2015년02월06일 독일(DE)

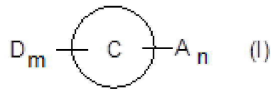
- (71) 출원인  
테크니셰 유니베르시테트 드레스덴  
독일 01069 드레스덴 헬름홀츠스트라쎄 10
- (72) 발명자  
라이게티스, 라무나스  
독일, 01159 드레스덴 작소니아슈트라쎄 1  
솔츠, 라인하르트  
독일, 01705 프라이탈 프리텐스슈트라쎄 14  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
성낙훈

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **청색 형광 이미터**

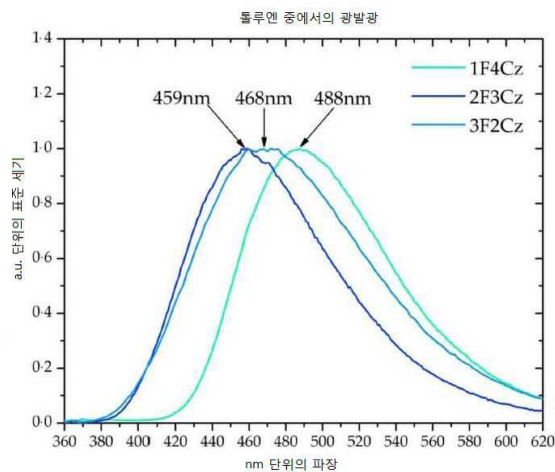
(57) 요약

본 발명은 식 (I)의 화합물, 광전자 소자에서의 이들의 용도 및 이를 포함하는 광전자 소자에 관한 것이다



여기에서 C, D, A, m 및 n은 여기에서 정의된 바와 같다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C09K 2211/1011 (2013.01)

C09K 2211/1029 (2013.01)

C09K 2211/1033 (2013.01)

C09K 2211/1037 (2013.01)

C09K 2211/1044 (2013.01)

C09K 2211/1059 (2013.01)

(72) 발명자

**제이카, 올라프**

독일, 01129 드레스덴 플라타넨슈트라쎄 10

**라이네케, 세바스티안**

독일, 01099 드레스덴 바우츠너 슈트라쎄 10

**레오, 칼**

독일, 01219 드레스덴 헤르만슈트라쎄 5

**호프만, 지모네**

독일, 01159 드레스덴 포스트슈트라쎄 18

**오버렌더, 마르틴**

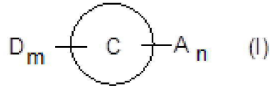
독일, 01187 드레스덴 뉘른베르거 슈트라쎄 32

명세서

청구범위

청구항 1

일반식 (I)의 화합물



여기에서

하나 이하의 치환체 A가 CN을 의미한다는 가정 하에

C는 벤젠, 피리딘, 피리미딘, 피리다진, 트리아진 및 피라진으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 방향족 또는 헤테로방향족의, 질소-함유 6-원 탄소고리를 의미하고;

각 경우에서 치환체 D는 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(\text{Ar})_2$ ,  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$ ,  $-N(\text{HetAr})_2$ 의 라디칼을 통하여 방향족 시스템 C에 결합되는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

각 경우에서 치환체 A는 독립적으로 C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히  $\text{CF}_3$ , Cl, F, Br, SCN 또는 CN으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 전자 받개를 의미하고;

m은 1, 2, 3, 4 및 5로부터 선택되는 정수를 의미하고;

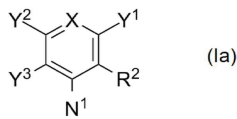
n은 1, 2, 3, 4 및 5로부터 선택되는 정수를 의미하고;

여기에서  $3 \leq m+n \leq 6$ 이고, 특히  $4 \leq m+n \leq 6$ 이고,

그리고 여기에서 치환체 D 및 A는 각각 방향족 시스템 C에 결합된다.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (Ia)의 화합물인 화합물



여기에서

a) 치환체  $Y^{1-3}$  및  $R^2$  중의 단지 하나가 CN이고;

b) X가 C-CN인 경우, 치환체  $Y^{1-3}$  및  $R^2$  중의 어느 것도 CN이 아니고.

c) X가 C-F, C-Cl 또는 C-CN이고,  $Y^1$  및  $Y^2$ 가 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(\text{Ar})_2$ ,  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$ ,  $-N(\text{HetAr})_2$ 의 라디칼을 통하여 결합되는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar이 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr이 독립적으로 헤테로아릴 라디칼인 경우,  $Y^3$ 이 F, Cl, Br 또는 CN이 아니라는 가정 하에 X는 C- $\text{CF}_3$ , C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

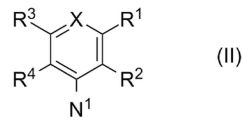
$R^2$ 는 F, Cl, Br, C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히  $\text{CF}_3$ ,  $\text{CCl}_3$ , SCN, CN 또는 H이고;

$N^1$ 은 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

$Y^1$ ,  $Y^2$  및  $Y^3$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 를 통하여 결합된 F, Cl, Br, C1-C12 퍼플루오로알킬,  $CF_3$ ,  $CCl_3$ , SCN, CN, H, 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼;이다.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (II)의 화합물인 화합물



여기에서

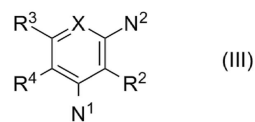
- i. 단지 하나의 치환체  $R^{1-4}$ 가 CN이고;
- ii. X가 C-CN인 경우, 치환체  $R^{1-4}$  중의 어느 것도 CN이 아니라는 가정 하에, X는 C- $CF_3$ , C- $CCl_3$ , C-Cl, C-F, C-SCN, C-CN 또는 N이고;

$N^1$ 은 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

$R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  및  $R^4$ 는 각각 독립적으로 F, Cl, Br,  $CF_3$ , SCN, CN 또는 H이다.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (III)의 화합물인 화합물



여기에서

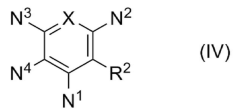
- i. 단지 하나의 치환체  $R^{2,3,4}$ 가 CN이고;
- ii. X가 C-CN인 경우, 치환체  $R^{2,3,4}$  중의 어느 것도 CN이 아니라는 가정 하에, X는 C- $CF_3$ , C-SCN, C- $CCl_3$ , C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

$N^1$  및  $N^2$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

$R^2$ ,  $R^3$  및  $R^4$ 는 각각 독립적으로 F, Cl, Br,  $CCl_3$ , C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히  $CF_3$ , CN 또는 H이다.

**청구항 5**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (IV)의 화합물인 화합물



여기에서

X가 C-CN인 경우, R<sup>2</sup>가 CN이 아니라는 가정 하에,

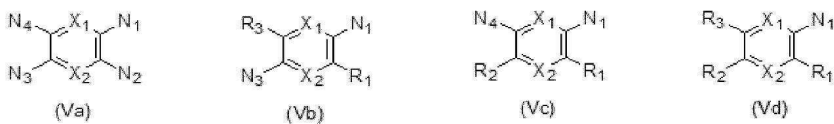
X는 C-CF<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-SCN, C-Cl<sub>3</sub>, C-CN 또는 N이고;

R<sup>2</sup>는 F, Cl, Br, SCN, CF<sub>3</sub>, CN 또는 H이고;

N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>, N<sup>3</sup> 및 N<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (Va) 내지 (Vd)의 화합물인 화합물



여기에서,

(a) 식 (Va)의 화합물에 있어서,

X<sup>1</sup>이 C-CN, C-F 또는 C-Cl인 경우, X<sup>2</sup>가 C-CN이 아니라는 가정 하에,

X<sup>1</sup> 및 X<sup>2</sup>는 작은 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>, N<sup>3</sup> 및 N<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고,

(b) 식 (Vb)의 화합물에 있어서,

X<sup>1</sup> 및 X<sup>2</sup>는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

N<sup>1</sup> 및 N<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

R<sup>1</sup> 및 R<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 H 또는 F이고;

(c) 식 (Vc)의 화합물에 있어서,

X<sup>1</sup> 및 X<sup>2</sup>는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

$N^1$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고,

$R^1$  및  $R^2$ 는 각각 독립적으로 H 또는 F이고;

(d) 식 (Vd)의 화합물에 있어서,

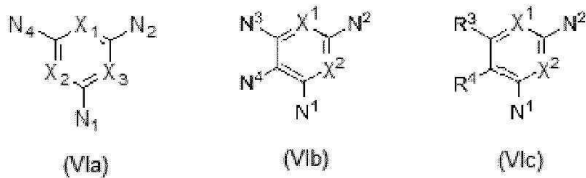
$X^1$  및  $X^2$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

$N^1$ 은 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

$R^1$ ,  $R^2$  및  $R^3$ 은 각각 독립적으로 H 또는 F이다.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 여기에서 화합물이 식 (VIa) 내지 (VIc)의 화합물인 화합물



여기에서,

(a) 식 (VIa)의 화합물에 있어서,

i.  $X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$ 가 동시적으로 C-CN, C-Cl, C-F 또는 N이 아니고;

ii.  $X^1$  및  $X^2$ 가 각각 C-CN인 경우,  $X^3$ 은 C-CF<sub>3</sub> 또는 N이라는 가정 하에,

$X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CCl<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

$N^1$ ,  $N^2$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

b) 식 (VIb)의 화합물에 있어서,

$X^1$  및  $X^2$ 는 각각 N이고;

$N^1$ ,  $N^2$ ,  $N^3$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

c) 식 (VIc)의 화합물에 있어서,

$X^1$ 은 C-CN 또는 N이고;

$X^2$ 는 N이고;

$N^1$  및  $N^2$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된

질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 H 또는 F이다.

**청구항 8**

광전자 소자, 예를 들어 유기 전자발광 소자 (OLED), 유기 집적 회로 (O-IC), 유기 전계-효과 트랜지스터 (O-FET), 유기 박막 트랜지스터 (O-TFT), 유기 발광 트랜지스터 (O-LET), 유기 태양전지 (O-SC), 유기 광검출기, 유기 광수용기, 유기 전계-퀸칭소자 (O-FQD), 발광 전지 (LEC) 또는 유기 레이저 다이오드 (O-laser) 중에서의 제 1 항 내지 제 7 항 중의 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 용도.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 7 항 중의 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 화합물을 포함하는 광전자 소자.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 여기에서 정의된 바와 같은 식 (I)의 화합물과 마찬가지로 광전자 소자 중에서의 이미터 또는 캐리어 재료로서의 이들의 용도를 제공한다.

**배경 기술**

[0002] 전자 소자에서의 사용을 위한 신규한 기능성 화합물의 개발이 현재 집중적인 연구의 대상이다. 여기에서의 목적은 지금까지 전자 소자에서 사용되지 않은 화합물의 개발 및 연구 그리고 소자의 특성의 개선된 프로파일을 가능하게 하는 화합물의 개발이다.

[0003] 본 발명에 따르면, 용어 "광전자 소자(optoelectronic component)"는 그 중에서도 유기 집적 회로 (OICs: organic integrated circuits), 유기 전계-효과 트랜지스터 (OFETs: organic field-effect transistors), 유기 박막 트랜지스터 (OTFTs: organic thin-film transistors), 유기 발광 트랜지스터 (OLETs: organic light-emitting transistors), 유기 태양전지 (OSCs: organic solar cells), 유기 광검출기(organic optical detectors), 유기 광수용기(organic photoreceptors), 유기 전계-퀸칭소자 (OFQDs: organic field-quench devices), 유기 발광 전지 (OLECs: organic light-emitting electrochemical cells), 유기 레이저 다이오드 (O-laser: organic laser diodes) 및 유기 전자발광 소자 (OLEDs: organic electroluminescent devices)를 의미하는 것으로 이해된다.

[0004] 여기에서 기술되는 화합물이 바람직하게는 기능성 재료로서 사용될 수 있는 유기 전자발광 소자 (OLEDs)의 구축은 당해 기술분야에서 숙련된 자에게는 공지되어 있고 그 중에서도 특허 공보 US 4539507, US 5151629, EP 0676461 및 WO 1998/27136에 기술되어 있다.

[0005] OLED의 성능 데이터와 관련하여, 특히 광대역의 상용적인 용도와 관련하여, 추가의 개선이 여전히 요구된다. 이와 관련하여 OLED의 수명, 효율 및 작동 전압 그리고 색가(color values)를 달성하는 것이 특히 중요하다. 특히 청색-발광 OLED의 경우, 소자의 수명과 관련하여 개선의 여지가 존재한다. 게다가, 전자 소자에서 기능성 재료로서 사용하기 위한 화합물이 높은 열안정성 및 높은 유리전이온도를 갖고 분해됨이 없이 승화가능할 것이 바람직하다. OLED의 성능 데이터와 관련하여, 특히 광대역의 상용적인 용도와 관련하여, 추가의 개선이 여전히 요구된다. 이와 관련하여 OLED의 수명, 효율 및 작동 전압 그리고 색가(color values) 및 연색지수(color rendering index)를 달성하는 것이 특히 중요하다.

[0006] 특히 산업에 있어서, 장-수명의, 효율적인 것에 더하여 또한 저렴하게 생산가능한 OLED 용의 청색 이미터에 대한 긴급한 요구가 존재하고 있다.

[0007] 정공과 전자의 재결합의 과정에서 이미터층 내에서 형성되는 여기자(excitons)는 단일항과 삼중항 사이에서 1:3의 비율로 분할된다. 유기금속 착화합물 구조의 사용은 달리는 삼중항 여기자(triplet excitons)가 비-방사 퀸칭 과정을 통한 전자발광형광이 소실되는 것으로부터 이점을 갖는다. 특히 선행 기술에 따라 종종 카르바졸 유도체, 예를 들어 비스(카르바졸릴)비페닐 및 또한 케톤 (WO 2004/093207), 포스파인 옥사이드, 설펜 (WO

2005/003253), 트리아지닐스피로비플루오렌 등과 같은 트리아진 (WO 2005/053055 및 WO 2010/05306)을 포함하는, 이리듐 또는 다른 귀금속으로 도핑된 매트릭스 재료가 인광 이미터(phosphorescent emitters)로서의 용도를 발견하고; 게다가 금속 착화합물, 예를 들어 비스(2-메틸-8-퀴놀리노올레이토-N1,08)-(1,1'-비페닐-4-올레이토)알루미늄 (BAIq) 또는 비스[2-(2-벤조티아졸)-페놀레이트]징크(II)가 또한 사용된다.

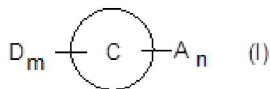
[0008] 이미터층 중에서의 전자와 정공의 재결합 과정에서의 회전 제한(spin restriction)으로 인하여, 그에 따라 형광 이미터에서 단지 전기 에너지의 최대 25%만이 광으로 변환되는 것이 가능하다. 삼중항 상태가 높은 에너지에 존재하고 따라서 단일항 상태에 근접하는 재료에서, 역계간전이(RISC: *reverse intersystem crossing*)가 가능하다. 이는 삼중항 여기자를 열적으로 단일항 상태로 상승시키고, 이는 단일항 수확(*singlet harvesting*)으로 언급된다. 따라서, 효과적으로 여기된 상태 중에 저장된 에너지의 100% 까지를 형광 전자발광의 형태로 방출 되도록 하는 것이 이론적으로 가능하다. 최고준위 점유 분자 궤도 (HOMO: highest occupied molecular orbital) 및 최저준위 비점유 분자 궤도 (LUMO: lowest unoccupied molecular orbital)가 약간 중첩되는 주개(donor) 및 받개(acceptor) 구조로 이루어지는 유기 분자가 귀금속-도핑 유기 매트릭스 재료에 대한 효율적이고 저렴한 대안이 된다. 특히, 이와 관련하여, 집중적이고, 열적으로 활성화된 지연 형광의 덕분으로, p-전자-풍부 질소-함유 헤테로고리로 치환된 p-전자-결핍 고리에 의하여 해결책이 제공될 수 있다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 맥락에서, 놀랍게도 식 (I)의 화합물이 광전자 소자에서, 특히 이미터 또는 매트릭스 재료로서 사용하기에 뛰어나게 적합하다는 것이 발견되었다. 식 (I)의 화합물은 그의 높은-에너지 삼중항 상태로 유명하고, 그의 결과로서 이러한 삼중항 상태를 통하여 식 (I)의 화합물의 최저 여기 단일항 상태가 열적으로 분포(populated)될 수 있고, 따라서 에너지 변환에서의 효율이 이론적으로 100% 까지의 값에 도달할 수 있다.

[0010] 따라서 본 발명의 제1 구체에는 일반식 (I)의 화합물이고



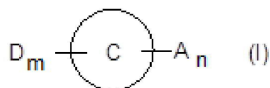
- [0011]
- [0012] 여기에서
- [0013] 하나 이하의 치환체 A가 CN을 의미한다는 가정 하에
- [0014] C는 벤젠, 피리딘, 피리미딘, 피리다진, 트리아진 및 피라진으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 방향족 또는 헤테로방향족의, 질소-함유 6-원 탄소고리를 의미하고;
- [0015] 각 경우에서 치환체 D는 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 방향족 시스템(aromatic system) C에 결합되는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;
- [0016] 각 경우에서 치환체 A는 독립적으로 C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히 CF<sub>3</sub>, CCl<sub>3</sub>, Cl, F, Br, SCN 또는 CN으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 전자 받개를 의미하고;
- [0017] m은 1, 2, 3, 4 및 5로부터 선택되는 정수를 의미하고;
- [0018] n은 1, 2, 3, 4 및 5로부터 선택되는 정수를 의미하고;
- [0019] 여기에서 3 ≤ m+n ≤ 6이고, 특히 4 ≤ m+n ≤ 6이고,
- [0020] 그리고 여기에서 치환체 D 및 A는 각각 방향족 시스템 C에 결합된다.
- [0021] 본 발명의 추가의 구체에는 여기에서 기술되는 화합물들 중의 적어도 하나의 광전자 소자, 예를 들어 유기 전자 발광 소자 (OLED), 유기 집적 회로 (O-IC), 유기 전계-효과 트랜지스터 (O-FET), 유기 박막 트랜지스터 (O-TFT), 유기 발광 트랜지스터 (O-LET), 유기 태양전지 (O-SC), 유기 광검출기, 유기 광수용기, 유기 전계-퀀칭소자 (O-FQD), 발광 전지 (LEC) 또는 유기 레이저 다이오드 (O-laser)에서의 용도이다.

[0022] 마지막으로, 본 발명은 또한 여기에서 기술되는 화합물들 중의 적어도 하나를 포함하는 상기 언급된 것 등과 같은 광전자 소자에 관한 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 여기에서 사용되는 바와 같은 "적어도 하나(at least one)"는 1 이상, 즉 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 그 이상을 의미한다. 따라서 "적어도 하나의 치환체(at least one substituent)"는, 예를 들어, 적어도 한 종류의 치환체를 의미하며, 이는 한 종류의 치환체 또는 여러 서로 다른 치환체들의 혼합물을 의미할 수 있다.

[0024] 본 발명의 화합물은 일반 구조식 (I)의 화합물이다.



[0025] 이 식에서, 치환체 D는 질소-함유, 전자-풍부, 단환- 또는 다환 헤테로아릴 고리 또는 디아릴- 또는 디헤테로아릴아민이고 치환체 A는 특정한 배치의 전자 받게이다. 치환체 D 및 A는 방향족 또는 N-헤테로방향족 6-원 탄소 고리 C에 결합된다. 첨자 m 및 n은 각각 1, 2, 3, 4 또는 5로부터 선택되는 정수를 의미하고, 여기에서 m+n은 방향족 시스템 C 중의 치환가능한 탄소 원자에 따라 6 이하이나, 3 이상, 즉  $3 \leq m+n \leq 6$ 이다. 치환체 D 및 A 그리고 방향족 시스템 C가 이하에서 상세하게 기술된다.

[0027] 따라서, 각 경우에서 치환체 A는 독립적으로 C1-C12 퍼플루오로알킬, 바람직하게는 CF<sub>3</sub>, Cl, F, Br, SCN 또는 CN이다. 각 경우에서 치환체 D는 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 방향족 시스템 C에 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다. C는 대응하여 치환된 벤젠, 피리딘, 피리미딘, 피리다진, 트리아진 또는 피라진 고리를 의미한다.

[0028] 첨자 m 및 n은 서로에 대하여 의존적이고 각각 1, 2, 3, 4 및 5로부터 선택되는 정수를 의미한다. m 및 n 전체 합계는 6 이하이나, 3 이상, 즉  $3 \leq m+n \leq 6$ 이다. 예를 들어, C가 벤젠 고리를 의미하는 경우, 방향족 시스템 중의 6개 위치들 전체가 임의의 조합으로의 치환체 D 및 A로 점유될 수 있고, 여기에서 D 및 A는 각각 적어도 한번 표시된다. 예를 들어, C가 피리미딘 고리를 의미하는 경우, 방향족 시스템 중의 4개 위치들 전체가 임의의 조합으로의 치환체 D 및 A로 점유되는 것이 가능하고, 여기에서 D 및 A는 각각 적어도 한번 표시된다. 여러 구체예에 있어서,  $4 \leq m+n \leq 6$ 이거나  $4 \leq m+n \leq 5$ 이거나  $5 \leq m+n \leq 6$ 이거나  $3 \leq m+n \leq 4$ 이고, 특히  $4 \leq m+n \leq 6$ 이다.

[0029] 식 (I)의 화합물에 관해서는, 방향족 시스템 C 중의 단 하나의 치환체 A가 CN이라는 추가의 가정이 존재한다.

[0030] 여기에서 달리 정의되지 않는 한, 본 발명의 맥락에서 아릴기는 6 내지 60개의 방향족 고리를 포함하고 본 발명의 맥락에서 헤테로아릴기는 그 중의 적어도 하나가 헤테로원자인 5 내지 60개의 방향족 고리를 포함한다.

[0031] 게다가, 본 발명의 맥락에서 아릴기 또는 헤테로아릴기는 단환 방향족기, 예를 들어 페닐 또는 단환 헤테로방향족기, 예를 들어 피리디닐, 피리미디닐 또는 티에닐 또는 축합(어닐링된(annelated), 다환의) 방향족 또는 헤테로방향족 다환기, 예를 들어 나프탈레닐, 페난트레닐 또는 카르바졸릴을 의미하는 것으로 이해된다. 본원의 맥락에서, 축합(어닐링된, 다환의) 방향족 또는 헤테로방향족 다환은 서로 축합 2 또는 그 이상의 단순(단환) 방향족 또는 헤테로방향족 고리로 이루어진다.

[0032] 본 발명의 맥락에서 질소-함유 헤테로아릴(HetAr)은 적어도 하나의 질소 원자 및 선택적으로 바람직하게는 S 및 O로부터 선택되는 추가의 헤테로원자를 포함하는 방향족 고리계를 의미한다. 질소-함유 헤테로아릴은 전자-풍부 치환체 D로서 적어도 하나의 질소 원자를 통하여 일반 구조식 (I) 중의 방향족 시스템 C에 부착된다. 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이 치환될 수 있고, 여기에서 치환체는, 예를 들어, 할로젠, 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된, 분지된 또는 환식 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 알케닐 또는 알킬닐기로부터 선택되고, 여기에서 앞서 언급된 기는 각각 Si, O, S, Se, N 및 P로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함할 수 있다. 질소-함유 헤테로아릴 라디칼에 대한 바람직한 치환체는 치환 또는 미치환된 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, c-프로필, n-부틸, 2차-부틸, 이소부틸 및 3차-부틸기 및

이들의 대응하는 알콕시 및 티오알킬 등가물이다. 질소-함유 헤테로아릴 라디칼의 앞서 언급된 치환체들이 차례로 치환되는 경우, 그의 치환체들은 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 환식 또는 분지된 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 알케닐 또는 알키닐기, 카르복실, 하이드록실, 티올, 아미노, 히드라진 또는 니트로기, 하기 정의된 바와 같은 아릴 또는 헤테로아릴기 및 할로겐, 특히 불소 및 유사할로겐(pseudohalogens) (-CN, -N<sub>3</sub>, -OCN, -NCO, -CNO, -SCN, -NCS, -SeCN)으로부터 선택된다.

[0033] 본 발명의 맥락에서, 추가의 라디칼로 치환될 수 있는 질소-함유 헤테로아릴은 특히 피롤릴, 인돌릴, 이소인돌릴, 카르바졸릴, 피리디닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 아크리디닐, 페난트리디닐, 벤조-5,6-퀴놀리닐, 벤조-6,7-퀴놀리닐, 벤조-7,8-퀴놀리닐, 페노티아지닐, 페녹사지닐, 피라졸릴, 인다졸릴, 이미다졸릴, 벤즈이미다졸릴, 나프티이미다졸릴, 페난트라이미다졸릴, 피리드이미다졸릴, 피라진이미다졸릴, 퀴녹살린이미다졸릴, 옥사졸릴, 벤즈옥사졸릴, 나프티옥사졸릴, 안트록사졸릴, 페난트록사졸릴, 이속사졸릴, 1,2-티아졸릴, 1,3-티아졸릴, 벤조티아졸릴, 피리다지닐, 벤조피리다지닐, 피리미디닐, 벤즈피리미디닐, 퀴녹살리닐, 피라지닐, 페나지닐, 나프티리디닐, 카르바졸릴, 벤조카르볼리닐, 페난트롤리닐, 퓨리닐, 프테리디닐 및 인돌리지닐로부터 선택되거나 파생되는 기를 의미하는 것으로 이해된다.

[0034] 본 발명의 맥락에서, 식 -N(Ar)<sub>2</sub>는 질소 원자를 통하여 일반식 (I) 중의 방향족 시스템 C에 결합되고, 2개의 방향족 치환체 (Ar)를 포함하는 디아릴아민을 의미한다. 2개의 아릴 치환체는 동일하거나 서로 다를 수 있다. 여러 구체예에 있어서, 이들은 하기 특정된 방향족기로부터 선택된다. 헤테로아릴 라디칼과는 대조적으로, 디아릴아민 라디칼 -N(Ar)<sub>2</sub>의 2개의 방향족 치환체 Ar은 그들 방향족 고리 구조 중에 어떠한 헤테로원자도 포함하지 않는다. 그러나, 치환체들이 바람직하게는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼과 관련하여 상기 기술된 치환체들로부터 선택되는 경우, 이들은 치환될 수 있다.

[0035] 본 발명의 맥락에서, 각 경우에서 추가로 라디칼로 치환될 수 있는 아릴기 (Ar)는 특히 페닐, 나프틸, 안트라세닐, 페난트레닐, 플루오레닐, 피레닐, 디하이드로피레닐, 크리세닐, 페릴레닐, 플루오르안테닐, 벤즈안트라세닐, 벤즈페난트레닐, 테트라세닐, 펜타세닐 및 벤즈피레닐로 이루어지는 군으로부터 선택되는 기를 의미하는 것으로 이해되고, 여기에서 상기 언급된 기는 각각 치환 또는 미치환될 수 있다. 이들이 치환되는 경우, 치환체는 바람직하게는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼과 관련하여 상기 기술된 치환체들로부터 선택된다. 게다가, 본 발명의 맥락에서 아릴기는 이들 치환체들을 통하여 서로 가교될 수 있다. 대응하는 가교된 디아릴아민의 예는 이미노디벤질 (10,11-디하이드로벤즈아제핀) 또는 9H-아크리딘이나, 이들은 페녹사진 및 페노티아진을 포함하는 것으로 이해될 수 있다

[0036] 본 발명의 맥락에서, 식 -N(HetAr)(Ar)은 아릴기 및 헤테로아릴기로 치환되고 질소 원자를 통하여 일반식 (I) 중의 방향족 시스템 C에 결합된 아민을 의미한다. 아릴기는 상기 정의된 바와 같다. 헤테로아릴기는 바람직하게는 N, S 및 O로부터 선택되는 적어도 하나의 헤테로원자를 포함하고, 여기에서 치환체는 바람직하게는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼과 관련하여 상기 기술된 치환체들로부터 선택되는 방향족 고리 시스템을 의미한다.

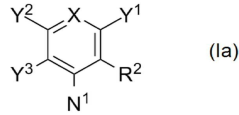
[0037] 유사하게, 식 -N(HetAr)<sub>2</sub>는 2개의 헤테로아릴 치환체를 포함하고 질소 원자를 통하여 일반 구조식 (I) 중의 방향족 시스템 C에 결합되는 아민을 의미한다. 헤테로아릴기는 동일하거나 서로 다를 수 있고 상기 정의된 바와 같다. 특히, 치환체들이 바람직하게는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼과 관련하여 상기 기술된 치환체들로부터 선택되는 경우, 이들은 또한 치환될 수 있다.

[0038] 본 발명의 맥락에서, 각 경우에서 추가로 라디칼로 치환될 수 있고 임의의 소정의 위치를 통하여 방향족 시스템에 결합될 수 있는 헤테로아릴기 (HetAr)는 특히 퓨라닐, 디퓨라닐, 터퓨라닐, 벤조퓨라닐, 이소벤조퓨라닐, 디벤조퓨라닐, 티에닐, 디티에닐, 터티에닐, 벤조티에닐, 이소벤조티에닐, 벤조디티에닐, 벤조트리티에닐, 피롤릴, 인돌릴, 이소인돌릴, 카르바졸릴, 피리디닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 아크리디닐, 페난트리디닐, 벤조-5,6-퀴놀리닐, 벤조-6,7-퀴놀리닐, 벤조-7,8-퀴놀리닐, 페노티아지닐, 페녹사지닐, 피라졸릴, 인다졸릴, 이미다졸릴, 벤즈이미다졸릴, 나프티이미다졸릴, 페난트라이미다졸릴, 피리드이미다졸릴, 피라진이미다졸릴, 퀴녹살린이미다졸릴, 옥사졸릴, 벤즈옥사졸릴, 나프티옥사졸릴, 안트록사졸릴, 페난트록사졸릴, 이속사졸릴, 1,2-티아졸릴, 1,3-티아졸릴, 벤조티아졸릴, 피리다지닐, 벤조피리다지닐, 피리미디닐, 벤즈피리미디닐, 퀴녹살리닐, 피라지닐, 페나지닐, 나프티리디닐, 카르바졸릴, 벤조카르볼리닐, 페난트롤리닐, 페녹사진, 페노티아진, 이미노스틸벤, 퓨리닐, 프테리디닐 및 인돌리지닐 그리고 또한 상기의 서로와의 및/또는 아릴기와의 축합 시스템, 예를 들어 나프틸, 안트라세닐, 페난트레닐, 플루오레닐, 피레닐, 디하이드로피레닐, 크리세닐, 페릴레닐, 플루오르

안테닐, 벤즈안트라세닐, 벤즈페난트레닐, 테트라세닐, 펜타세닐 및 벤즈피레닐로 이루어지는 군으로부터 선택되는 기를 의미하는 것으로 이해되고, 여기에서 상기 언급된 기들은 각각 치환 또는 미치환될 수 있다. 이들이 치환되는 경우, 치환체는 바람직하게는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼과 관련하여 상기 기술된 치환체로부터 선택된다. 게다가, 본 발명의 맥락에서 헤테로아릴기는 또한 이들의 치환체를 통하여 서로 가교될 수 있다.

[0039] 여러 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 식 (Ia) 내지 (VIc) 중의 하나의 화합물이다.

[0040] 여러 바람직한 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (Ia)의 화합물



[0041]

[0042] 여기에서

[0043] a) 치환체  $Y^{1-3}$  및  $R^2$  중의 단지가 CN이고;

[0044] b) X가 C-CN인 경우, 치환체  $Y^{1-3}$  및  $R^2$  중의 어느 것도 CNX이 아니고,

[0045] c) X가 C-F, C-Cl 또는 C-CN이고,  $Y^1$  및  $Y^2$ 가 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합되는 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar이 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr이 독립적으로 헤테로아릴 라디칼인 경우,  $Y^3$ 이 F, Cl, Br 또는 CN이 아니라는 가정 하에

[0046] X는 C-CF<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N이고;

[0047]  $R^2$ 는 F, Cl, Br, C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히 CF<sub>3</sub>, CN 또는 H이고;

[0048]  $N^1$ 은 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;

[0049]  $Y^1$ ,  $Y^2$  및  $Y^3$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 를 통하여 결합된 C1-C12 퍼플루오로알킬, 특히 CF<sub>3</sub>, CCl<sub>3</sub>, F, Cl, Br, SCN, CN, H, 질소-함유 헤테로아릴 라디칼이고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼;이다.

[0050] 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물은 X가 C-CN인 경우,  $N^1$ 은 질소 원자를 통하여 결합된 카르바졸이고  $Y^1$ ,  $Y^2$  및  $Y^3$ 은 각각 질소 원자를 통하여 결합된 카르바졸이고,  $R^2$ 는 F이 아닌 화합물로 제한된다.

[0051] 식 (Ia)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 ( $N^1$ )은 피롤릴, 인돌릴, 이소인돌릴, 카르바졸릴, 피페리디닐, 테트라하이드로퀴놀리닐, 피롤리디닐, 테트라하이드로이소퀴놀리닐, 아크리디닐, 페난트리디닐, 벤조-5,6-퀴놀리닐, 벤조몰포리닐, 벤조티오몰포리닐, 벤조-6,7-퀴놀리닐, 벤조-7,8-퀴놀리닐, 페노티아지닐, 페녹사지닐, 피라졸릴, 인다졸릴, 이미다졸릴, 벤즈이미다졸릴, 나프트이미다졸릴, 페난트르이미다졸릴, 피리드이미다졸릴, 피라진이미다졸릴, 퀴놀살린이미다졸릴, 벤조피리다지닐, 벤즈피리미디닐, 퀴놀살리닐, 피라지닐, 페나지닐, 나프트리디닐, 카르바졸릴, 벤조카르볼리닐, 퓨리닐, 프테리디닐 또는 인돌리지닐이다. 여기에서 인돌릴, 이소인돌릴, 카르바졸릴, 피리디닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 아크리디닐 및 페난트리디닐이 특히 선호된다. 상기 언급된 것들은 치환 또는 미치환될 수 있고, 여기에서 상기 언급된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼의 치환체는, 예를 들어, 수소, 할로젠, 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된, 분지된 또는 환식 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 알케닐 또는 알킬닐기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 치환체이고, 여기에서 상기 언급된 기는 각각 Si, O, S, Se, N 및 P로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함할 수 있다. 질소-함유 헤테로아릴 라디칼의 상기 언급된 치환체가 차례로 치환되는 것을 가정하면, 그의 치환체는 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 환식 또는 분지된 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖

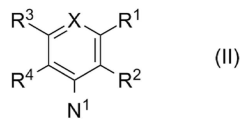
는 알케닐 또는 알킬닐기, 하이드록실, 티올, 아미노, 히드라진, 니트로 또는 니트릴기, 이미 정의된 바와 같은 미치환 아릴 또는 헤테로아릴기 및 할로겐으로부터 선택된다. 질소-함유 헤테로아릴 라디칼의 바람직한 치환체는 수소, 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, c-프로필, n-부틸, 2차-부틸, 이소부틸 및 3차-부틸기 및 그의 대응하는 알콕시 및 티오알킬 등가물이다. 상기 언급된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼은 추가로 하나 이상의 아릴 라디칼(들)에 또는 하나 이상의 헤테로아릴 라디칼(들)에 축합될 수 있다. 이러한 축합 시스템의 바람직한 예들은 디벤즈아제핀 및 2,3-인돌로카르바졸이다. 이러한 축합 아릴 (헤테로아릴) 시스템이 차례로 치환 또는 미치환되는 것 또한 가능하다. 바람직한 치환체는 상기 정의된 바와 같다. 이러한 치환된, 축합 시스템의 바람직한 예는 2,3-(1-메틸인돌로)카르바졸이다.

[0052] 식 (Ia)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식  $-N(Ar)_2$  및  $-N(HetAr)(Ar)$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼은 독립적으로 바람직하게는 치환 또는 미치환된 페닐, 나프틸, 안트라세닐, 페난트레닐, 플루오레닐, 피레닐, 디하이드로피레닐, 크리세닐, 페릴레닐, 플루오르안테닐, 벤즈안트라세닐, 벤즈페난트레닐, 테트라세닐, 펜타세닐 및 벤즈피레닐이다. 상기 언급된 아릴 라디칼의 치환체는, 예를 들어, 할로겐, 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된, 분지된 또는 환식 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 알케닐 또는 알킬닐기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 치환체이고, 여기에서 상기 언급된 기는 각각 Si, O, S, Se, N 및 P로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함할 수 있다. 아릴 라디칼의 상기 언급된 치환체가 차례로 치환되는 것을 가정하면, 그의 치환체는 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 환식 또는 분지된 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 알케닐 또는 알킬닐기, 하이드록실, 티올, 아미노, 히드라진, 니트로 또는 니트릴기, 이미 정의된 바와 같은 미치환 아릴 또는 헤테로아릴기 및 할로겐으로부터 선택된다. 식  $-N(Ar)_2$  및  $-N(HetAr)(Ar)$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 대한 바람직한 치환체는 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, c-프로필, n-부틸, 2차-부틸, 이소부틸 및 3차-부틸기 및 그의 대응하는 알콕시 및 티오알킬 등가물이다. 상기 언급된 아릴 라디칼은 추가로 상기 언급된 아릴 라디칼의 하나 이상의 아릴 라디칼(들)에 또는 하나 이상의 헤테로아릴 라디칼(들)에 축합될 수 있다. 이러한 축합 아릴 (헤테로아릴) 시스템이 차례로 치환 또는 미치환되는 것 또한 가능하다. 바람직한 치환체는 상기 정의된 바와 같다. 식  $-N(Ar)_2$  및  $-N(HetAr)(Ar)$  중의 상기 언급된 아릴 라디칼은 또한 그들 개개 치환체를 통하여 서로에 또는 헤테로아릴에 가교될 수 있다. 이러한 가교된 디아릴아민의 바람직한 예는 9H-아크리딘 및 10,11-디하이드로벤즈아제핀이다. 식  $-N(Ar)_2$ 의 가교된 디아릴아민 또는 식  $-N(HetAr)(Ar)$ 의 아릴-헤테로아릴아민은 또한 치환 또는 미치환될 수 있고, 바람직하게는 상기 정의된 바와 같은 치환체일 수 있다. 치환된 가교된 디아릴아민의 일부 바람직한 예는 9,9-디메틸아크리딘, 9,9-디하이드로아크리딘, 카르바졸, 이미노디벤질, 페녹사진, 페노티아진, 이미노스틸벤 (디벤즈아제핀), 아릴인돌린, 아릴벤조몰포린, 아릴벤조티오몰포린 또는 아릴테트라하이드로퀴놀린이다.

[0053] 식 (Ia)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식  $-N(HetAr)(Ar)$  및  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼 중에서의 헤테로아릴 라디칼은 독립적으로 바람직하게는 치환 또는 미치환된 퓨라닐, 디퓨라닐, 터퓨라닐, 벤조퓨라닐, 이소벤조퓨라닐, 디벤조퓨라닐, 티에닐, 디티에닐, 터티에닐, 벤조티에닐, 이소벤조티에닐, 벤조디티에닐, 벤조트리티에닐, 피롤릴, 인돌릴, 이소인돌릴, 카르바졸릴, 피리디닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 아크리디닐, 페난트리디닐, 벤조-5,6-퀴놀리닐, 벤조-6,7-퀴놀리닐, 벤조-7,8-퀴놀리닐, 페노티아지닐, 페녹사지닐, 피라졸릴, 인다졸릴, 이미다졸릴, 벤즈이미다졸릴, 나프트이미다졸릴, 페난트르이미다졸릴, 피리드이미다졸릴, 피라진이미다졸릴, 퀴놀살린이미다졸릴, 옥사졸릴, 벤즈옥사졸릴, 나프트옥사졸릴, 안트록사졸릴, 페난트록사졸릴, 이속사졸릴, 1,2-티아졸릴, 1,3-티아졸릴, 벤조티아졸릴, 피리다지닐, 벤조피리다지닐, 피리미디닐, 벤즈피리미디닐, 퀴놀살리닐, 피라지닐, 페나지닐, 나프티리디닐, 카르바졸릴, 벤조카르볼리닐, 페난트롤리닐, 1,2,3-트리아졸릴, 1,2,4-트리아졸릴, 벤조트리아졸릴, 1,2,3-옥사디아졸릴, 1,2,4-옥사디아졸릴, 1,2,5-옥사디아졸릴, 1,3,4-옥사디아졸릴, 1,2,3-티아디아졸릴, 1,2,4-티아디아졸릴, 1,2,5-티아디아졸릴, 1,3,4-티아디아졸릴, 1,3,5-트리아지닐, 1,2,4-트리아지닐, 1,2,3-트리아지닐, 테트라졸릴, 1,2,4,5-테트라지닐, 1,2,3,4-테트라지닐, 1,2,3,5-테트라지닐, 퓨리닐, 프테리디닐, 인돌리지닐 및 벤조티아디아졸릴이다. 상기 언급된 헤테로아릴 라디칼의 치환체는, 예를 들어, 할로겐, 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된, 분지된 또는 환식 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기 또는 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 미치환된 알케닐 또는 알킬닐기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 치환체이고, 여기에서 상기 언급된 기는 각각 Si, O, S, Se, N 및 P로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함할 수 있다. 헤테로아릴 라디칼의 상기 언급된 치환체가 차례로 치환되는 것을 가정하면, 그의 치환체

는 1 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 직쇄 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 3 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 환식 또는 분지된 알킬, 알콕시 또는 티오알킬기, 2 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 알케닐 또는 알키닐기, 하이드록실, 티올, 아미노, 히드라진, 니트로 또는 니트릴기, 이미 정의된 바와 같은 미치환된 아릴 또는 헤테로아릴기 및 할로겐으로부터 선택된다. 식  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$  및  $-N(\text{HetAr})_2$ 의 라디칼 중의 헤테로아릴 라디칼의 바람직한 치환체는 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, *c*-프로필, *n*-부틸, 2차-부틸, 이소부틸 및 3차-부틸기 및 이들의 대응하는 알콕시 및 티오알킬 등가물이다. 상기 언급된 헤테로아릴 라디칼은 추가로 상기 언급된 헤테로아릴 라디칼의 하나 이상의 헤테로아릴 라디칼(들)에 또는 하나 이상의 아릴 라디칼(들)에 축합될 수 있다. 이러한 축합 아릴 (헤테로아릴) 시스템이 차례로 치환 또는 미치환되는 것 또한 가능하다. 식  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$  및  $-N(\text{HetAr})_2$  중의 상기 언급된 헤테로아릴 라디칼은 또한 이들 개개 치환체를 통하여 서로에 또는 아릴에 가교될 수 있다. 이들 식  $-N(\text{Ar})_2$ 의 가교된 디아릴아민 또는 식  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$ 의 아릴-헤테로아릴아민은 또한 치환 또는 미치환될 수 있고, 여기에서 바람직한 치환체는 상기 정의된 바와 같다.

[0054] 추가의 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 식 (II)의 화합물이다:



[0055]

[0056] 식 (II)의 화합물에 있어서, 단지 하나의 치환체  $R^{1-4}$ 가 CN이고, X가 C-CN인 경우, 치환체  $R^{1-4}$  중의 어느 것도 CN이 아니라는 가정 하에, X는 C-CF<sub>3</sub>, C-CCl<sub>3</sub>, C-Cl, C-SCN 또는 C-CN이고; N<sup>1</sup>은 질소 원자 또는 식  $-N(\text{Ar})_2$ ,  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$ ,  $-N(\text{HetAr})_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고; R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 F, Cl, Br, CF<sub>3</sub>, SCN, CN 또는 H를 의미한다.

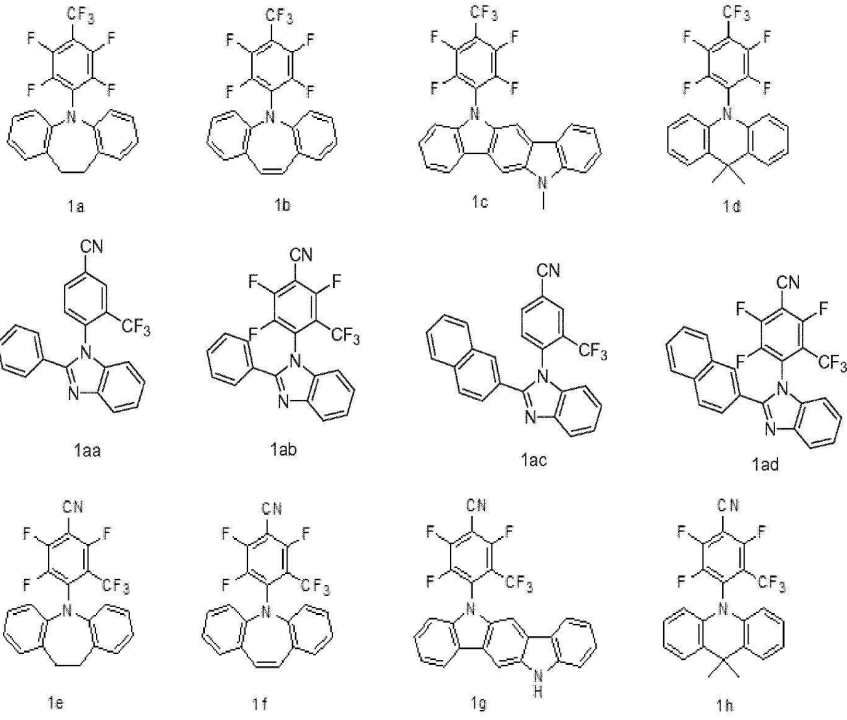
[0057] 식 (II)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 바람직한 선택 기준이 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 (N<sup>1</sup>)에 적용가능하다.

[0058] 식 (II)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 게다가, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 선택 기준이 식  $-N(\text{Ar})_2$  및  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 그리고 식  $-N(\text{HetAr})(\text{Ar})$  및  $-N(\text{HetAr})_2$ 의 라디칼 중의 헤테로아릴 라디칼에 적용가능하다.

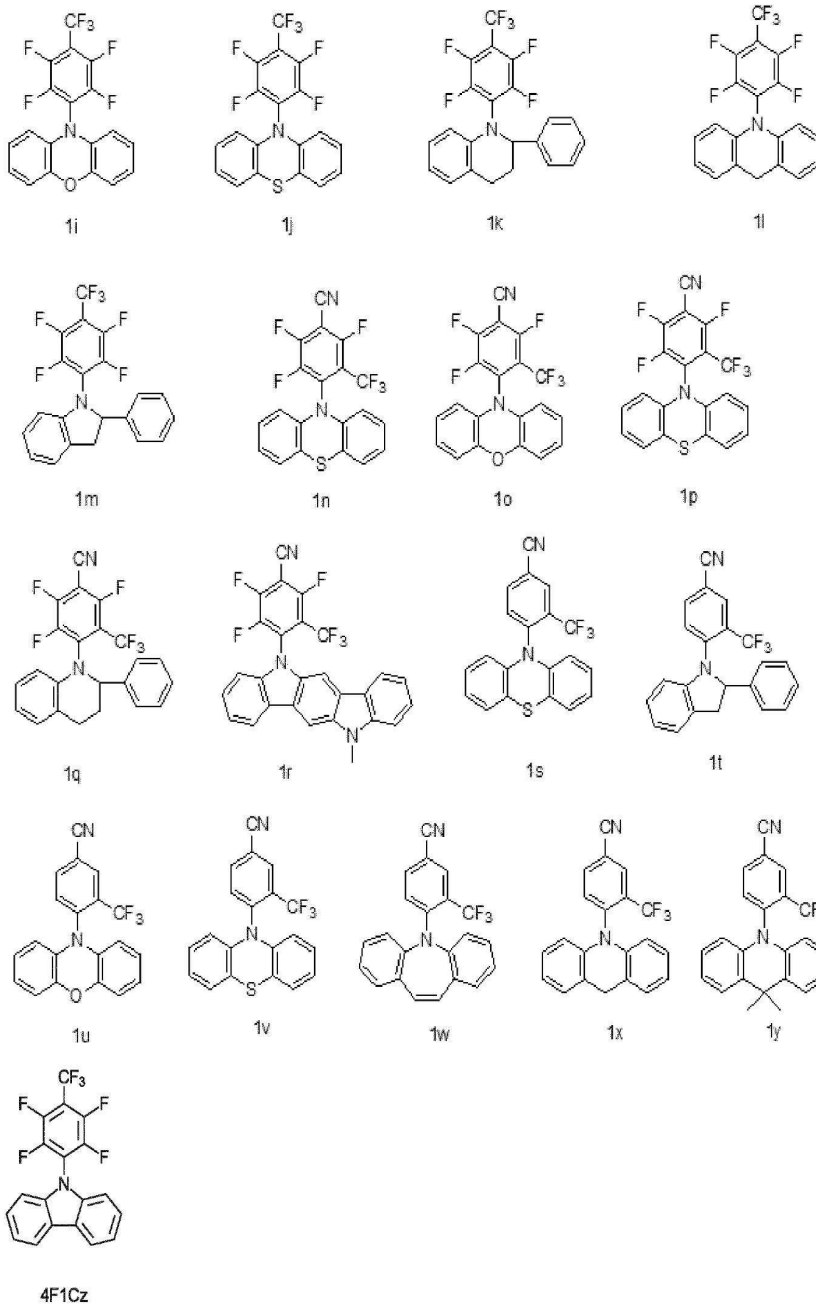
[0059] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의가 식 (II)의 화합물의 치환체에 적용된다:

[0060] 치환체 X는 바람직하게는 C-CF<sub>3</sub> 또는 C-CN을 의미하고; 치환체 N<sup>1</sup>은 바람직하게는 치환 또는 미치환된 페녹사진, 페노티아진, 인돌, 벤즈이미다졸, 퀴놀린, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 페녹사진, 페노티아진, 2-페닐인돌린, 2-페닐벤즈이미다졸, 2-나프틸벤즈이미다졸, 2-페닐-1,2,3,4-테트라하이드로퀴놀린, 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀-, 2,3-인돌로카르바졸, 2,3-(1-메틸인돌로)카르바졸, 9H-아크리딘 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (II)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 주 탄소 고리 중의 질소 원자를 통하여 식 (II)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체 R<sup>2</sup>는 바람직하게는 CF<sub>3</sub> 또는 F를 의미하고; 치환체 R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 바람직하게는 F 또는 H를 의미한다.

[0061] 일반식 (II)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 1a 내지 1y 및 4F1Cz이다:



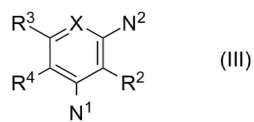
[0062]



[0063]

[0064]

본 발명의 하나의 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (III)의 화합물이다:



[0065]

[0066]

일반식 (III)의 화합물에 있어서, 단지 하나의 치환체  $\text{R}^{2,3,4}$ 가 CN이고, X가 C-CN인 경우, 치환체  $\text{R}^{2,3,4}$  중의 어느 것도 CN이 아니라는 가정 하에, X는 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-CCl<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N을 의미하고;  $\text{N}^1$  및  $\text{N}^2$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)-<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>,의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;  $\text{R}^2$ ,  $\text{R}^3$  및  $\text{R}^4$ 는 각각 독립적으로 F, Cl, Br, C1-C12 퍼플루오로알킬, CF<sub>3</sub>, SCN, CN 또는 H를 의미한다.

[0067]

식 (III)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 바람직한 선

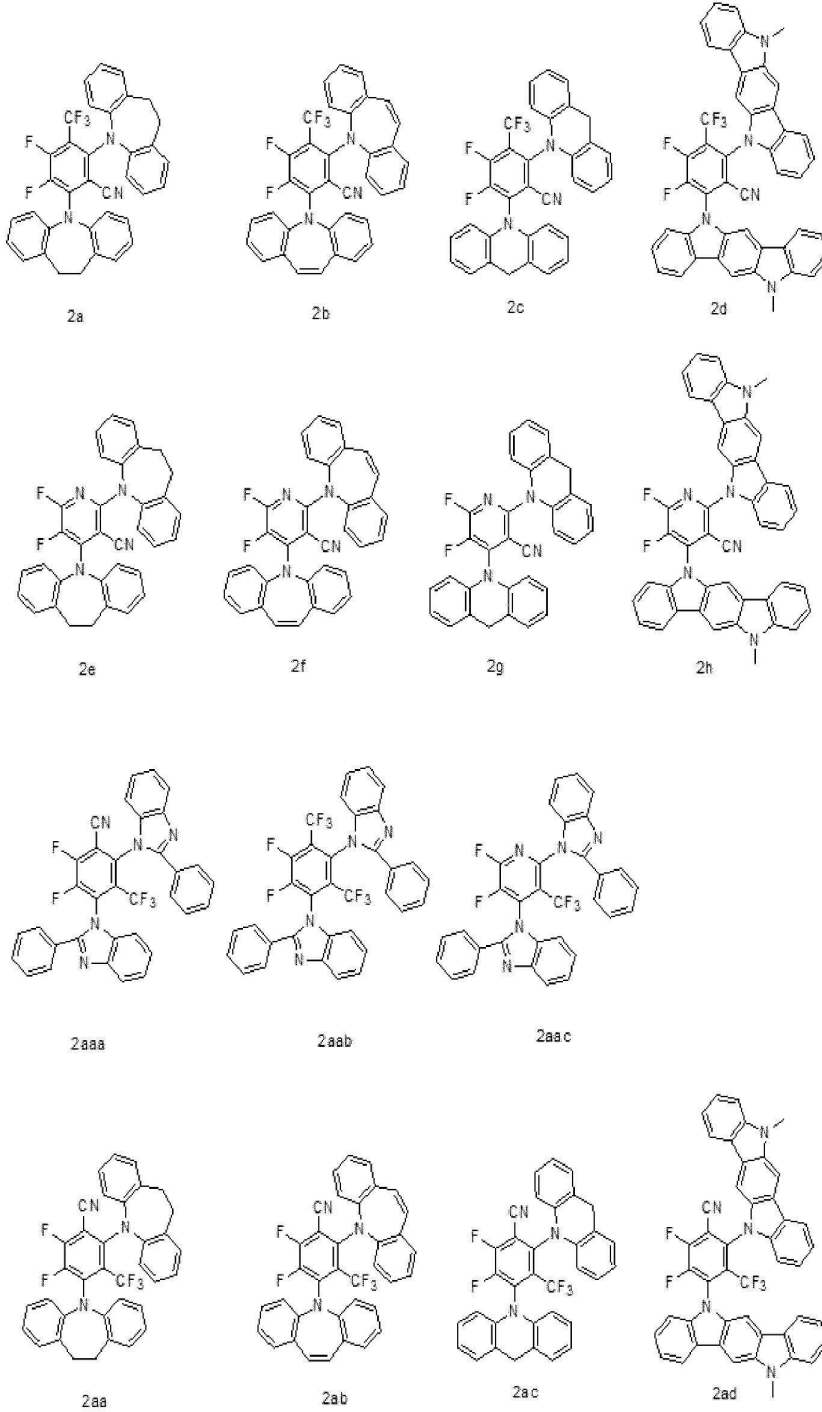
택 기준이 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 ( $N^{1,2}$ )에 적용가능하다.

[0068] 식 (III)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 게다가, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 선택 기준이 식  $-N(Ar)_2$  및  $-N(HetAr)(Ar)$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 그리고 식  $-N(HetAr)(Ar)$  및  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 적용가능하다.

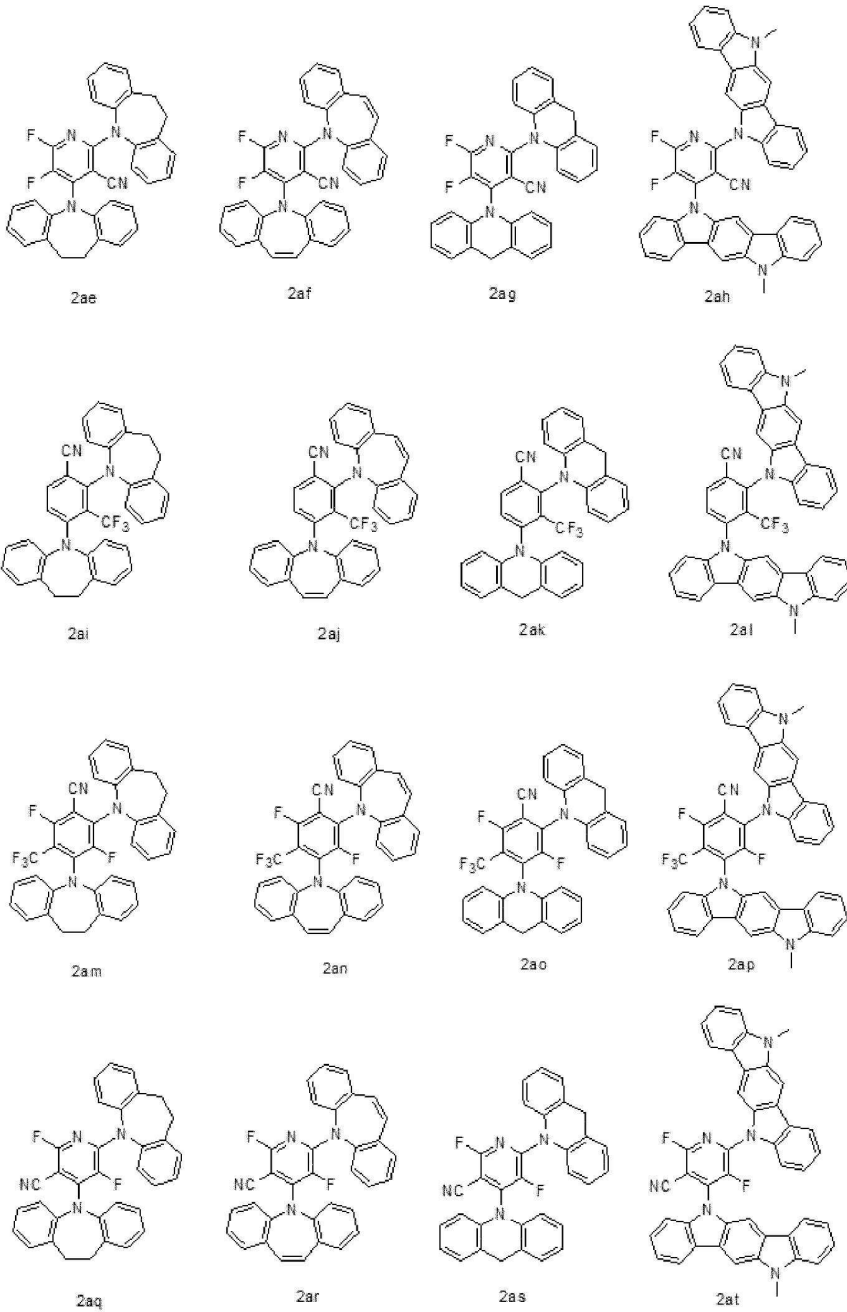
[0069] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (III)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0070] 치환체 X는 바람직하게는 C-CF<sub>3</sub>, C-Cl 또는 N을 의미하고; 치환체 N<sup>1</sup> 및 N<sup>2</sup>는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 퀴놀린, 벤즈이미다졸, 페녹사진, 벤조몰포린, 벤조티오몰포린, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐-1,2,3,4-테트라하이드로퀴놀린, 2-페닐벤즈이미다졸, 페녹사진, 3-페닐벤조몰포린, 3-페닐벤조티오몰포린, 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀, 2,3-인돌로카르바졸, 2,3-(1-메틸인돌로)카르바졸, 9H-아크리딘 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (III)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 주 탄소 고리 중의 질소 원자를 통하여 식 (III)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체 R<sup>2</sup>는 바람직하게는 CN, CF<sub>3</sub>, F 또는 Cl을 의미하고; 치환체 R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 바람직하게는 H, CN, CF<sub>3</sub>, F 또는 Cl을 의미한다.

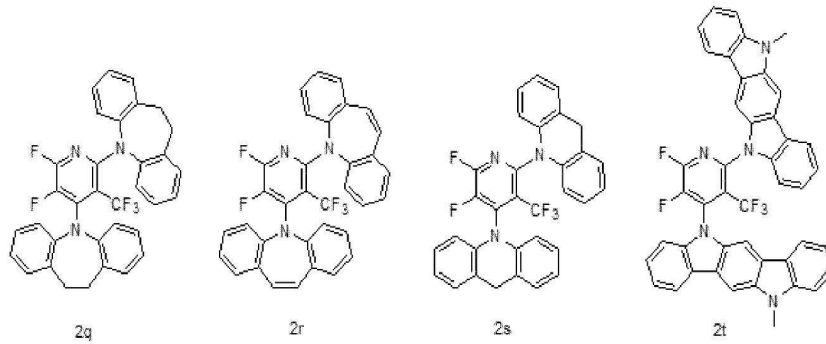
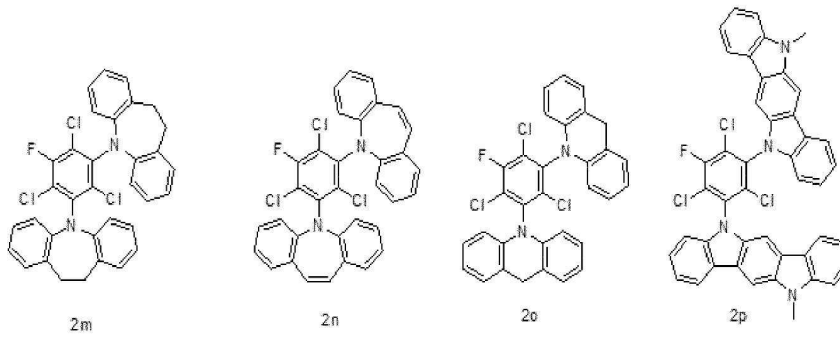
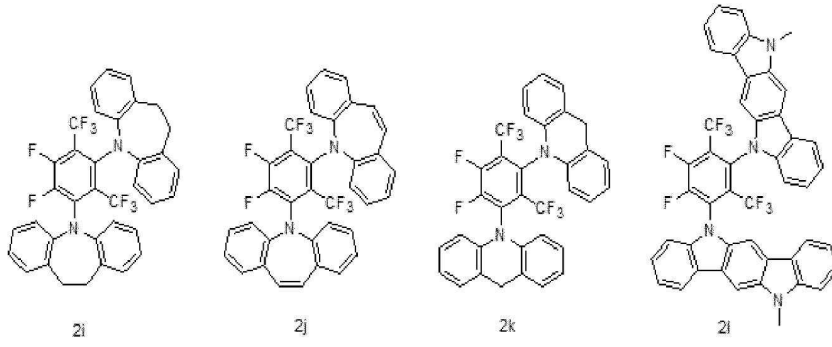
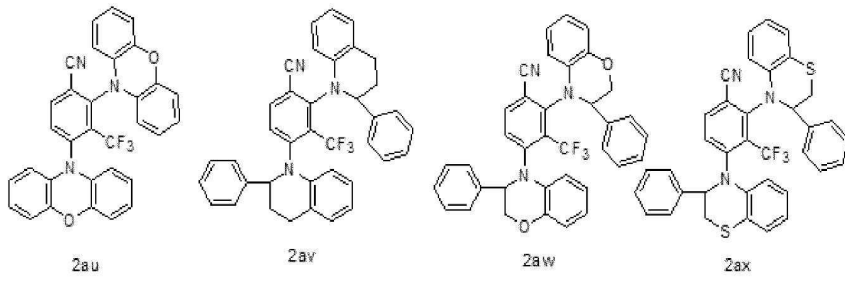
[0071] 일반식 (III)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 2a 내지 2t 및 3F2Cz이다:



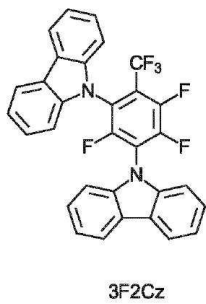
[0072]



[0073]

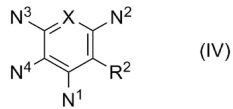


[0074]



[0075]

[0076] 본 발명의 추가의 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (IV)의 화합물이다:



[0077]

[0078] 일반식 (IV)의 화합물에 있어서, X는 C-CF<sub>3</sub>, C-Cl<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-SCN, C-CN 또는 N을 의미하고; X가 C-CN인 경우 R<sup>2</sup>가 CN이 아니라는 가정 하에, R<sup>2</sup>는 F, Cl, Br, CF<sub>3</sub>, SCN, CN 또는 H를 의미하고; N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>, N<sup>3</sup> 및 N<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)-<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다.

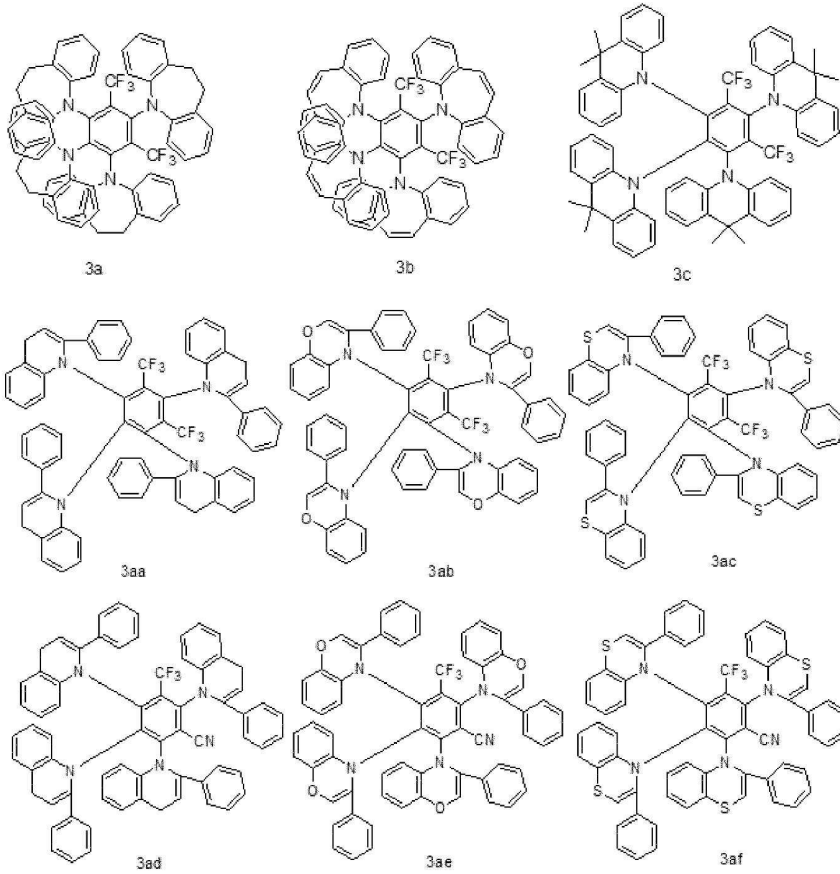
[0079] 식 (IV)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 바람직한 선택 기준이 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 (N<sup>1-4</sup>)에 적용가능하다.

[0080] 식 (IV)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 게다가, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 선택 기준이 식 -N(Ar)-<sub>2</sub> 및 -N(HetAr)(Ar)의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 그리고 식 -N(HetAr)(Ar) 및 -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼 중의 헤테로아릴 라디칼에 적용가능하다.

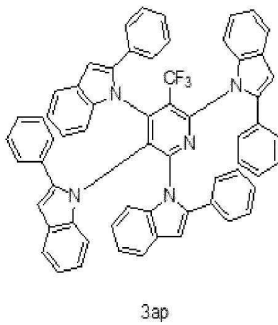
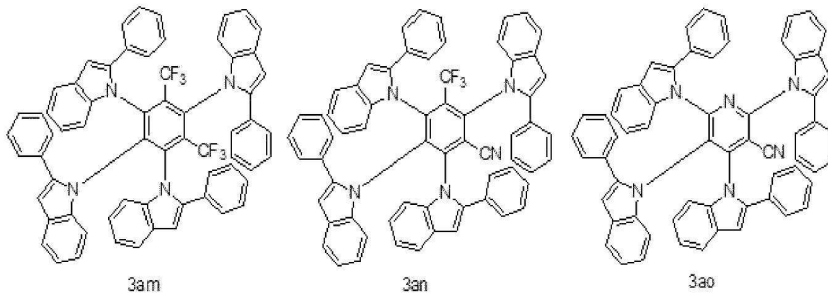
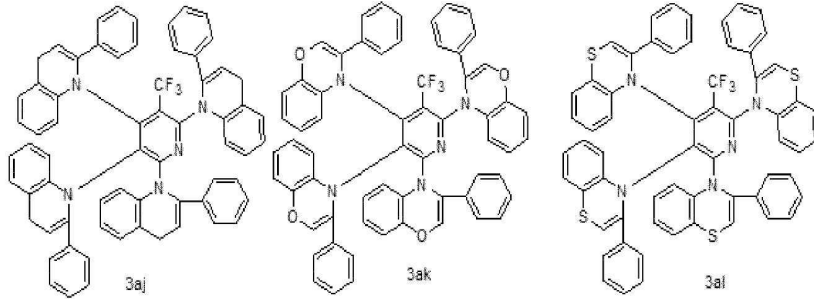
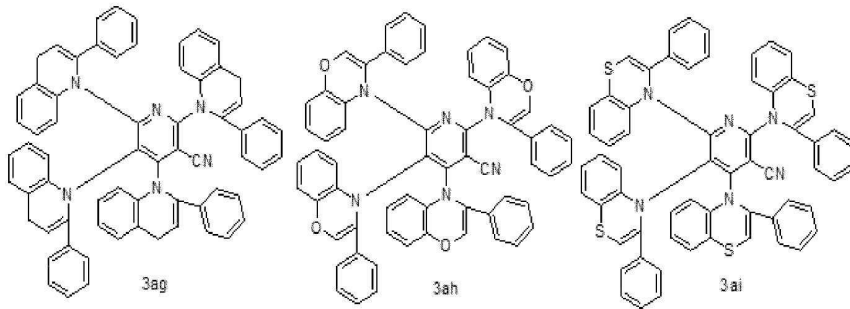
[0081] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (IV)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0082] 치환체 X는 바람직하게는 C-CN, C-CF<sub>3</sub>, C-Cl 또는 N을 의미하고; 치환체 N<sup>1-4</sup>는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 퀴놀린, 벤조몰포린, 벤조티오몰포린, 인돌, 벤즈이미다졸, 페녹사진, 페노티아진, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 나타내고, 여기에서 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐인돌, 2-페닐벤즈이미다졸, 1,4-디하이드로-2-페닐퀴놀린, 3-페닐-1,4-벤즈옥사진, 3-페닐-1,4-벤조티아진, 페녹사진, 페노티아진, 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀, 2,3-인돌로카르바졸, 2,3-(1-메틸인돌로)카르바졸 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (IV)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 주 탄소 고리 중의 질소 원자를 통하여 식 (IV)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체 R<sup>2</sup>는 바람직하게는 CF<sub>3</sub>, SCN, F 또는 CN을 의미한다.

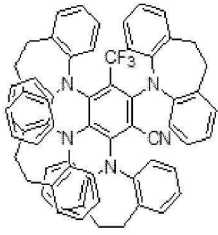
[0083] 일반식 (IV)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 3a 내지 31f, 4aaa 내지 4aae 및 1F4Cz이다:



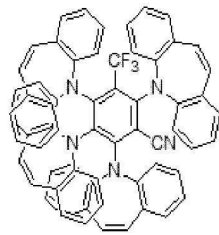
[0084]



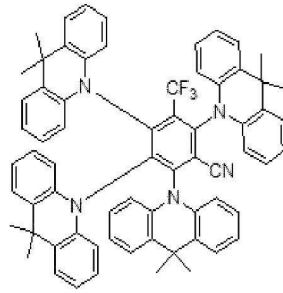
[0085]



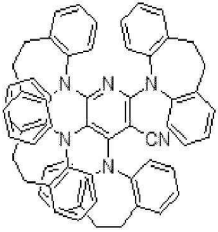
3d



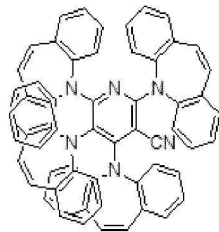
3e



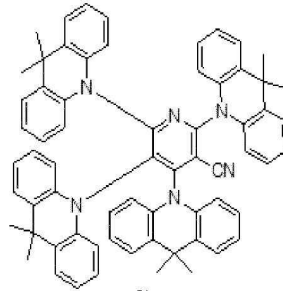
3f



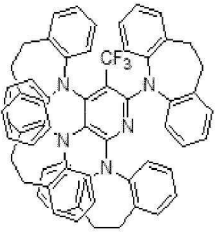
3g



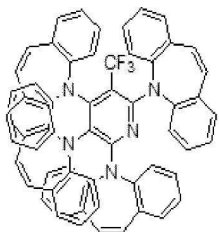
3h



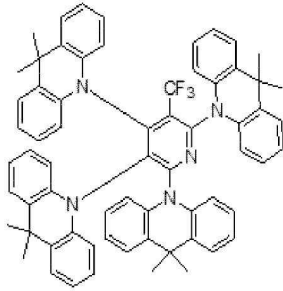
3i



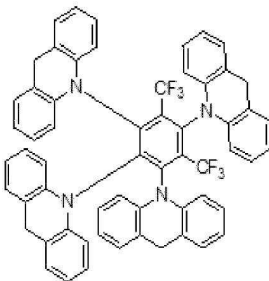
3j



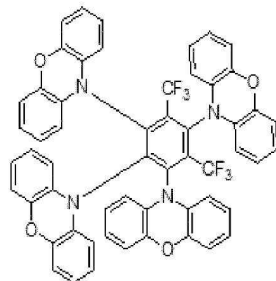
3k



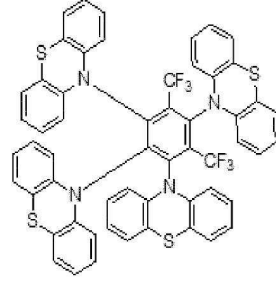
3l



3ia

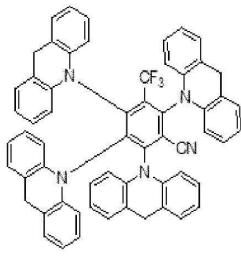


3ib

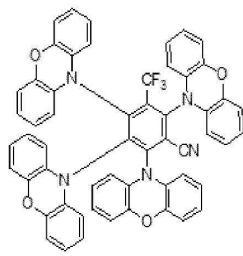


3ic

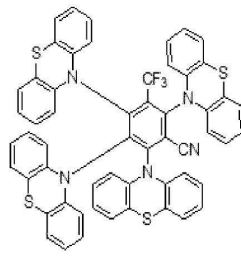
[0086]



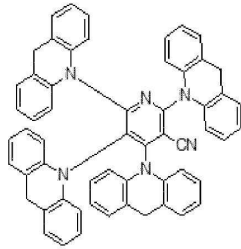
31d



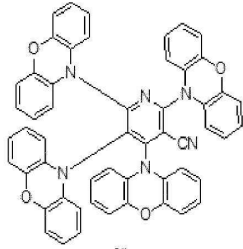
31e



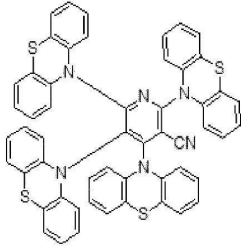
31f



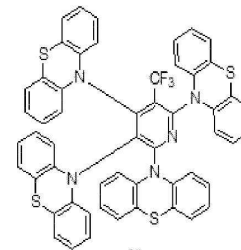
31g



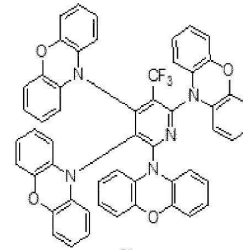
31h



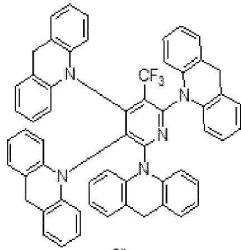
31i



31j

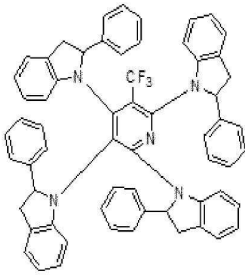


31k

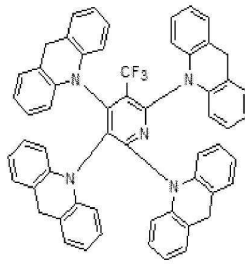


31l

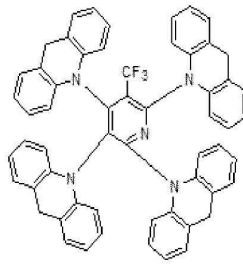
[0087]



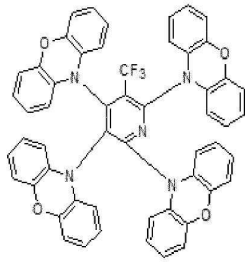
3la



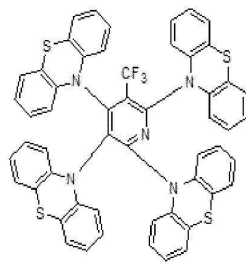
3lb



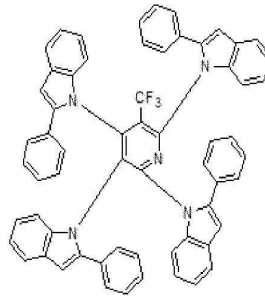
3lc



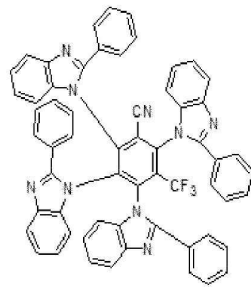
3ld



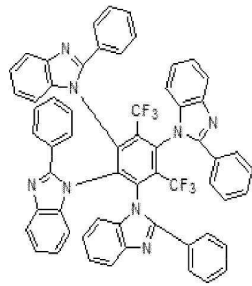
3le



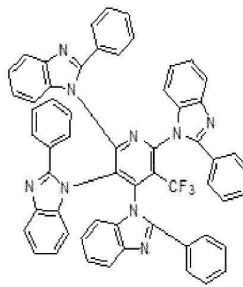
3lf



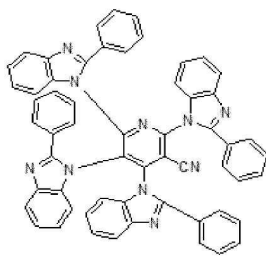
4aaa



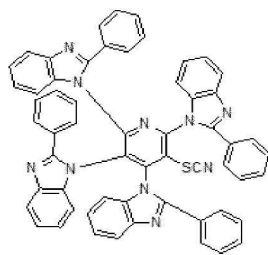
4aab



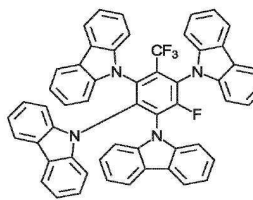
4aac



4aad



4aae



1F4Cz

[0088]

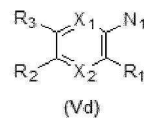
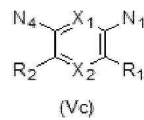
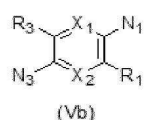
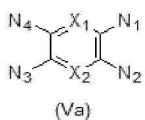
[0089]

[0090]

여러 구체예에 있어서, 식 (IV)의 화합물은 X가 C-CN이고 N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>, N<sup>3</sup> 및 N<sup>4</sup>가 각각 질소 원자를 통하여 결합된 카르바졸인 경우, R<sup>2</sup>가 F가 아닌 화합물로 제한된다.

[0091]

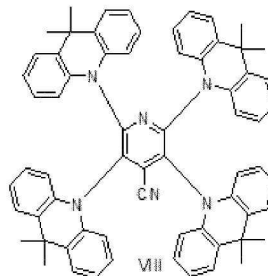
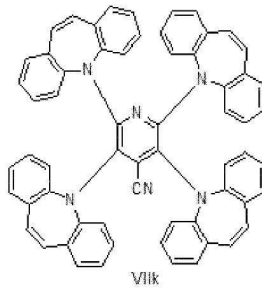
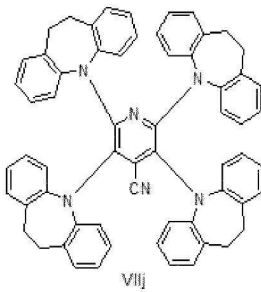
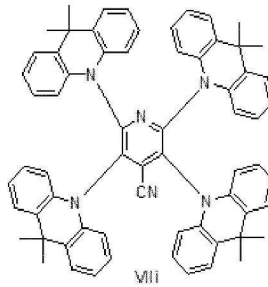
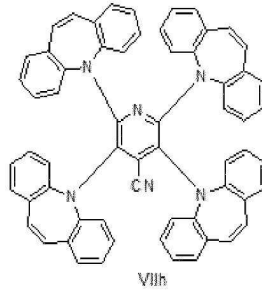
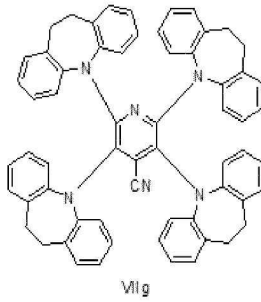
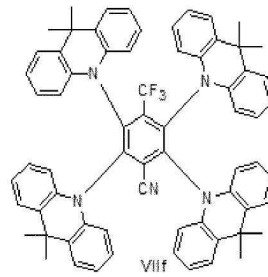
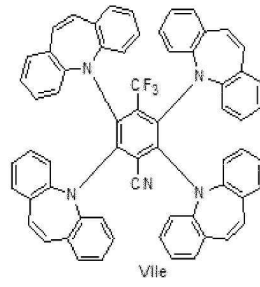
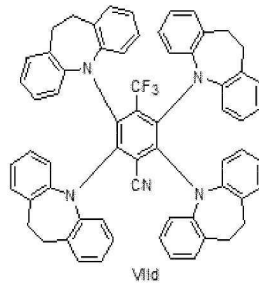
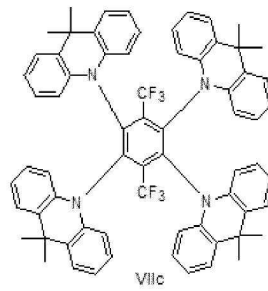
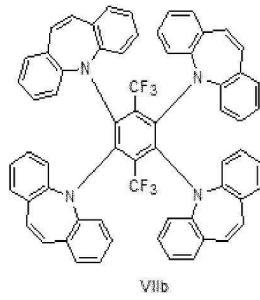
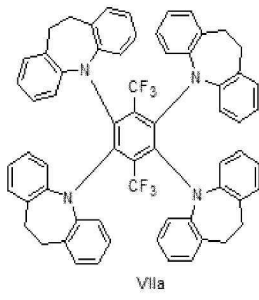
본 발명의 추가의 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (Va) 내지 (Vd)의 화합물이다:



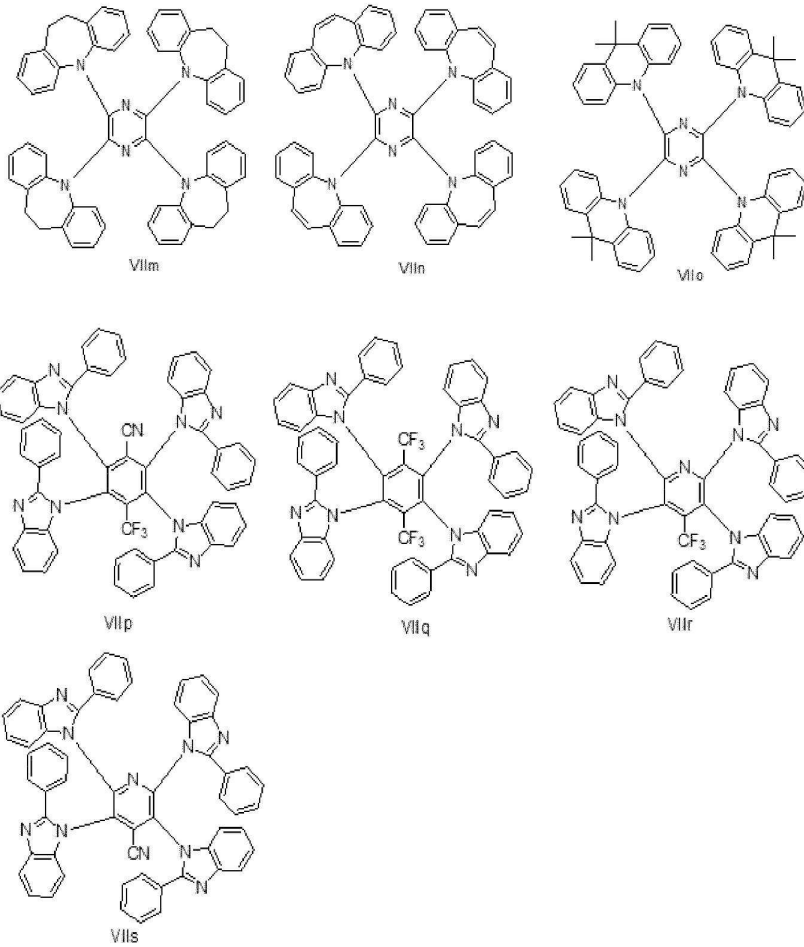
[0092]

- [0093] 일반식 (Va)의 화합물에 있어서,  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N을 의미하고;  $N^1$ ,  $N^2$ ,  $N^3$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다. 이는  $X^1$ 이 C-CN, C-F 또는 C-Cl인 경우  $X^2$ 가 C-CN이 아니라는 가정하에 적용된다.
- [0094] 일반식 (Vb)의 화합물에 있어서,  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N을 의미하고;  $N^1$  및  $N^3$ 은 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;  $R^1$  및  $R^3$ 은 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.
- [0095] 일반식 (Vc)의 화합물에 있어서,  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N을 의미하고;  $N^1$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;  $R^1$  및  $R^2$ 는 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.
- [0096] 일반식 (Vd)의 화합물에 있어서,  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-SCN, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N을 의미하고;  $N^1$ 은 질소 원자 또는 식 -N(Ar)<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;  $R^1$ ,  $R^2$  및  $R^3$ 은 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.
- [0097] 식 (Va) 내지 (Vd)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 바람직한 선택 기준이 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 ( $N^{1-4}$ )에 적용가능하다.
- [0098] 식 (Va) 내지 (Vd)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 게다가, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 선택 기준이 식 -N(Ar)<sub>2</sub> 및 -N(HetAr)(Ar)의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 그리고 식 -N(HetAr)(Ar) 및 -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼 중의 헤테로아릴 라디칼에 적용가능하다.
- [0099] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (Va)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:
- [0100] 치환체  $X^1$  및  $X^2$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CN 또는 N을 의미하고, 여기에서  $X^1$  및  $X^2$ 는 동시에 C-CN이 아니고; 치환체  $N^{1-4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (Va)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (Va)의 방향족 시스템에 결합된다.

[0101] 일반식 (Va)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 VIIa 내지 VIIs이다:



[0102]



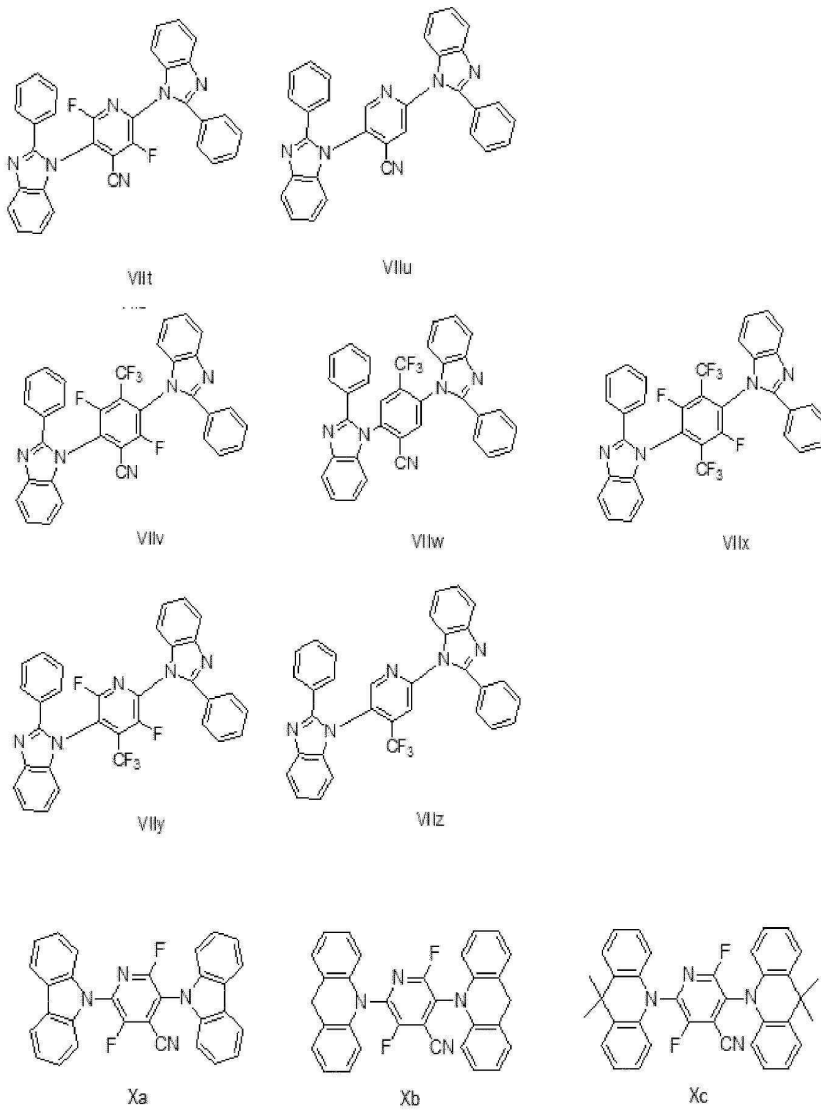
[0103]

[0104] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들은 식 (Vb)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

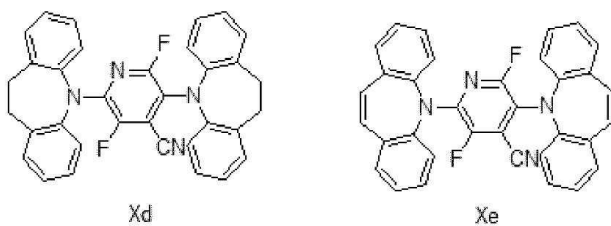
[0105]

치환체  $X^1$  및  $X^2$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CN 또는 N을 의미하고, 여기에서  $X^1$  및  $X^2$ 는 동시에 C-CN이 아니고; 치환체  $N^1$  및  $N^3$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀, 카르바졸, 9H-아크리딘, 9,9-디메틸아크리딘 또는 2-페닐벤즈이미다졸 라디칼을 통하여 식 (Vb)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (Vb)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체  $R^1$  및  $R^3$ 는 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.

[0106] 일반식 (Vb)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 VIIIt 내지 VIIz 및 Xa 내지 Xe이다:



[0107]

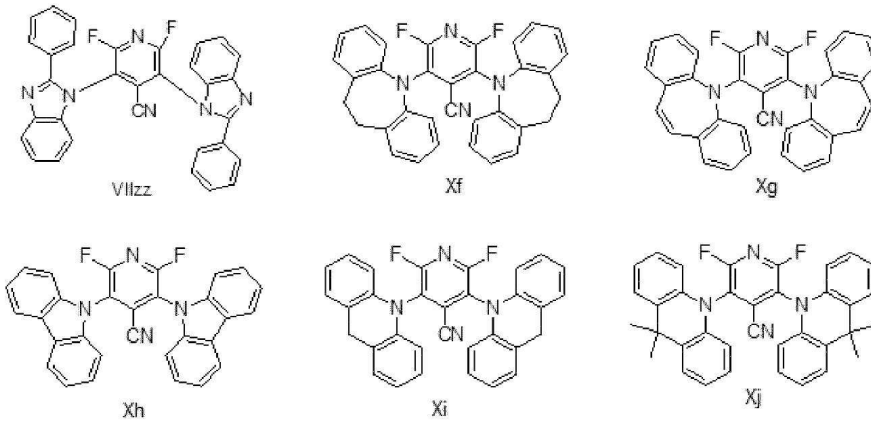


[0108]

[0109] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (Vc)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0110] 치환체 X<sup>1</sup> 및 X<sup>2</sup>는 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CN 또는 N을 의미하고, 여기에서 X<sup>1</sup> 및 X<sup>2</sup>는 동시적으로 C-CN이 아니고; 치환체 N<sup>1</sup> 및 N<sup>4</sup>는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐벤즈이미다졸, 카르바졸, 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀, 9H-아크리딘 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (Vc)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (Vc)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체 R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 각각 독립적으로 H 또는 F이다.

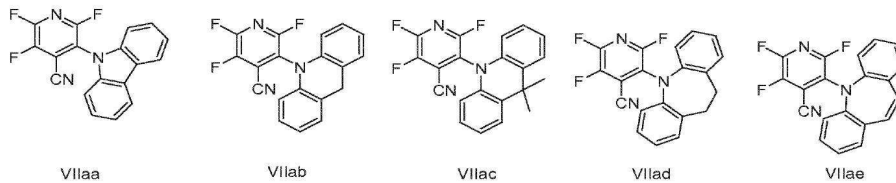
[0111] 일반식 (Vc)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 VIIzz 및 Xf 내지 Xj이다:



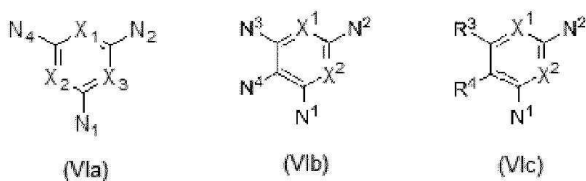
[0112] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (Vd)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:  
 [0113] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들이 식 (Vd)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0114] 치환체  $X^1$ 는 바람직하게는 C-CF<sub>3</sub>, C-CN 또는 N을 의미하고; 치환체  $X^2$ 는 바람직하게는 N을 의미하고; 치환체  $N^1$ 은 바람직하게는 치환 또는 미치환된 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 카르바졸, 9H-아크리딘, 9,9-디메틸아크리딘, 디벤즈아제핀 또는 10,11-디하이드로벤즈아제핀 라디칼을 통하여 식 (Vd)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (Vd)의 방향족 시스템에 결합되고; 치환체  $R^1$ ,  $R^2$  및  $R^3$ 은 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.

[0115] 일반식 (Vd)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 VIIaa 내지 VIIae이다:



[0116] 본 발명의 여러 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (VIa) 또는 (VIb)의 화합물이다:  
 [0117] 본 발명의 여러 구체예에 있어서, 일반식 (I)의 화합물은 일반식 (VIa) 또는 (VIb)의 화합물이다:

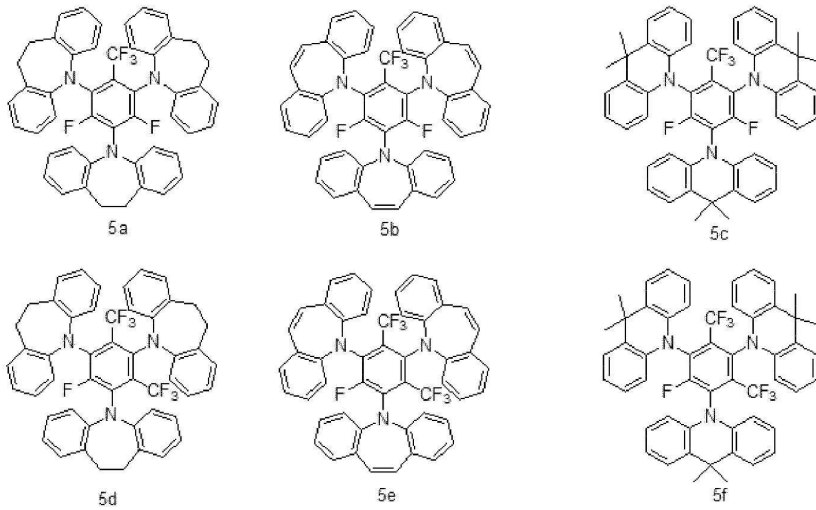


[0118] 일반식 (VIa)의 화합물에 있어서,  $X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$ 는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CCl<sub>3</sub>, C-Cl, C-F, C-CN 또는 N를 의미하고;  $N^1$ ,  $N^2$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)-<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다. 이는  $X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$ 가 동시에 C-CN, C-Cl, C-F 또는 N이 아니고,  $X^1$  및  $X^2$ 가 각각 C-CN인 경우,  $X^3$ 은 C-CF<sub>3</sub> 또는 N이라는 가정 하에 적용된다.

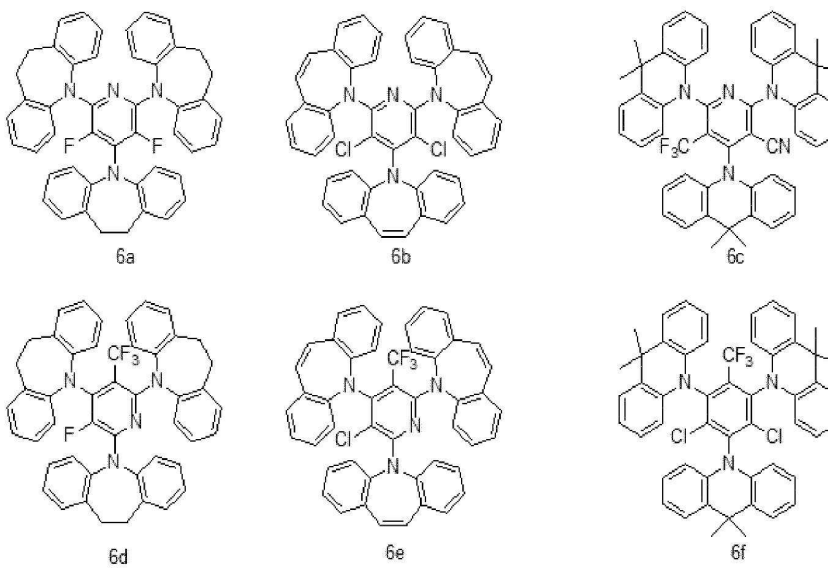
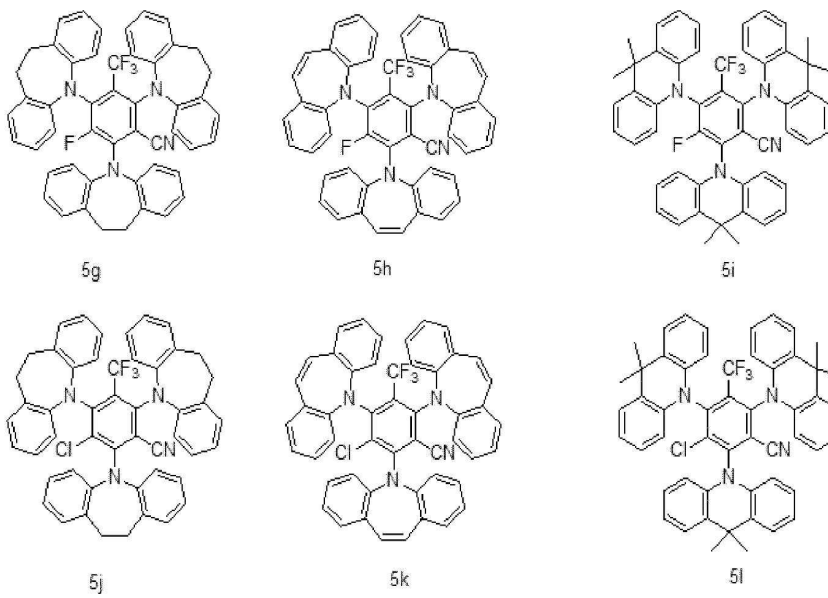
[0120] 일반식 (VIb)의 화합물에 있어서,  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 N을 의미하고;  $N^1$ ,  $N^2$ ,  $N^3$  및  $N^4$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식 -N(Ar)-<sub>2</sub>, -N(HetAr)(Ar), -N(HetAr)<sub>2</sub>의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이다.

- [0121] 일반식 (VIc)의 화합물에 있어서,  $X^1$ 은 C-CN 또는 N을 의미하고;  $X^2$ 는 N을 의미하고;  $N^1$  및  $N^2$ 는 각각 독립적으로 질소 원자 또는 식  $-N(Ar)_2$ ,  $-N(HetAr)(Ar)$ ,  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼을 통하여 결합된 질소-함유 헤테로아릴 라디칼을 의미하고, 여기에서 각 Ar은 독립적으로 아릴 라디칼이고 각 HetAr은 독립적으로 헤테로아릴 라디칼이고;  $R^3$  및  $R^4$ 는 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.
- [0122] 식 (VIa) 내지 (VIc)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 바람직한 선택 기준이 질소-함유 헤테로아릴 라디칼 ( $N^{1-4}$ )에 적용가능하다.
- [0123] 식 (VIa) 내지 (VIc)의 화합물의 여러 구체예에 있어서, 게다가, 식 (Ia)의 화합물에 대하여 상기 정의된 바와 동일한 선택 기준이 식  $-N(Ar)_2$  및  $-N(HetAr)(Ar)$ 의 라디칼 중의 아릴 라디칼에 그리고 식  $-N(HetAr)(Ar)$  및  $-N(HetAr)_2$ 의 라디칼 중의 헤테로아릴 라디칼에 적용가능하다.
- [0124] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들은 식 (VIa)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:
- [0125] 치환체  $X^{1-3}$ 은 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CN, C-Cl, C-F 또는 N을 의미하고; 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 통하여 식 (VI)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VI)의 방향족 시스템에 결합된다.
- [0126] 여러 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물에 있어서, 치환체  $X^{1-3}$ 은 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-CN, C-Cl 또는 C-F를 의미하고, 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VI)의 방향족 시스템에 결합된다.
- [0127] 추가의 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물에 있어서, 치환체  $X^1$ 은 바람직하게는 N을 의미하고; 치환체  $X^2$  및  $X^3$ 은 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-F 또는 C-Cl을 의미하고; 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 디벤즈아제핀, 10,11-디하이드로벤즈아제핀 또는 9,9-디메틸아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIa)의 방향족 시스템에 결합된다.
- [0128] 추가의 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물에 있어서, 치환체  $X^3$ 은 바람직하게는 N을 의미하고; 치환체  $X^1$  및  $X^2$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 C-CF<sub>3</sub>, C-F 또는 C-Cl을 의미하고; 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 디벤즈아제핀 또는 10,11-디하이드로벤즈아제핀 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIa)의 방향족 시스템에 결합된다.
- [0129] 여전히 추가의 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물에 있어서, 치환체  $X^2$  및  $X^3$ 은 바람직하게는 각각 N을 의미하고; 치환체  $X^1$ 은 바람직하게는 C-CF<sub>3</sub>, C-F 또는 C-Cl을 의미하고; 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 디벤즈아제핀 또는 10,11-디하이드로벤즈아제핀 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIa)의 방향족 시스템에 결합된다.
- [0130] 여전히 추가의 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물에 있어서, 치환체  $X^1$  및  $X^2$ 는 바람직하게는 각각 N을 의미하고; 치환체  $X^3$ 은 바람직하게는 C-CF<sub>3</sub>, C-F, C-Cl 또는 C-CN을 의미하고; 치환체  $N^{1,2,4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 디벤즈아제핀 또는 10,11-디하이드로벤즈아제핀 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIa)의 방향족 시스템에 결합된다.

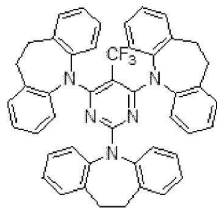
[0131] 일반식 (VIa)의 화합물의 특정한 구체에는 화합물 5a 내지 5l, 6a 내지 6i 및 2F3Cz이다:



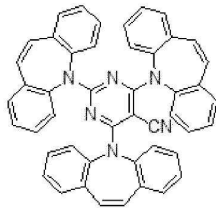
[0132]



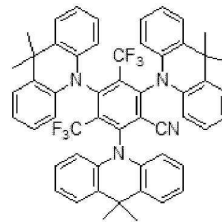
[0133]



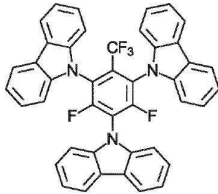
6g



6h



6i



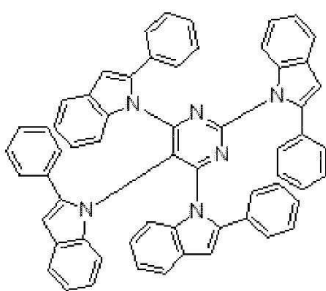
2F3Cz

[0134]

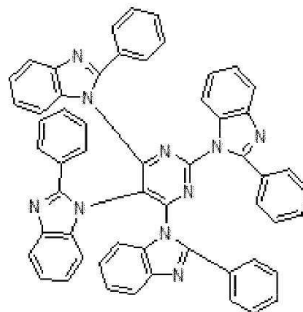
[0135] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들은 식 (VIb)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0136] 치환체  $X^1$  및  $X^2$ 는 각각 N을 의미하고; 치환체  $N^{1-4}$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 인돌, 벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐인돌 또는 2-페닐벤즈이미다졸 라디칼을 통하여 식 (VIb)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIb)의 방향족 시스템에 결합된다.

[0137] 일반식 (VIb)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 3aq 및 4aaf이다:



3aq



4aaf

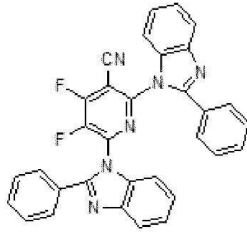
[0138]

[0139] 본 발명은 추가로 광전자 소자 중에서의 식 (I)의 적어도 하나의 화합물의 용도에 관한 것이다.

[0140] 여러 구체예에 있어서, 하기 정의들은 식 (VIc)의 화합물의 치환체에 적용가능하다:

[0141] 치환체  $X^1$ 은 C-CN 또는 N을 의미하고; 치환체  $X^2$ 는 N을 의미하고; 치환체  $N^1$  및  $N^2$ 는 바람직하게는 각각 독립적으로 치환 또는 미치환된 인돌, 벤즈이미다졸, 디벤즈아제핀, 카르바졸 또는 9H-아크리딘 라디칼을 의미하고, 그 각각은 질소 원자, 가장 바람직하게는 2-페닐인돌 또는 2-페닐벤즈이미다졸 라디칼을 통하여 식 (VIc)의 방향족 시스템에 결합되고, 그 각각은 질소 원자를 통하여 식 (VIc)의 방향족 시스템에 결합되고;  $R^3$  및  $R^4$ 는 각각 독립적으로 H 또는 F를 의미한다.

[0142] 일반식 (VIc)의 화합물의 특정한 구체예는 화합물 2aad이다:



2aad

[0143]

[0144] 여러 구체예에 있어서, 식 (VIa)의 화합물은  $X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$  중의 하나가 C-CN이고  $X^1$ ,  $X^2$  및  $X^3$ 의 나머지가 각각 F 인 경우,  $N^1$ ,  $N^2$  및  $N^4$  전부가 동시적으로 각 경우에서 질소 원자를 통하여 결합된 카르바졸이 아닌 화합물로 제한된다.

[0145] 여러 구체예에 있어서, 광전자 소자는 광활성 유기층을 갖는 OSC이다. 이 광활성층은 유기 코팅 재료로서 저분자량 화합물, 올리고머, 폴리머 또는 그의 혼합물을 포함한다. 바람직하게는 불투명하거나 반투명한 전극이 이 박층 소자에 외층 접촉층으로서 적용된다.

[0146] 본 발명의 추가의 구체예에 있어서, 광전자 소자는 가요성 기재 상에 놓여진다.

[0147] 본 발명의 맥락에서, 가요성 기재는 외부 힘의 결과로서 변형을 보장하는 기재를 의미하는 것으로 이해된다. 이는 이러한 종류의 가요성 기재를 마찬가지로 만족된 표면 상에 배치에 적절하도록 만든다. 가요성 기재는, 예를 들어, 플라스틱 필름 또는 금속박을 포함하나, 이들로 제한되는 것은 아니다.

[0148] 여러 구체예에 있어서, 광전자 소자의 제조를 위한 코팅은 본 발명의 유기 화합물의 진공 가공의 수단에 의한 결과이다. 여러 구체예에 있어서, 따라서 광전자 소자의 제조를 위하여 사용되는 본 발명의 화합물은 낮은 온도, 바람직하게는  $< 300^\circ\text{C}$ , 보다 바람직하게는  $< 250^\circ\text{C}$  그러나  $150^\circ\text{C}$  이상을 갖는다. 그러나, 여러 구체예에 있어서, 증발 온도는 적어도  $120^\circ\text{C}$ 이다. 본 발명의 유기 화합물이 고진공 하에서 승화가능한 것인 경우가 특히 유리하다.

[0149] 본 발명의 추가의 구성에 있어서, 광전자 소자의 제조를 위한 코팅은 여기에서 기술되는 성분의 용액 가공의 수단에 의한 결과이다. 상용의 분무 로봇의 이용가능성은 이러한 응용법이 유리하게도 단순한 방법으로 롤-투-롤 방법으로 공업적 규모로 확대할 수 있다는 것을 의미한다.

[0150] 여러 구체예에 있어서, 본 발명의 맥락에서, 광전자 소자는 일반적인 형태의 태양전지이다. 이러한 광전자 소자는 전형적으로 층구조를 가지며 여기에서 개별 최하층 및 최상층이 전기적인 접촉의 형성을 위한 전극 및 대전극으로 배치된다. 여러 구체예에 있어서, 광전자 소자가 기재, 예를 들어 유리, 플라스틱 (PET 등) 또는 금속리본 상에 배열된다. 적어도 하나의 유기 화합물을 포함하는 적어도 하나의 유기층이 기재-근처의 전극 및 대전극 사이에 배열된다. 여기에서 사용되는 유기 화합물은 유기 저분자량 화합물, 올리고머, 폴리머 또는 혼합물일 수 있다. 여러 구체예에 있어서, 유기층은 광활성층이다. 광활성층의 여러 구체예에 있어서, 예를 들어, 전자주개 재료 및 전자받개 재료로 이루어지는 혼합층의 형태로 형성될 수 있다. 전하캐리어수송층(charge carrier transport layer)이 적어도 하나의 광활성층에 인접하게 배열될 수 있다. 배열에 따라, 이들은 바람직하게는 개개 전극으로부터 또는 개개 전극으로 전자 (= 음전하) 또는 정공 (= 양전하)를 수송할 수 있다. 여러 구체예에 있어서, 광전자 소자는 일렬로 또는 다중 소자로 배치된다. 이 경우에서, 적어도 2개의 광전자 소자는 층 시스템으로서 하나가 다른 하나의 상부에 배치된다. 여러 구체예에 있어서, 점점으로서 배치되는 기저층 및 외층 상부 또는 하부에 소자 또는 소자들의 코팅 또는 봉입을 위한 추가의 층들을 결합하는 것이 가능하다.

[0151] 본 발명의 하나의 구체예에 있어서, 유기층은 진공-가공 저분자량 화합물 또는 유기 폴리머의 하나 이상의 박층의 형태를 취한다. 선행 기술에는 진공-가공 저분자량 화합물 및 폴리머에 기초하는 다수의 광전자 소자가 기술된다 (Walzer et al., *Chemical reviews* 2007, 107(4), 1233-1271; Peumans et al., *J. Appl. Phys.* 2003, 93(7), 3693-3722).

[0152] 바람직하게는, 유기층은 여기에서 기술되는 본 발명의 화합물의 진공-가공 화합물을 사용하여 기재 상에 배치된다. 본 발명의 대안의 바람직한 구체예에 있어서, 유기층은 용액을 사용하는 습식-화학 수단에 의하여 기재 상

에 배치된다.

- [0153] 상기 기술되는 바와 같은 본 발명의 화합물을 포함하는 광전자 소자의 전형적인 예가 유사하게 제공된다. 이러한 종류의 구체예에 있어서, 여러 구체예에 있어서, 본 발명의 화합물은 상기 정의된 바와 같은 화합물 1a 내지 1y, 2a 내지 2t, 3a 내지 3f, 4aaa 내지 4aaf, 5a 내지 5l, 6a 내지 6i, VIIa 내지 VIIzz, Xa 내지 Xj, 4F1Cz, 3F2Cz, 2F3Cz 및 1F4Cz로 이루어지는 군으로부터 선택된다.
- [0154] 본 발명의 여러 다른 구체예에 있어서, 여기에서 기술되는 바와 같은 식 (I)의 화합물의 적어도 하나를 포함하는 광전자 소자는 유기 전자발광 소자 (OLED)이다.
- [0155] 본 발명의 OLED는 원칙적으로 여러 층들, 예를 들어:
- [0156] 1. 애노드(anode)
- [0157] 2. 정공전달층(hole conductor layer)
- [0158] 3. 발광층(light-emitting layer)
- [0159] 4. 정공/여기자에 대한 장벽층(blocking layer)
- [0160] 5. 전자전달층(electron conductor layer)
- [0161] 6. 캐소드(cathode)
- [0162] 로 형성된다.
- [0163] 상기 언급된 구조 이외의 층 순서가 또한 가능하며, 이는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게는 공지되어 있다. 예를 들어, OLED가 언급된 층들 모두를 갖지 않는 것이 가능하고; 예를 들어, 층 (1) (애노드), (3) (발광층) 및 (6) (캐소드)을 갖는 OLED가 유사하게 적절하고, 여기에서 층 (2) (정공전달층) 및 (4) (정공/여기자에 대한 장벽층) 및 (5) (전자전달층)의 기능은 인접하는 층들로 가정된다.
- [0164] 층 (1), (2), (3) 및 (6) 또는 층 (1), (3), (4), (5) 및 (6)을 갖는 OLED가 유사하게 적절하다. 게다가, OLED는 애노드 (1) 및 정공전달층 (2) 간의 전자/여기자에 대한 장벽층을 가질 수 있다. OLED의 구조를 도 1에 모식적인 형태로 나타내었다 (BPhen Cs = Cs로 도핑된 바소페난트롤린; HBL = 정공-장벽층, mCP = 1,3-비스(N-카르바졸릴)-벤젠, spiro-TTB = 2,2',7,7'-테트라(N,N-디톨릴)아미노-9,9-스피로비플루오렌, TCTA = 트리스(4-카르바조일-9-일페닐)아민, F6-TCNNQ = 2,2-(피플루오로나프탈렌-2,6-디일리덴)디말로노니트릴, ITO = 인듐 주석 산화물, Al = 알루미늄, 1F4Cz = 9,9',9'',9'''-(2-플루오로-6-(트리플루오로메틸)벤조-1,3,4,5-테트라일)테트라키스(9H-카르바졸)).
- [0165] 식 (I)의 화합물은 발광층에서 이미터 또는 매트릭스로서 사용될 수 있다.
- [0166] 식 (I)의 화합물은 발광층 내에 - 추가의 첨가 없이 - 단독의 이미터 및/또는 매트릭스 재료로 존재할 수 있다. 그러나, 이는 유사하게, 본 발명에 따라 사용되는 식 (I)의 화합물과 마찬가지로, 추가의 화합물이 발광층 내에 존재하는 것이 가능하다. 예를 들어, 이미터 분자 제공의 방출 색상을 변경하기 위하여 하나 이상의 형광 염료가 제공될 수 있다. 게다가, 희석제 재료를 제공하는 것이 가능하다. 희석제 재료는 폴리머, 예를 들어 폴리(N-비닐카르바졸) 또는 폴리실란일 수 있다. 그러나, 희석제 재료는 유사하게 작은 분자, 예를 들어 4,4'-N,N'-디카르바졸비페닐 (CBP = CDP) 또는 3차 방향족 아민일 수 있다.
- [0167] 상기 언급된 것들 중 OLED의 개개 층들은 차례로 2 또는 그 이상의 층들로부터 형성될 수 있다. 예를 들어, 전극으로부터 정공이 그 내부로 주입되는 층 및 정공-주입층으로부터 발광층 내로 정공을 수송하는 층으로부터 정공-수송층이 형성될 수 있다. 전자-수송층은 유사하게 다중층, 예를 들어 전극에 의하여 전자가 그 내부로 주입되는 층 및 전자-주입층으로부터 전자를 수령하고 발광층 내로 수송하는 층으로 이루어질 수 있다. 이러한 상기 층들은 각각 유기 층 또는 금속 전극과 관련하여 언급된 층들의 에너지 수준, 열 저항성 및 전하 캐리어 이동도 및 에너지 차(energy differential) 등과 같은 인자들에 따라 선택된다. 당해 기술분야에서 숙련된 자는 이미터 재료로서 본 발명에 따라 사용되는 유기 화합물에 대하여 최적화되도록 OLED의 구성을 선택할 수 있을 것이다.
- [0168] 특히 효율적인 OLED를 수득하기 위하여, 정공-수송층의 HOMO (최고준위 점유 분자 궤도)가 애노드의 일함수와 매칭되어야 하고 전자-수송층의 LUMO (최저준위 비점유 분자 궤도)가 캐소드의 일함수와 매칭되어야 한다.
- [0169] 애노드 (1)는 양의 전하캐리어를 제공하는 전극이다. 이는, 예를 들어, 금속, 여러 금속의 혼합물, 금속 합금, 금속 산화물 또는 여러 금속 산화물의 혼합물을 포함하는 재료로부터 형성될 수 있다. 달리, 애노드는 도전성

폴리머일 수 있다. 적절한 금속에는 원소의 주기율표의 11족, 4족 및 5족의 금속 및 9족 및 10족의 전이 금속이 포함된다. 애노드가 투명하여야 하는 경우, 일반적으로, 원소의 주기율표의 12족, 13족 및 14족의 혼합된 금속 산화물, 예를 들어, 인듐 주석 산화물 (ITO)이 사용된다. 애노드 (1)는 유기 재료, 예를 들어 폴리아닐린, 예를 들어, Nature, Vol. 357, pages 477 to 479 (11 June 1992)에 기술된 바와 같은 폴리아닐린을 포함하는 것이 유사하게 가능하다. 형성된 광을 방출하는 것이 가능하도록 캐소드 또는 애노드 중의 적어도 하나는 적어도 부분적으로 투명하여야 한다. 바람직하게는 애노드 (1)에 대하여 사용되는 재료는 ITO이다.

[0170] 본 발명의 OLED의 층 (2)에 대한 적절한 정공전달 재료가, 예를 들어, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4th edition, vol. 18, pages 837 to 860, 1996에 기술되었다. 정공-수송 분자 및 폴리머 둘 다는 정공수송재료로 사용될 수 있다. 상용적으로 사용되는 정공-수송 분자는 트리스-[N-(1-나프틸)-N-(페닐아미노)]트리페닐아민 (1-NaphDATA), 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]비페닐 ( $\alpha$ -NPD), N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민 (TPD), 1,1-비스[(디-4-톨릴아미노)페닐]사이클로헥산 (TAPC), N,N'-비스(4-메틸페닐)-N,N'-비스(4-에틸페닐)-[1,1'-(3,3'-디메틸)비페닐]-4,4'-디아민 (ETPD), 테트라키스-(3-메틸페닐)-N,N',N'-2,5-페닐렌디아민 (PDA),  $\alpha$ -페닐-4-N,N-디페닐아미노스티렌 (TPS), p-(디에틸아미노)-벤즈알데히드 디페닐히드라존 (DEH), 트리페닐아민 (TPA), 비스[4-(N,N-디에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸-페닐)메탄 (MPMP), 1-페닐-3-[p-(디에틸아미노)스티릴]-5-[p-(디에틸아미노)페닐]피라졸린 (PPR 또는 DEASP), 1,2-트랜스-비스(9H-카르바졸-9-일)사이클로부탄 (DCZB), N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민 (TTB), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민 (TDTA), 포르피린 화합물 및 동프탈로시아닌 등과 같은 프탈로시아닌으로 이루어지는 군으로부터 선택된다. 상용적으로 사용되는 정공-수송 폴리머는 폴리비닐카르바졸, (페닐메틸)폴리실란 및 폴리아닐린으로 이루어지는 군으로부터 선택된다. 폴리스티렌 및 폴리카보네이트 등과 같은 폴리머 내로 정공-수송 분자를 도핑하는 것에 의하여 정공-수송 폴리머를 수득하는 것이 유사하게 가능하다. 적절한 정공-수송 분자는 이미 상기 언급된 분자이다.

[0171] 게다가, 여러 구체예에서 정공전달 재료로서 카르벤 착화합물을 사용하는 것이 가능하며, 여기에서 적어도 하나의 정공전달 재료의 밴드갭은 일반적으로 사용된 이미터 재료의 밴드갭 보다 더 크다. 본원의 맥락에서, "밴드갭(band gap)"은 삼중항 에너지(triplet energy)를 의미하는 것으로 이해된다. 적절한 카르벤 착화합물은, 예를 들어, WO 2005/019373 A2, WO 2006/056418 A2 및 WO 2005/113704에서 그리고 본원의 우선일의 시점에서 아직 공개되지 않은 선행의 유럽 특허출원 EP 06112228.9 및 EP 06112198.4에서 기술된 바와 같은 카르벤 착화합물이다.

[0172] 발광층 (3)은 적어도 하나의 이미터 재료를 포함한다. 이미터는 원칙적으로 적절한 이미터 재료가 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지된 형광 또는 인광 이미터일 수 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 이미터 재료는 형광 이미터이다. 여기에서 발광층 (3) 중에 존재하는 적어도 하나의 이미터 재료는 여기에서 기술되는 바와 같은 식 (I)의 화합물이다. 더욱이, 부가적으로 매트릭스 재료로서 식 (I)의 적어도 하나의 화합물을 사용하는 것이 가능하다. 달리, 선행기술에서 상용적인 통상적으로 사용되는 매트릭스 재료가 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지되어 있다. 예시적인 매트릭스 재료는 올리고아릴렌 (예를 들어 2,2',7,7'-테트라페닐스피로비플루오렌 또는 디나프틸안트라센), 특히 축합 방향족기, 예를 들어 안트라센, 벤즈안트라센, 벤즈페난트렌, 페난트렌, 테트라센, 코로넨, 크리센, 플루오렌, 스피로플루오렌, 페릴렌, 프탈로페릴렌, 나프탈로페릴렌, 데카사이클렌, 루브렌을 포함하는 올리고아릴렌, 올리고아릴렌비닐렌 (예를 들어 DPVBi = 4,4'-비스(2,2-디페닐에테닐)-1,r-비페닐) 또는 EP 676461에 따른 스피로-DPVBi) 또는 다지형 금속 착화합물(polypodal metal complexes), 특히 8-히드록시퀴놀린의 금속 착화합물, 예를 들어 AlQ<sub>3</sub> (= 알루미늄(III) 트리(8-히드록시퀴놀린)) 또는 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토)-4-(페닐페놀리노라토)알루미늄의 부류들로부터 선택된다. 일반적으로, 적절한 매트릭스 재료는 예를 들어 Organic Light-Emitting Materials and Devices (*Optical Science and Engineering Series*; Ed.: Z. Li, H. Meng, CRC Press Inc., published 2006)로부터 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지되었다.

[0173] 정공/여기자에 대한 장벽층 (4)은 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 (바쏘큐프로인, (BCP)), 비스-(2-메틸-8-퀴놀리나토)-4-페닐페닐라토)알루미늄(III) (BAIq), 페노타이진 S,S-디옥사이드 유도체 및 1,3,5-트리스(N-페닐-2-벤질이미다졸)벤젠 (TPBI) 등과 같은 OLED에서 전형적으로 사용되는 정공 차단 재료를 포함할 수 있고, TPBI 및 BAIq가 또한 전자-전달 재료로서 적절하다. 추가의 구체예에 있어서, 정공/여기자에 대한 장벽층 (4)으로서 또는 발광층 (3) 중의 매트릭스 재료로서 WO2006/100298에서 기술된 바와 같은 카르보닐기를 포함하는 기를 통하여 결합된 방향족 또는 헤테로방향족 고리를 포함하는 화합물을 사용하는 것이 가능하다.

[0174] 여러 구체예에 있어서, 본 발명은 하기의 층들: (1) 애노드, (2) 정공전달층, (3) 발광층, (4) 정공/여기자에

대한 장벽층, (5) 전자전달층 및 (6) 캐소드 그리고 선택적으로 추가의 층을 포함하는 본 발명의 OLED에 관한 것이며, 여기에서 발광층 (3)은 식 (I)의 적어도 하나의 화합물을 포함한다.

- [0175] 본 발명의 OLED의 층 (5)에 대한 적절한 전자전달 재료에는 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄( $Alq\beta$ ), 비스-(2-메틸-8-퀴놀리나토)-4-페닐페닐라토)알루미늄( $(111)$  ( $BAIq$ ) 등과 같은 옥시노이드 화합물에 착체화된 금속, 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 ( $DDPA = BCP$ ) 또는 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 ( $DPA$ ) 등과 같은 페난트롤린-기반 화합물 및 2-(4-비페닐틸)-5-(4-3차-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸 ( $PBD$ ) 및 3-(4-비페닐틸)-4-페닐-5-(4-3차-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸 ( $TAZ$ ) 및 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리스-[1-페닐-1H-벤즈이미다졸] ( $TPBI$ ) 등과 같은 아졸 화합물이 포함된다. 여기에서 층 (5)이 전자 수송을 용이하게 하고 OLED의 층들의 계면들에서의 여기자의 퀀칭(quenching)을 방지하기 위하여 완충층(buffer layer)으로서 또는 장벽층으로서 기능하도록 하는 것이 가능하다. 바람직하게는, 층 (5)은 전자의 이동도를 개선하고 여기자의 퀀칭을 감소시킨다. 선호되는 전자 전달 재료는  $TPBI$  및  $BAIq$ 이다.
- [0176] 정공전달 재료 및 전자전달 재료로서 상기 언급된 재료의 일부는 다중 기능을 충족할 수 있다. 예를 들어, 낮은 HOMO를 갖는 경우, 전자-전달 재료의 일부는 동시에 정공-장벽 재료이다. 이들은, 예를 들어, 정공/여기자에 대한 장벽층 (4) 중에 사용될 수 있다. 그러나, 층 (5)에 의하여 정공/여기자 장벽재료로서의 기능이 가정되는 것이 유사하게 가능하여 층 (4)이 생략되도록 할 수 있다.
- [0177] 사용되는 재료의 수송 특성을 개선하기 위하여, 먼저 층 두께를 보다 여유롭게 만들고 (핀홀/단락의 회피) 다음으로 소자의 작동 전압을 최소화하기 위하여 전하수송층은 또한 전자적으로 도핑될 수 있다. 예를 들어, 정공전달 재료는 전자 반개로 도핑될 수 있고; 예를 들어,  $TPD$  또는  $TDTA$  등과 같은 프탈로시아닌 또는 아릴아민이 테트라플루오로-테트라시아노퀴노디메탄 ( $F4-TCNQ$ )으로 도핑될 수 있다. 전자전달 재료가, 예를 들어, 알칼리 금속으로, 예를 들어  $Alq_3$ 이 리튬으로 도핑될 수 있다. 전자적 도핑은 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지되어 있고, 예를 들어, W. Gao, A. Kahn, J. Appl. Phys., vol. 94, no. 1, 1 July 2003 (p-doped organic layers); A. G. Werner, F. Li, K. Harada, M. Pfeiffer, T. Fritz, K. Leo. Appl. Phys. Lett., vol. 82, no. 25, 23 June 2003 및 Pfeiffer et al., Organic Electronics 2003, 4, 89-103에 기술되어 있다.
- [0178] 캐소드 (6)는 전자 또는 음전하 캐리어를 도입하도록 기능하는 전극이다. 캐소드를 위한 적절한 재료는 Ia족의 알칼리 금속, 예를 들어  $Li$ ,  $Cs$ , IIa족의 알칼리 토금속, 예를 들어 칼슘, 바륨 또는 마그네슘, 란타넘 및 악티늄계열, 예를 들어 사마륨을 포함하여 원소의 주기율표 (구 ILJPAC 버전)의 IIb족의 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택된다. 게다가, 알루미늄 또는 인듐 그리고 언급된 모든 금속들의 조합 등과 같은 금속을 사용하는 것 또한 가능하다. 게다가, 작동 전압을 감소시키기 위하여 리튬-함유 유기금속 화합물 또는  $LiF$ 가 유기층과 캐소드 사이에 적용될 수 있다.
- [0179] 본 발명에 따른 OLDE는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지된 별도의 층을 추가로 포함할 수 있다. 예를 들어, 양의 전하의 전달을 용이하게 하고/하거나 층들의 밴드갭을 서로에 대하여 조정하는 층이 층 (2) 및 발광층 (3) 사이에 적용될 수 있다. 달리, 이러한 추가의 층은 보호층으로서 기능할 수 있다. 유사한 방식으로, 음의 전하의 전달을 용이하게 하고/하거나 층들 간의 밴드갭을 서로에 대하여 조정하도록 발광층 (3)과 층 (4) 간에 추가의 층이 존재하게 되는 것이 가능하다. 달리, 이 층은 보호층으로서 기능할 수 있다.
- [0180] 여러 구체예에 있어서, 본 발명의 OLED는, 층 (1) 내지 (6)에 더하여, 하기의 추가의 층들 중의 적어도 하나를 포함한다:
- [0181] 애노드 (1)와 정공-수송층(2) 사이의 정공주입층; 정공-수송층 (2)과 발광층 (3) 사이의 전자에 대한 장벽층; 전자-수송층(5)과 캐소드 (6) 사이의 전자주입층.
- [0182] 당해 기술분야에서 숙련된 자는 (예를 들어 전기화학적 시험을 근거로) 어떻게 적절한 재료를 선택하여야 하는지를 알고 있다. 개개 층에 대한 적절한 재료는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게는 공지되어 있고, 예를 들어, WO 00/70655에 기술되어 있다.
- [0183] 게다가, 본 발명의 OLED에서 사용되는 층들의 일부 또는 전부가 표면처리되어 전하 캐리어 수송의 효율을 증가시키는 것이 가능하다. 언급된 층들 각각에 대한 재료의 선택은 바람직하게는 높은 효율 및 수명을 갖는 OLED를 수득하도록 결정된다.
- [0184] 본 발명의 OLED는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지된 방법으로 제조될 수 있다. 일반적으로, 본 발명의 OLED는 적절한 기재 상으로의 개개 층들의 연속 증착에 의하여 제조된다. 적절한 기재는, 예를 들어, 유리, 무

기 반도체 또는 폴리머 필름이다. 열증착, 화학기상증착 (CVD), 물리기상증착 (PVD) 등과 같은 상용 기술을 사용하여 증착이 수행될 수 있다. 대안의 방법에 있어서, OLED의 유기층은 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지된 코팅 기술을 사용하여 적절한 용매 중의 용액 또는 분산액으로부터 적용될 수 있다.

[0185] 대체로, 여러 층들이 하기 두께를 갖는다: 애노드 (1) 50 내지 500 nm, 바람직하게는 100 내지 200 nm; 정공-전달층 (2) 5 내지 100 nm, 바람직하게는 20 내지 80 nm, 발광층 (3) 1 내지 100 nm, 바람직하게는 10 내지 80 nm, 정공/여기자에 대한 장벽층 (4) 2 내지 100 nm, 바람직하게는 5 내지 50 nm, 전자-전달층 (5) 5 내지 100 nm, 바람직하게는 20 내지 80 nm, 캐소드 (6) 20 내지 1000 nm, 바람직하게는 30 내지 500 nm. 캐소드 및 그에 따른 OLED의 방출 스펙트럼에 대한 본 발명의 OLED 중에서의 정공과 전자의 재결합 영역의 상대 위치는 각 층의 상대 두께를 포함하는 매개변수들에 의해 영향받을 수 있다. 이는 전자수송층의 두께가 바람직하게는 재결합 영역의 위치가 다이오드의 광공진기(optical resonator) 특성 및 그에 따른 이미터의 방출 파장에 매칭되도록 선택되어야 한다는 것을 의미한다. OLED 중의 개개 층의 층 두께의 비율은 사용되는 재료에 의존적이다. 사용되는 임의의 개별 층의 층 두께는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 공지되어 있다. 전자-전달층 및/또는 정공-전달층은 이들이 전자적으로 도핑되는 경우 특정된 층 두께 보다 더 큰 두께를 갖는 것이 가능하다.

[0186] 본 발명에 따르면, 발광층 및/또는 본 발명의 OLED 중에 선택적으로 존재하는 추가의 층들 중의 적어도 하나는 일반식 (I)의 적어도 하나의 화합물을 포함한다. 비록 일반식 (I)의 적어도 하나의 화합물이 이미터 재료 및/또는 발광층 중의 매트릭스 재료로서 존재하기는 하나, 일반식 (I)의 적어도 하나의 화합물은 각 경우에서 단독으로 또는 대응하는 층에 대하여 적절한 상기 언급된 적어도 하나의 추가의 재료와 함께 본 발명의 OLED의 적어도 하나의 추가의 층 중에서 사용될 수 있다. 발광층이 하나 이상의 추가의 이미터 및/또는 매트릭스 재료와 마찬가지로 식 (I)의 화합물을 포함하는 것이 유사하게 가능하다.

[0187] 본 발명의 OLED의 효율은, 예를 들어 개개 층을 최적화하는 것에 의하여 개선될 수 있다. 예를 들어, 선택적으로 LiF의 중간층과의 조합으로 Ca 또는 Ba 등과 같은 고-효율 캐소드를 사용하는 것이 가능하다. 작동 전압에서의 감소 또는 양자 효율에서의 증가를 가져오는 성형된 기재 및 신규한 정공-수송 재료가 유사하게 본 발명의 OLED 중에 사용가능하다. 게다가, 여러 층들의 에너지 수준을 조정하고 전발광을 용이하게 하도록 하기 위하여 OLED 중에 추가의 층이 존재할 수 있다.

[0188] 본 발명의 OLED는 전자발광이 유용한 모든 장치 중에서 사용될 수 있다. 적절한 장치는 바람직하게는 고정식 및 이동식 디스플레이 스크린 및 조명기구로부터 선택된다. 고정식 디스플레이는, 예를 들어, 컴퓨터의 스크린, 텔레비전, 프린터의 스크린, 주방용품 및 광고판, 조명기구 및 정보 패널이다. 이동식 디스플레이 스크린은, 예를 들어, 모바일폰, 랩톱, 디지털 카메라, 자동차의 스크린 및 버스 및 열차의 목적지 디스플레이이다.

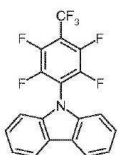
[0189] 게다가, 역구조를 갖는 OLED 중의 여러 구체예에서 식 (I)의 화합물을 사용하는 것이 가능하다. 역 OLED의 구조 및 거기에 전형적으로 사용되는 재료는 당해 기술분야에서 숙련된 자에게는 공지되어 있다.

[0190] 언급된 모든 문헌은 그의 전체로 여기에 참조로 포함된다. 추가의 구체예를 하기 실시예 중에서 찾을 수 있으나, 본 발명이 그에 한정되는 것은 아니다.

[0191] 기술된 화합물과 관련하여 여기에서 기술된 모든 구체예가 기술된 용도 및 방법 및 그의 역에 동등하게 적용가능함은 이해될 수 있을 것이고 또한 의도된다. 따라서 이러한 종류의 구체예는 유사하게 본 발명의 관점에 포함된다.

[0192] 실시예

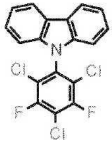
[0193] **9-(2,3,5,6-테트라플루오로-4-(트리플루오로메틸)페닐)-9H-카르바졸 (4F1Cz)**



[0194]

[0195] 10 ml의 건조 DMF (디메틸포름아미드) 중의 탄산칼륨 (0.99 g; 7.2 mmol)의 존재 중에서의 옥타플루오로톨루엔 (1.41 g; 5.98 mmol)과 카르바졸 (1 g; 7.2 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 실온에서 26 시간에 걸쳐 교반시켰다. 표적 물질을 컬럼 크로마토그래피로 정제하였고 86% (1.46 g)의 수율로 수득되었다. 톨루엔 중에서의 광발광이 결정되었고 도 2에 나타내었다.

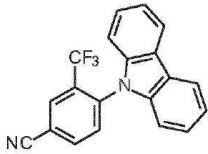
[0196] 9-(2,4,6-트리클로로-3,5-디플루오로페닐)-9H-카르바졸



[0197]

[0198] 10 ml의 건조 DMSO (디메틸설폭사이드) 중의 탄산칼륨 (3.3 g; 23.9 mmol)의 존재 중에서의 1,3,5-트리클로로-2,4,6-트리플루오로벤젠 (1.98 g; 14.4 mmol)과 카르바졸 (2 g; 11.98 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 7 시간에 걸쳐 그리고 50℃까지 가열하면서 교반시켰다. 표적 물질을 컬럼 크로마토그래피로 정제하였고 13% (0.56 g)의 수율로 수득되었다.

[0199] 4-(9H-카르바졸-9-일)-3-(트리플루오로메틸)벤조니트릴



[0200]

[0201] 10 ml의 건조 DMF (디메틸포름아미드) 중의 탄산칼륨 (1.44 g; 10.4 mmol)의 존재 중에서의 4-플루오로-3-(트리플루오로메틸)벤조니트릴 (1 g; 5.2 mmol)과 카르바졸 (0.88 g; 5.2 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 20 시간에 걸쳐 그리고 80℃까지 가열하면서 교반시켰다. 표적 물질을 에테르/헥산 혼합물로부터의 재결정의 수단으로 정제하였고 47% (0.8 g)의 수율로 수득되었다.

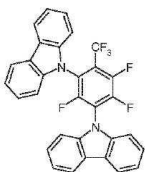
[0202] 9-(3-카르바졸-9-일-2,4,6-트리클로로-5-플루오로페닐)카르바졸



[0203]

[0204] 10 ml의 건조 DMSO (디메틸설폭사이드) 중의 탄산칼륨 (3.3 g; 23.9 mmol)의 존재 중에서의 1,3,5-트리클로로-2,4,6-트리플루오로벤젠 (1.98 g; 14.4 mmol)과 카르바졸 (2 g; 11.98 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 7 시간에 걸쳐 그리고 50℃까지 가열하면서 교반시켰다. 표적 물질을 컬럼 크로마토그래피로 정제하였고 52% (1.63 g)의 수율로 수득되었다.

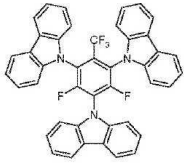
[0205] 9,9'-(2,4,5-트리플루오로-6-(트리플루오로메틸)-1,3-페닐렌)비스(9H-카르바졸) (3F2Cz)



[0206]

[0207] 10 ml의 건조 DMF (디메틸포름아미드) 중의 탄산칼륨 (1.93 g; 13.9 mmol)의 존재 중에서의 옥타플루오로톨루엔 (1.5 g; 6.3 mmol)과 카르바졸 (2.12 g; 12.7 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 실온에서 24 시간에 걸쳐 교반시켰다. 표적 물질을 컬럼 크로마토그래피로 정제하였고 53% (1.76 g)의 수율로 수득되었다. 톨루엔 중에서의 광발광이 결정되었고 도 2에 나타내었다.

[0208] 9,9',9''-(2,4-디플루오로-6-(트리플루오로메틸)벤조-1,3,5-트리일)트리스(9H-카르바졸) (2F3Cz)

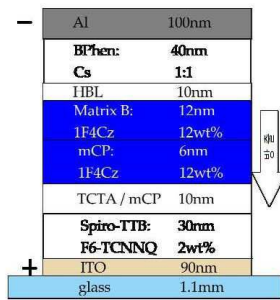


[0209]

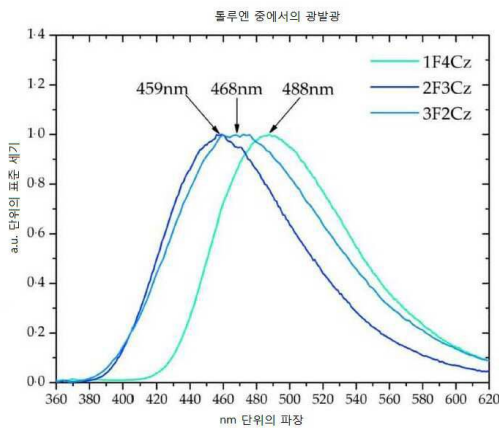
[0210] 35 ml의 건조 아세톤 중의 수산화칼륨 (1.93 g; 33.9 mmol)의 존재 중에서의 옥타플루오로톨루엔 (1.5 g; 6.3 mmol)과 카르바졸 (2.83 g; 16.9 mmol)의 반응에 의하여 생성물이 수득되었다. 반응 혼합물을 1 시간에 걸쳐 환류까지 가열시켰다. 표적 물질을 컬럼 크로마토그래피로 정제하였고 53% (2.42 g)의 수율로 수득되었다. 톨루엔 중에서의 광발광이 결정되었고 도 2에 나타내었다. 도 2 중의 1F4Cz는 9,9',9'',9'''-(2-플루오로-6-(트리플루오로메틸)벤조-1,3,4,5-테트라일)테트라키스(9H-카르바졸) (1F4Cz)을 의미한다. 화합물 1F4Cz에 대하여는, 도 3은 또한 여러 호스트 재료: B3PYMPM = 비스-4,6-(3,5-디-3-피리딜페닐)-2-메틸피리미딘, mCP = 1,3-비스-(N-카르바조일)벤젠, TCTA = 트리스(4-카르바조일-9-일페닐)아민) 중에서의 %로의 외부양자효율(EQE)을 나타낸다.

도면

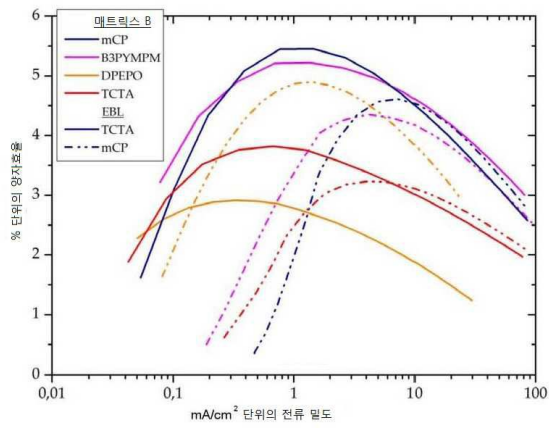
도면1



도면2



도면3



도면4

