



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월27일  
(11) 등록번호 10-2081791  
(24) 등록일자 2020년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C07D 403/14 (2006.01) C07D 209/82 (2006.01)  
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0091433  
(22) 출원일자 2012년08월21일  
심사청구일자 2017년08월01일  
(65) 공개번호 10-2013-0045165  
(43) 공개일자 2013년05월03일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2011-187669 2011년08월30일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2006016384 A\*  
KR1020060004936 A\*  
KR1020030084713 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼  
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
(72) 발명자  
세오 사토시  
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내  
시타가키 사토코  
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
황의만

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 지무근

(54) 발명의 명칭 복소 고리 화합물, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

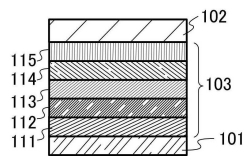
(57) 요약

본 발명은 발광층의 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 사용할 수 있는 신규 복소 고리 화합물을 제공한다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자, 발광 효율이 높은 발광 소자, 수명이 긴 발광 소자를 각각 제공한다.

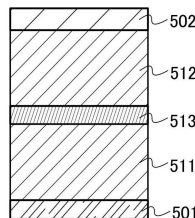
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

(A)



(B)



디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 하나의 방향족 탄화수소기가 결합되고, 상기 방향족 탄화수소기에 2개의 정공 수송 골격이 더 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 제공한다. 또한, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물을 제공한다.



다만, 상기 일반식(G1)에서  $A^1$  및  $A^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸 골격, 치환 또는 무치환의 디벤조푸란 골격, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜 골격 중 어느 것을 나타낸다. 또한, B는 치환 또는 무치환의 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 골격을 나타낸다. 또한, Ar는 탄소수가 6 내지 13인 아렌 골격을 나타낸다.

(72) 발명자

**모리쿠보 미야코**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

**하시모토 나오히로**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

**이시소네 타카히로**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

**타케다 요코**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

**세오 히로미**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

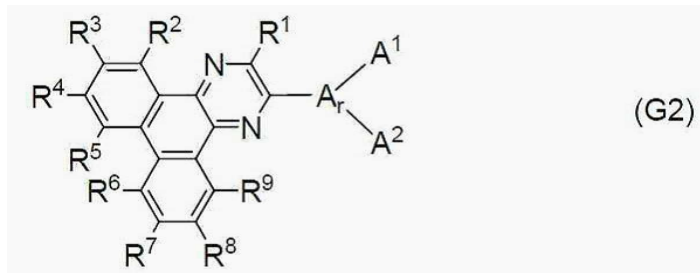
삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

일반식(G2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



상기 일반식(G2)에서

$A^1$  및  $A^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기, 및 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜닐기 중 어느 하나를 나타내고,

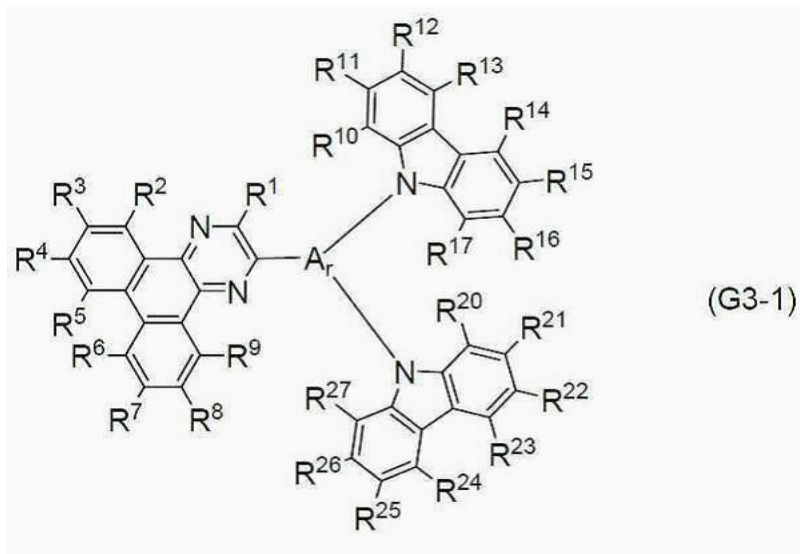
Ar은 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고,

$R^1$ 은 수소를 나타내고,

$R^2$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 및 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

청구항 7

일반식(G3-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



상기 일반식(G3-1)에서

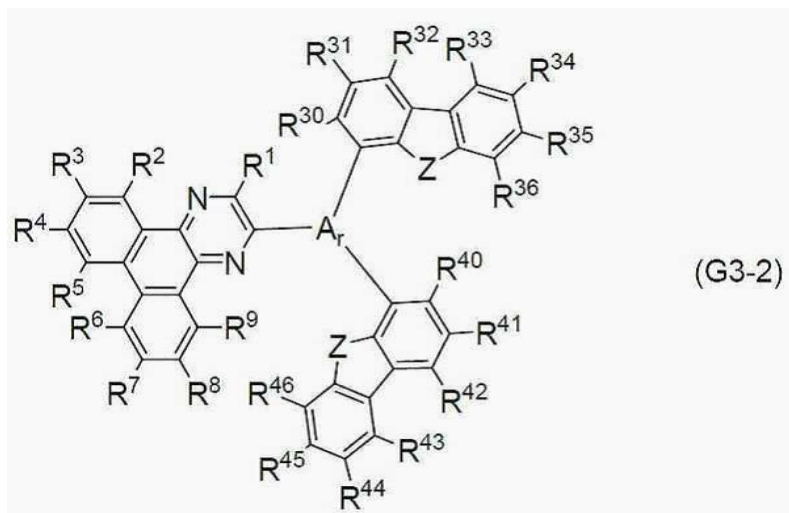
Ar은 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고,

R<sup>1</sup>은 수소를 나타내고,

R<sup>2</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>18</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 및 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

청구항 8

일반식(G3-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



상기 일반식(G3-2)에서

Ar은 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고,

R<sup>1</sup>은 수소를 나타내고,

R<sup>2</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>36</sup>, 및 R<sup>40</sup> 내지 R<sup>46</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 및 탄소수가 6



내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타내고,  
Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

**청구항 9**

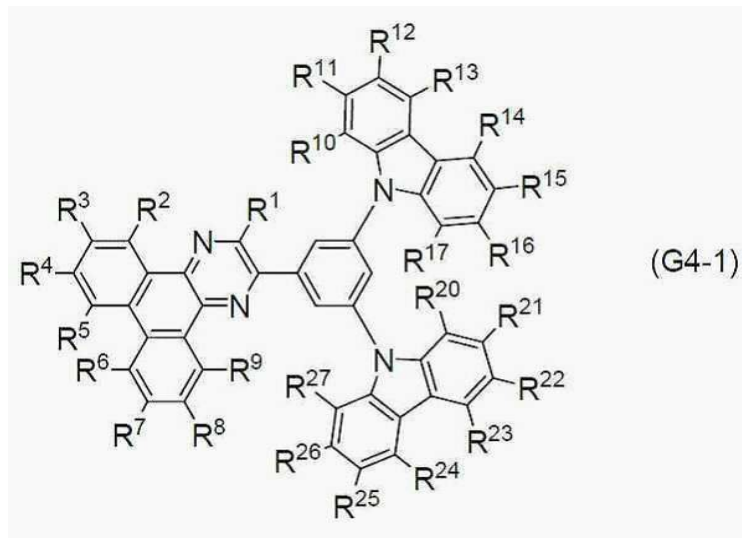
제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 갖는, 복소 고리 화합물.

**청구항 10**

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 갖고,  
상기 치환기 중 2개는 서로 결합하여 고리를 형성하는, 복소 고리 화합물.

**청구항 11**

일반식(G4-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



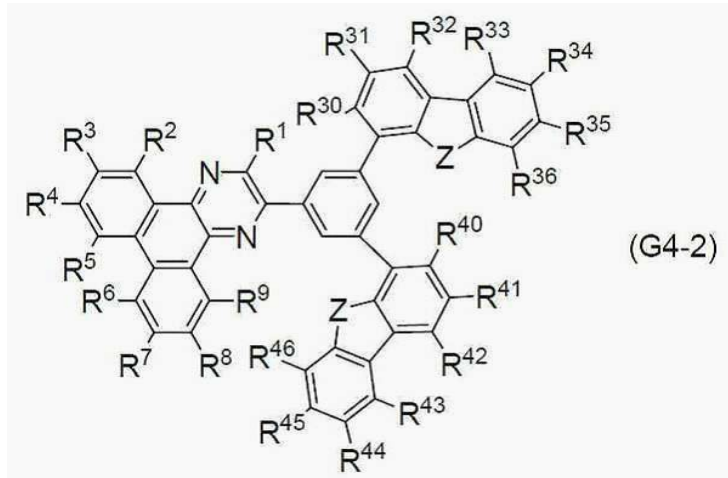
상기 일반식(G4-1)에서

R<sup>1</sup>은 수소를 나타내고,

R<sup>2</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>20</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 및 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

청구항 12

일반식(G4-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



상기 일반식(G4-2)에서

$R^1$  내지  $R^9$ ,  $R^{30}$  내지  $R^{36}$ , 및  $R^{40}$  내지  $R^{46}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 및 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타내고,

Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

청구항 13

삭제

청구항 14

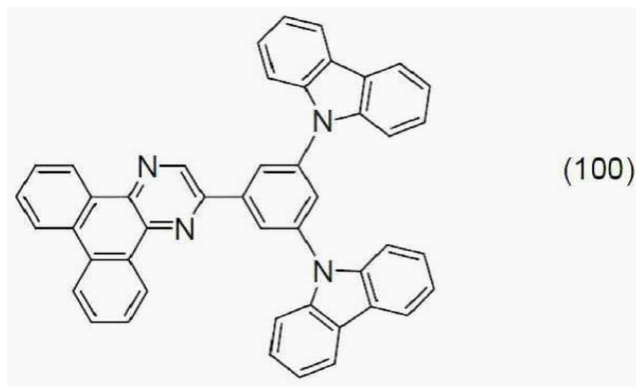
삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

구조식(100)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물.



청구항 17

발광 소자로서,

한 쌍의 전극; 및

상기 한 쌍의 전극 사이에 유기 화합물을 함유한 층을 포함하고,

상기 유기 화합물을 함유한 상기 층은 제 6 항, 제 7 항, 제 8 항, 제 11 항, 제 12 항, 및 제 16 항 중 어느 한 항에 따른 복소 고리 화합물을 포함하는, 발광 소자.

**청구항 18**

제 17 항에 따른 발광 소자를 포함하는 발광 장치.

**청구항 19**

제 17 항에 따른 발광 소자를 포함하는 전자 기기.

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 복소 고리 화합물, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 박형 경량, 입력 신호에 대한 고속 응답성, 저소비 전력 등의 장점을 갖기 때문에, 차세대 조명 장치나 표시 장치로서 유기 화합물을 발광 물질로서 사용한 발광 소자(유기 EL 소자)가 사용된 표시 장치의 개발이 가속되고 있다.

[0003] 유기 EL 소자는 전극들 사이에 개재(介在)된 발광층에 전압을 인가함으로써 전극으로부터 주입된 전자 및 정공이 재결합하여 발광 물질이 여기 상태가 되고 그 여기 상태가 기저 상태로 되돌아갈 때 발광한다. 발광 물질로부터 방출되는 빛의 파장은 그 발광 물질에 특유한 것이고 상이한 종류의 유기 화합물을 발광 물질로서 사용함으로써 다양한 파장 즉 다양한 색깔의 발광을 나타내는 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0004] 디스플레이 등 화상을 표시하는 것을 염두에 둔 표시 장치의 경우에는, 풀 컬러의 영상을 재현하기 위하여 적어도 적색, 녹색, 청색의 3가지 색깔의 빛을 얻을 필요가 있다.

[0005] 또한, 조명 장치로서 사용하는 경우에는, 높은 연색성(演色性)을 얻기 위하여 가시광 영역에서 골고루 파장 성분을 갖는 빛을 얻는 것이 이상적이고, 현실적으로는 상이한 파장의 빛을 2종류 이상 합성함으로써 얻어지는 빛이 조명 용도로서 사용되는 일이 많다. 또한, 적색, 녹색, 청색의 3가지 색깔의 빛을 합성함으로써 높은 연색성을 갖는 백색광을 얻을 수 있는 것이 알려져 있다.

[0006] 상술한 바와 같이 발광 물질이 방출하는 빛은 그 물질에 고유한 것이다. 그러나, 수명, 소비 전력, 발광 효율 등 발광 소자로서 중요한 성능은 발광을 나타내는 물질에만 의존하는 것이 아니며, 발광층 외의 층, 소자 구조, 발광 중심 물질의 성질과 호스트 재료의 성질 또 이들이 맞는지 여부, 캐리어 밸런스 등도 크게 영향을 준다. 따라서, 이 분야의 성숙을 위해서는 다양한 종류의 발광 소자용 재료가 필요하게 되는 것은 틀림이 없다. 상술한 이유로 다양한 분자 구조를 갖는 발광 소자용 재료가 제안되어 있다.

[0007] 그런데, 일렉트로루미네선스를 이용한 발광 소자의 경우에는, 1중항 여기 상태에 대한 3중항 여기 상태의 발생 비율은 1대 3인 것이 일반적으로 알려져 있다. 따라서, 원리상은 3중항 여기 상태를 발광으로 바꿀 수 있는 인광 재료를 발광 중심 물질로서 사용한 발광 소자는 1중항 여기 상태를 발광으로 바꿀 수 있는 형광 재료를 발광 중심 물질로서 사용한 발광 소자보다 높은 발광 효율을 얻을 수 있다.

[0008] 그러나, 어느 물질에서는 3중항 여기 상태가 그 물질의 1중항 여기 상태보다 에너지적으로 작은 위치에 있기 때문에 동일 파장의 형광을 방출하는 물질과 인광을 방출하는 물질을 비교하면 인광을 방출하는 물질이 더 큰 밴드갭(band gap)을 갖는다.

[0009] 호스트-게스트형 발광층에서 호스트 재료가 되는 물질이나, 발광층과 접촉되는 각 수송층을 구성하는 물질은 여기 에너지를 효율적으로 발광 중심 물질로부터의 발광으로 바꾸기 위하여 발광 중심 물질보다 큰 밴드갭 또는 3중항 여기 에너지(3중항 여기 상태와 1중항 기저 상태의 에너지 차이)를 갖는 물질이 사용된다.

[0010] 따라서, 인광 발광을 효율적으로 얻기 위하여 매우 큰 밴드갭을 갖는 호스트 재료 및 캐리어 수송 재료가 필요하다. 그러나, 발광 소자용 재료로서 양호한 특성을 가지면서 충분히 큰 밴드갭을 갖는 재료의 베리에이션은 아직 그다지 많지 않고, 상술한 바와 같이 발광 소자의 성능이 물질들의 성질이 잘 맞는지 여부에도 의존하는 것을 고려하면 양호한 특성을 갖는 발광 소자를 제작할 수 있는 재료의 베리에이션은 결코 충분하다고는 말하기 어렵다.

[0011] 또한, 1중항 여기 에너지(기저 상태와 1중항 여기 상태 사이의 에너지 차이)는 3중항 여기 에너지보다 크기 때문에 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 큰 1중항 여기 에너지도 갖는다. 따라서, 상술한 바와 같은 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 형광성 화합물을 발광 물질로서 사용한 발광 소자에도 유익하다.

[0012] 인광성 화합물을 게스트 재료로서 사용하는 경우의 호스트 재료의 일례로서 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리를 갖는 화합물이 연구되고 있다(예를 들어 특허문헌 1 및 특허문헌 2).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0013] (특허문헌 0001) 국제 공개 제03/058667호  
(특허문헌 0002) 일본국 특개 2007-189001호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 그러나, 상기 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리를 갖는 화합물은 평면적인 구조를 갖기 때문에 결정화하기 쉽다. 결정화하기 쉬운 화합물을 사용한 발광 소자는 수명이 짧다. 또한, 결정화를 억제하는 목적으로 상기 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리를 갖는 화합물을 입체적으로 부피가 큰 구조로 하기 위해서는 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리에 다른 골격을 결합시키면 좋지만, 이들을 직접 결합시키면 공액계가 확장되어 3중항 여기 에너지의 저하를 일으킬 수 있다. 3중항 여기 에너지가 작은 화합물을 사용한 인광 발광 소자에서는 높은 발광 효율을 얻기 어렵다.
- [0015] 또한, 퀴녹살린 골격은 정공 수용성이 부족하다. 정공을 용이하게 받을 수 없는 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용하면 전자와 정공의 재결합 영역이 발광층의 계면에 집중되어 발광 소자의 수명의 저하나 발광 효율의 저하를 초래한다.
- [0016] 따라서, 본 발명의 일 형태는 발광 소자에서 발광층의 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 사용할 수 있는 신규 복소 고리 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 특히, 인광성 화합물을 발광 물질에 사용하는 경우의 호스트 재료로서 바람직하게 사용할 수 있는 신규 복소 고리 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 또한, 저소비 전력이며 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 실현하기 위하여 구동 전압이 낮은 발광 소자, 전류 효율이 높은 발광 소자, 또는 수명이 긴 발광 소자가 요구된다.
- [0018] 본 발명의 일 형태는 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 전류 효율이 높은 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 수명이 긴 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 발명의 일 형태는 상기 발광 소자를 사용함으로써 소비 전력이 저감된 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 본 발명은 상기 과제 중 어느 하나를 해결하면 좋다.

**과제의 해결 수단**

- [0020] 퀴녹살린 골격을 갖는 화합물은 전자 수송성이 높기 때문에 발광 소자에 사용함으로써 구동 전압이 낮은 소자를 실현할 수 있다. 한편, 퀴녹살린 골격은 평면적인 구조이기 때문에 결정화하기 쉽고, 상기 화합물을 사용하면 수명이 긴 발광 소자를 얻기 어려운 문제가 있다. 또한, 퀴녹살린 골격은 정공 수용성이 부족하다. 정공을 용이하게 받을 수 없는 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용하면 전자와 정공의 재결합 영역이 발광층의 계면에 집중되어 발광 소자의 수명의 저하나 발광 효율의 저하를 더 초래한다. 이들 과제를 해결하기 위해서는 정공 수송 골격을 분자 내에 도입하는 방법이 생각되지만, 퀴녹살린 골격과 정공 수송 골격을 직접 결합시키면 공액계가 확장되어 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하가 일어난다. 밴드갭이나 3중항 여기 에너지가 작은 화합물을 호스트 재료로서 사용한 발광 소자에서는 단파장의 발광을 효율적으로 얻기 어렵다.
- [0021] 그러나, 본 발명자들은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 상기 과제를 해결할 수 있는 것을 찾아냈다.
- [0022] 즉 본 발명의 일 형태는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자다.
- [0023] 본 발명의 일 형태에 적용하는 화합물은 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리에 추가적으로 정공 수송 골격을 2개 갖기 때

문에 정공을 받기 용이하다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용함으로써 전자와 정공의 재결합이 발광층 내에서 행해지기 때문에 발광 소자의 수명의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 상기 화합물은 정공 수송 골격이 2개 도입됨으로써 입체적으로 부피가 큰 구조가 되어 막으로 한 경우에 결정화하기 어렵다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 게다가 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리와 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소 골격이 존재하기 때문에 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리와 정공 수송 골격이 직접 결합된 경우보다 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 전류 효율이 높은 소자를 실현할 수 있다.

[0024] 상기 이유로 상술한 화합물은 발광 소자나 유기 트랜지스터 등의 유기 디바이스의 재료로서 바람직하게 사용할 수 있다.

[0025] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소는 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리의 2위치에 결합된 것이 바람직하다.

[0026] 정공 수송 골격으로서는  $\pi$ 과잉계 헤테로 방향 고리가 바람직하다.  $\pi$ 과잉계 헤테로 방향 고리로서는 카르바졸 고리, 디벤조푸란 고리, 또는 디벤조티오펜 고리가 바람직하다.

[0027] 방향족 탄화수소로서는 치환 또는 무치환의 페닐기인 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 상술한 바와 같이 하여 얻어진 본 발명의 일 형태인 발광 소자는 구동 전압이 낮고 전류 효율이 높고 수명이 길기 때문에 이 발광 소자를 사용한 발광 장치(화상 표시 디바이스)는 저소비 전력을 실현할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용한 발광 장치이다. 또한, 이 발광 장치를 표시부에 사용한 전자 기기 및 발광부에 사용한 조명 장치도 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.

[0029] 또한, 본 명세서에서 발광 장치란 발광 소자를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한, 발광 소자에 커넥터 예를 들어 이방 도전성 필름, TAB(Tape Automated Bonding) 테이프, TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TAB 테이프나 TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식으로 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함되는 것으로 한다. 또한, 조명 기구 등에 사용되는 발광 장치도 포함되는 것으로 한다.

[0030] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물로서 다음과 같은 복소 고리 화합물을 들 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 형태는 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0032] [일반식(G1)]

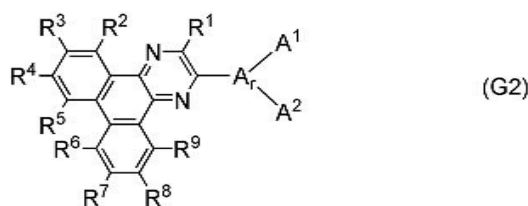


[0033]

[0034] 상기 일반식(G1)에서  $A^1$  및  $A^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, B는 치환 또는 무치환의 디벤조[*f,h*]퀴놀살린릴기를 나타낸다. 또한,  $A_r$ 는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다.

[0035] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0036] [일반식(G2)]



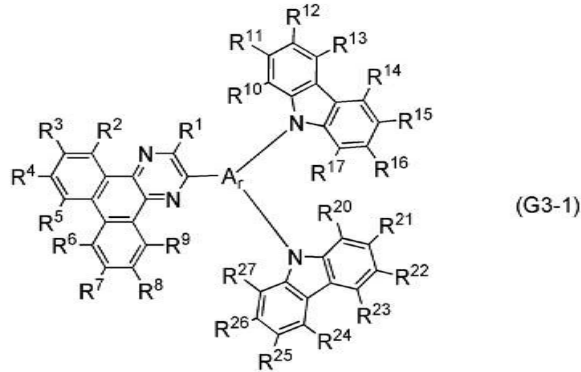
[0037]

[0038] 상기 일반식(G2)에서  $A^1$  및  $A^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조

푸라닐기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜일기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0039] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G3-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0040] [일반식(G3-1)]

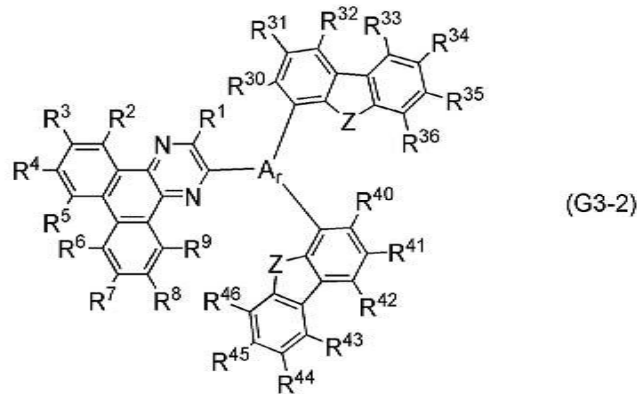


[0041]

[0042] 상기 일반식(G3-1)에서 Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>20</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0043] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G3-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0044] [일반식(G3-2)]



[0045]

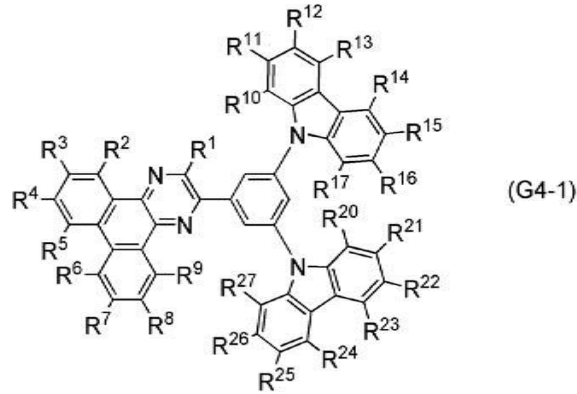
[0046] 상기 일반식(G3-2)에서 Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>36</sup>, 및 R<sup>40</sup> 내지 R<sup>46</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0047] 일반식(G3-1) 및 일반식(G3-2)에서 Ar는 치환 또는 무치환의 벤젠트리일기, 치환 또는 무치환의 비페닐트리일기 중 어느 것인 것이 바람직하다. Ar는 치환 또는 무치환의 벤젠트리일기인 것이 특히 바람직하다.

[0048] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.



[0049] [일반식(G4-1)]

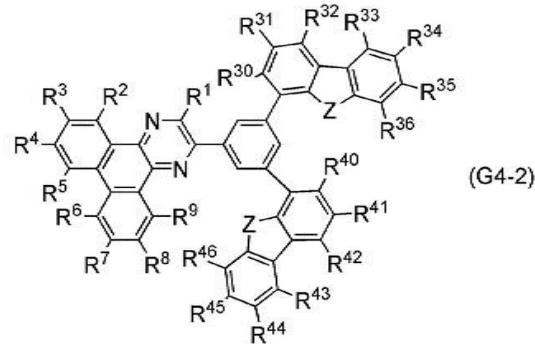


[0050]

[0051] 상기 일반식(G4-1)에서 R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>20</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0052] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0053] [일반식(G4-2)]

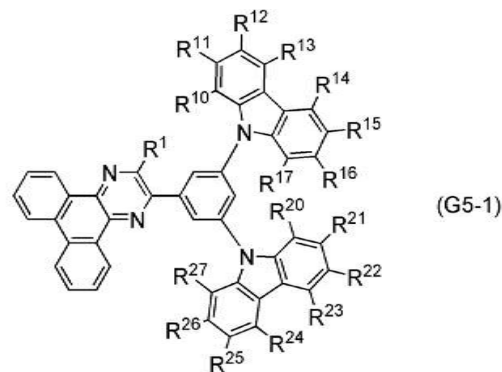


[0054]

[0055] 상기 일반식(G4-2)에서 R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>36</sup>, 및 R<sup>40</sup> 내지 R<sup>46</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0056] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G5-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0057] [일반식(G5-1)]



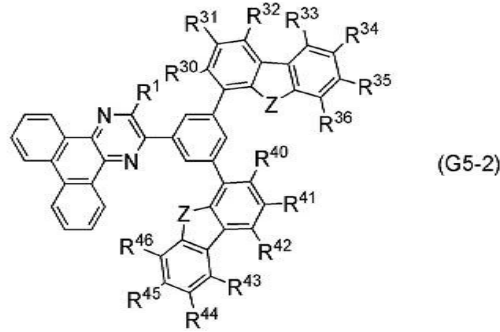
[0058]

[0059] 상기 일반식(G5-1)에서 R<sup>1</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>20</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0060] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G5-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.



[0061] [일반식(G5-2)]

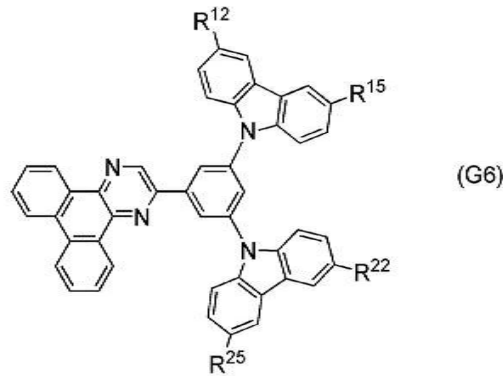


[0062]

[0063] 상기 일반식(G5-2)에서 R<sup>1</sup>, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>36</sup>, 및 R<sup>40</sup> 내지 R<sup>46</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0064] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G6)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0065] [일반식(G6)]

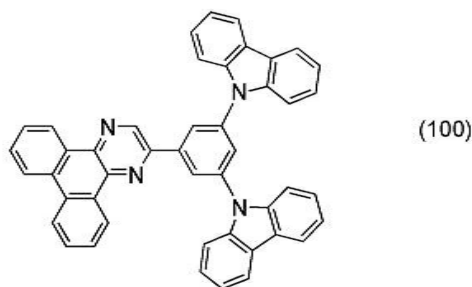


[0066]

[0067] 상기 일반식(G6)에서 R<sup>12</sup>, R<sup>15</sup>, R<sup>22</sup>, 및 R<sup>25</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0068] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 구조식(100)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0069] [구조식(100)]



[0070]

[0071] 상술한 복소 고리 화합물은 "2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물"이라고 표현할 수도 있으므로 상술한 복소 고리 화합물을 사용한 발광 소자도 본 발명의 일 형태에 포함된다. 또한, 이 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치도 본 발명의 일 형태에 포함된다.

[0072] 본 발명의 일 형태는 발광 소자에서 발광층의 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 바람직하게 사용할 수 있는 신규 복소 고리 화합물이다. 본 발명의 일 형태는 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 전류 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 수명이 긴 발

광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 저감된 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

**발명의 효과**

[0073] 본 발명의 일 형태는 발광 소자에서 발광층의 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 바람직하게 사용할 수 있는 신규 복소 고리 화합물이다. 본 발명의 일 형태는 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 전류 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 수명이 긴 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 저감된 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0074] 도 1(A) 및 도 1(B)는 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 설명하기 위한 도면.  
 도 2(A) 및 도 2(B)는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 3(A) 및 도 3(B)는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 4(A), 도 4(B1), 도 4(B2), 도 4(C), 및 도 4(D)는 본 발명의 일 형태인 전자 기기를 설명하기 위한 도면.  
 도 5는 본 발명의 일 형태인 액정 표시 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 6은 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 7은 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 8은 본 발명의 일 형태인 전자 기기를 설명하기 위한 도면.  
 도 9(A) 및 도 9(B)는 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 설명하기 위한 도면.  
 도 10(A) 및 도 10(B)는 2Cz2PDBq의 <sup>1</sup>H NMR 측정 차트.  
 도 11(A) 및 도 11(B)는 2Cz2PDBq의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.  
 도 12는 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.  
 도 13은 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.  
 도 14는 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 나타내는 도면.  
 도 15(A) 및 도 15(B)는 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐보론산의 NMR을 측정 차트.  
 도 16(A) 및 도 16(B)는 2DBT2PDBq-II의 NMR 측정 차트.  
 도 17(A)는 2DBT2PDBq-II의 흡수 스펙트럼이고, 도 17(B)는 2DBT2PDBq-II의 발광 스펙트럼.  
 도 18 및 도 18(B)는 2DBT2PDBq-II의 LC/MS 측정 결과(50eV).  
 도 19 및 도 19(B)는 2DBT2PDBq-II의 LC/MS 측정 결과(70eV).  
 도 20은 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성.  
 도 21은 발광 소자 2의 전압-휘도 특성.  
 도 22는 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성.  
 도 23은 발광 소자 2의 발광 스펙트럼.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0075] 본 발명의 실시형태 및 실시예에 대하여 도면을 사용하여 이하에 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 내용을 다양하게 변경할

수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하의 실시형태 및 실시예의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0076] (실시형태 1)

[0077] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 복소 고리 화합물에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태는 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0078] [일반식(G1)]

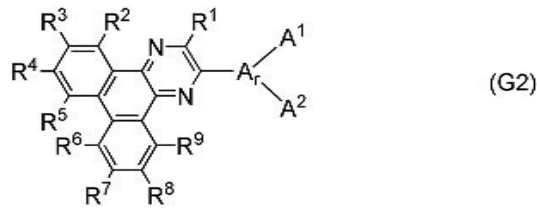


[0079]

[0080] 상기 일반식(G1)에서  $\text{A}^1$  및  $\text{A}^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜닐기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, B는 치환 또는 무치환의 디벤조[*f,h*]퀴놀살리닐기를 나타낸다. 또한, Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다.

[0081] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0082] [일반식(G2)]

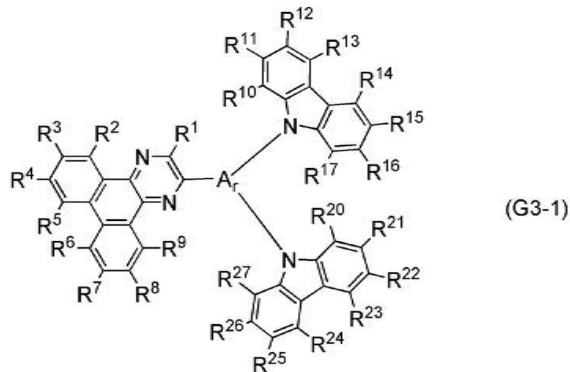


[0083]

[0084] 상기 일반식(G2)에서  $\text{A}^1$  및  $\text{A}^2$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜닐기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한,  $\text{R}^1$  내지  $\text{R}^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0085] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G3-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0086] [일반식(G3-1)]

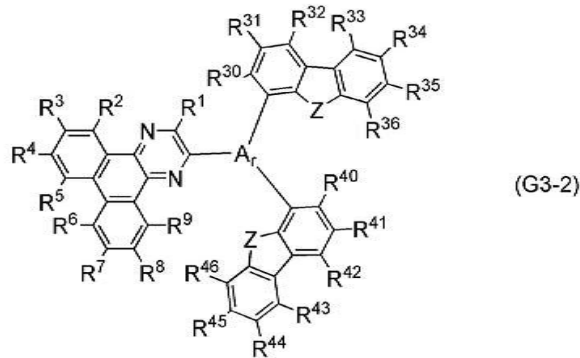


[0087]

[0088] 상기 일반식(G3-1)에서 Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한,  $\text{R}^1$  내지  $\text{R}^9$ ,  $\text{R}^{10}$  내지  $\text{R}^{17}$ , 및  $\text{R}^{20}$  내지  $\text{R}^{27}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0089] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G3-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0090] [일반식(G3-2)]



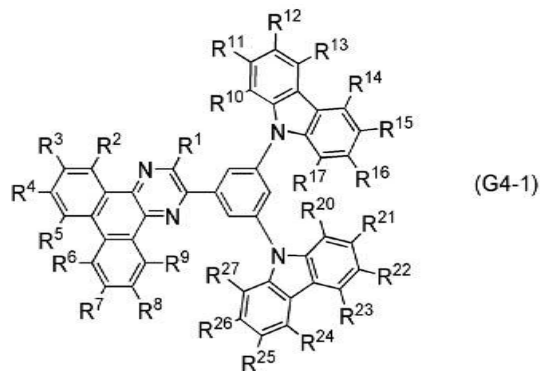
[0091]

[0092] 상기 일반식(G3-2)에서 Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋다. 또한, 방향족 탄화수소기가 갖는 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>36</sup>, 및 R<sup>40</sup> 내지 R<sup>46</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0093] 일반식(G3-1) 및 일반식(G3-2)에서 Ar는 치환 또는 무치환의 벤젠트리일기 또는 치환 또는 무치환의 비페닐트리일기인 것이 바람직하다. Ar가 치환 또는 무치환의 벤젠트리일기인 것이 특히 바람직하다. 또한, Ar가 치환 또는 무치환의 1,3,5-벤젠트리일기인 것이 바람직하다.

[0094] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0095] [일반식(G4-1)]

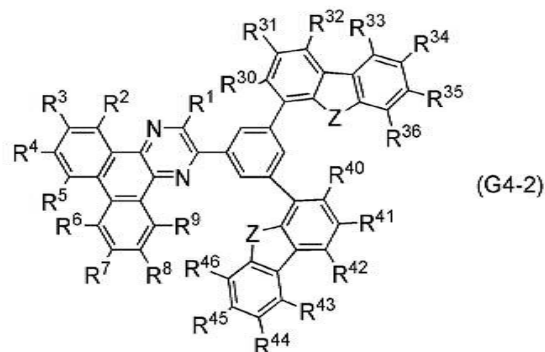


[0096]

[0097] 상기 일반식(G4-1)에서 R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>17</sup>, 및 R<sup>20</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0098] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0099] [일반식(G4-2)]

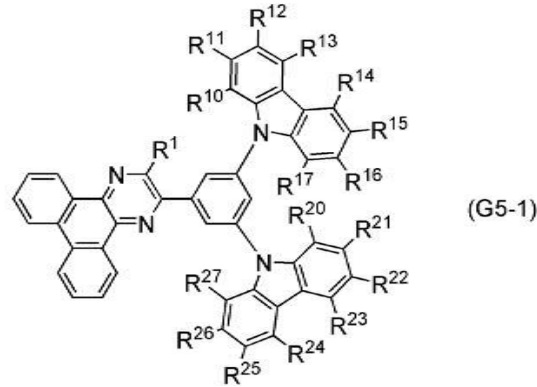


[0100]

[0101] 상기 일반식(G4-2)에서  $R^1$  내지  $R^9$ ,  $R^{30}$  내지  $R^{36}$ , 및  $R^{40}$  내지  $R^{46}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0102] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G5-1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0103] [일반식(G5-1)]

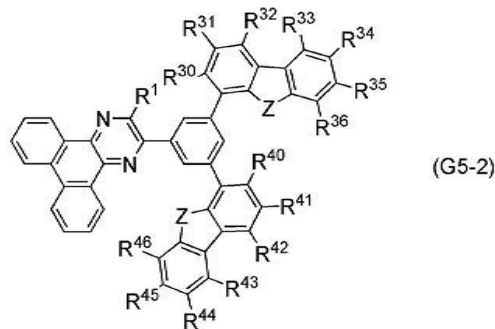


[0104]

[0105] 상기 일반식(G5-1)에서  $R^1$ ,  $R^{10}$  내지  $R^{17}$ , 및  $R^{20}$  내지  $R^{27}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0106] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G5-2)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0107] [일반식(G5-2)]

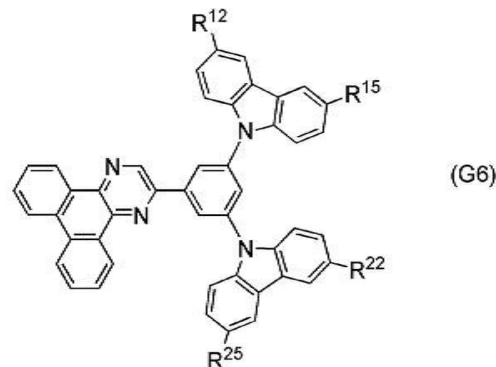


[0108]

[0109] 상기 일반식(G5-2)에서  $R^1$ ,  $R^{30}$  내지  $R^{36}$ , 및  $R^{40}$  내지  $R^{46}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, Z는 산소 또는 황을 나타낸다.

[0110] 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G6)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물이다.

[0111] [일반식(G6)]



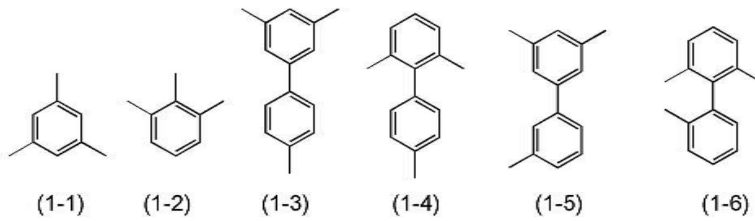
[0112]

[0113] 상기 일반식(G6)에서  $R^{12}$ ,  $R^{15}$ ,  $R^{22}$ , 및  $R^{25}$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다.

[0114] 상술한 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물이라고 표현할 수도 있으므로, 상술한 복소 고리 화합물을 사용한 발광 소자도 본 발명의 일 형태에 포함된다. 또한, 이 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치도 본 발명의 일 형태에 포함된다.

[0115] 일반식(G1), 일반식(G2), 일반식(G3-1), 및 일반식(G3-2)에서 Ar의 구체적인 구조로서는 예를 들어 하기 구조식(1-1) 내지 구조식(1-6)에 나타낸 치환기를 들 수 있다.

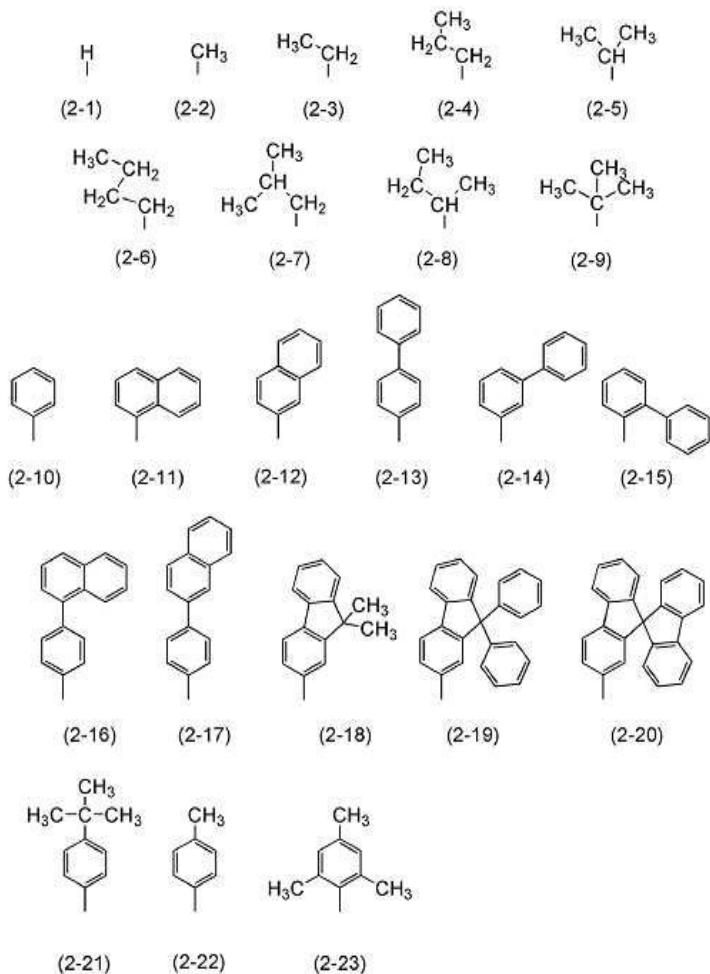
[구조식(1-1) 내지 구조식(1-6)]



[0117]

[0118] 일반식(G1), 일반식(G2), 일반식(G3-1), 일반식(G3-2), 일반식(G4-1), 일반식(G4-2), 일반식(G5-1), 일반식(G5-2), 및 일반식(G6)에서  $R^1$  내지  $R^9$ ,  $R^{10}$  내지  $R^{17}$ ,  $R^{20}$  내지  $R^{27}$ ,  $R^{30}$  내지  $R^{36}$ , 및  $R^{40}$  내지  $R^{46}$ 의 구체적인 구조로서는 예를 들어 하기 구조식(2-1) 내지 구조식(2-23)에 나타낸 치환기를 들 수 있다.

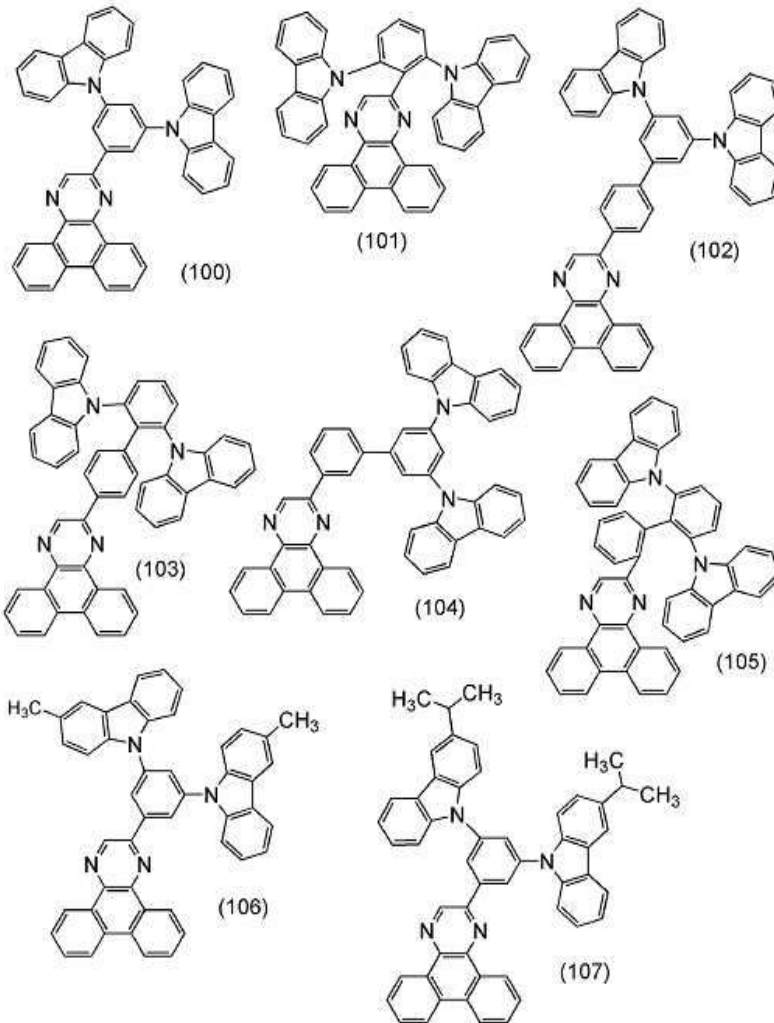
[구조식(2-1) 내지 구조식(2-23)]



[0120]

[0121] 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물의 구체적인 예로서는 구조식(100) 내지 구조식(155), 구조식(200) 내지 구조식(253), 및 구조식(300) 내지 구조식(353)으로 나타내어지는 복소 고리 화합물을 들 수 있다. 다만, 본 발명은 이들에 한정되지 않는다.

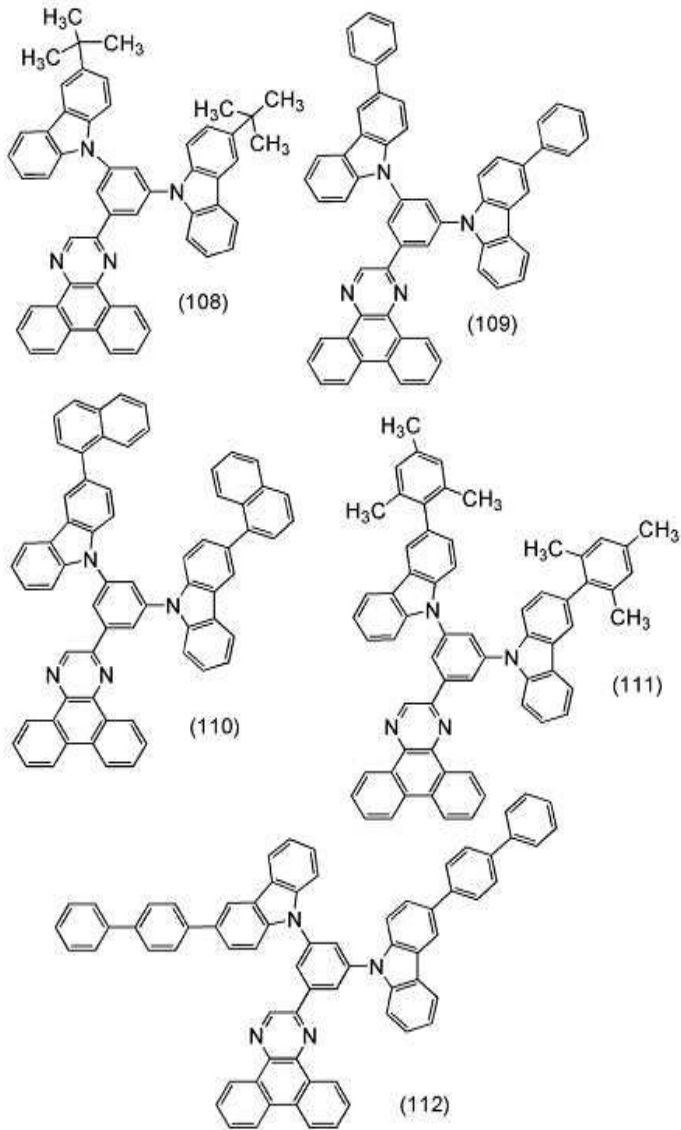
[0122] [구조식(100) 내지 구조식(107)]



[0123]



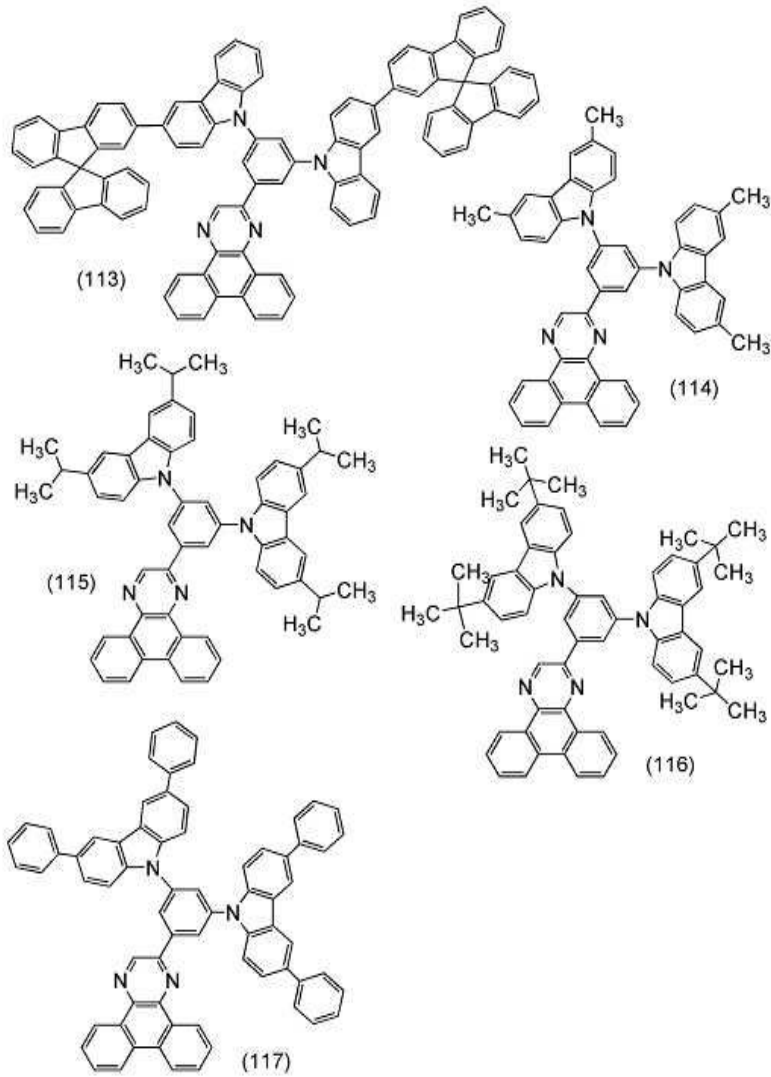
[0124] [구조식(108) 내지 구조식(112)]



[0125]

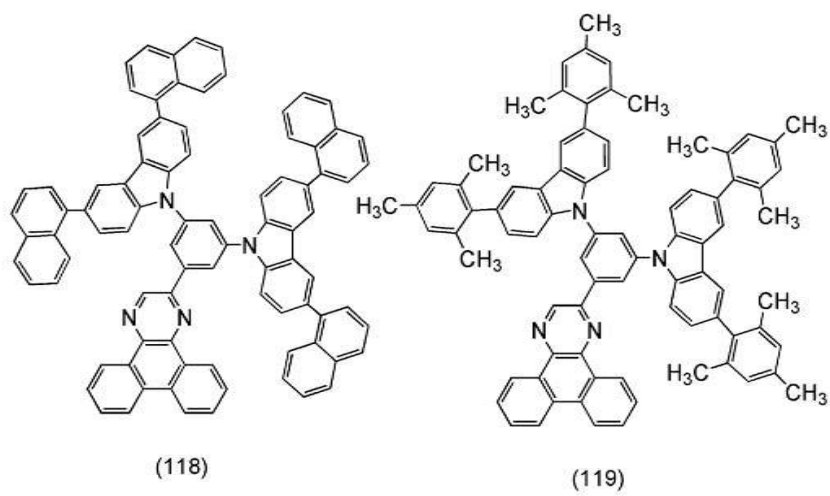


[0126] [구조식(113) 내지 구조식(117)]



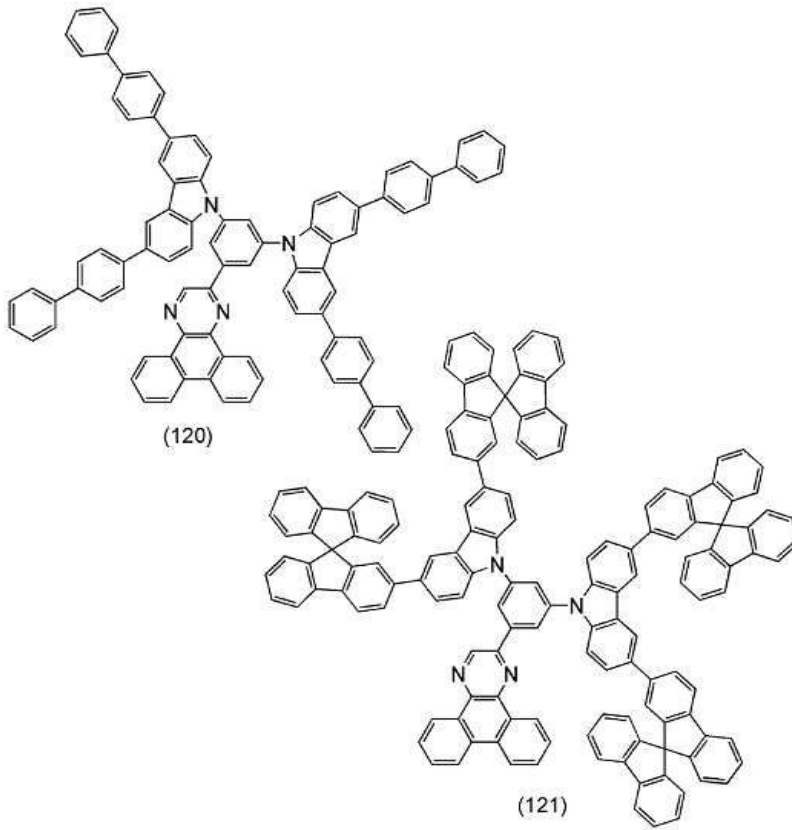
[0127]

[0128] [구조식(118) 및 구조식(119)]



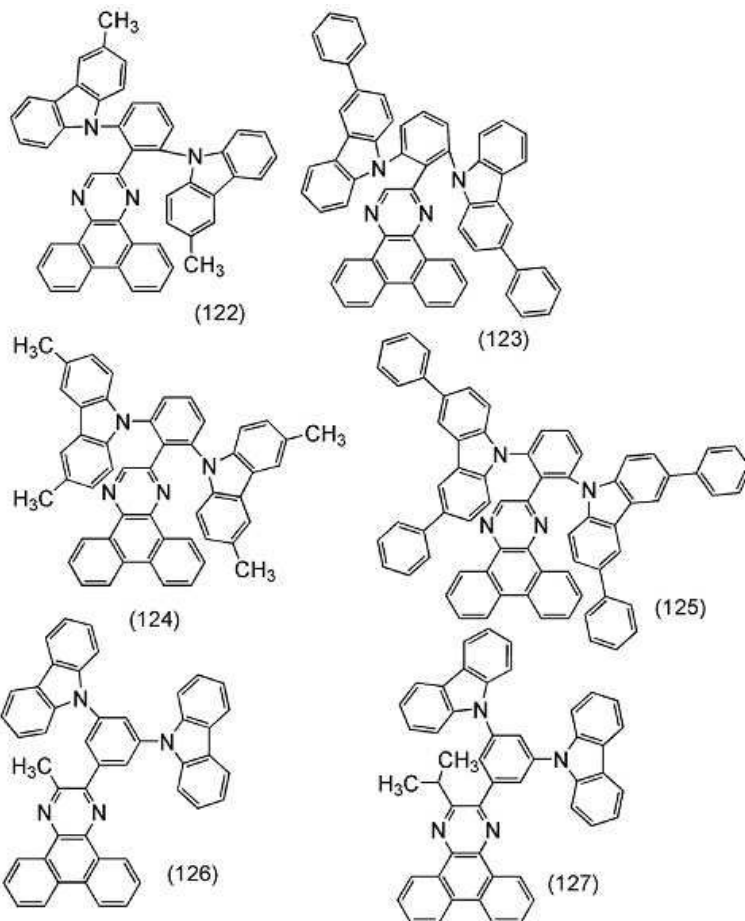
[0129]

[0130] [구조식(120) 및 구조식(121)]



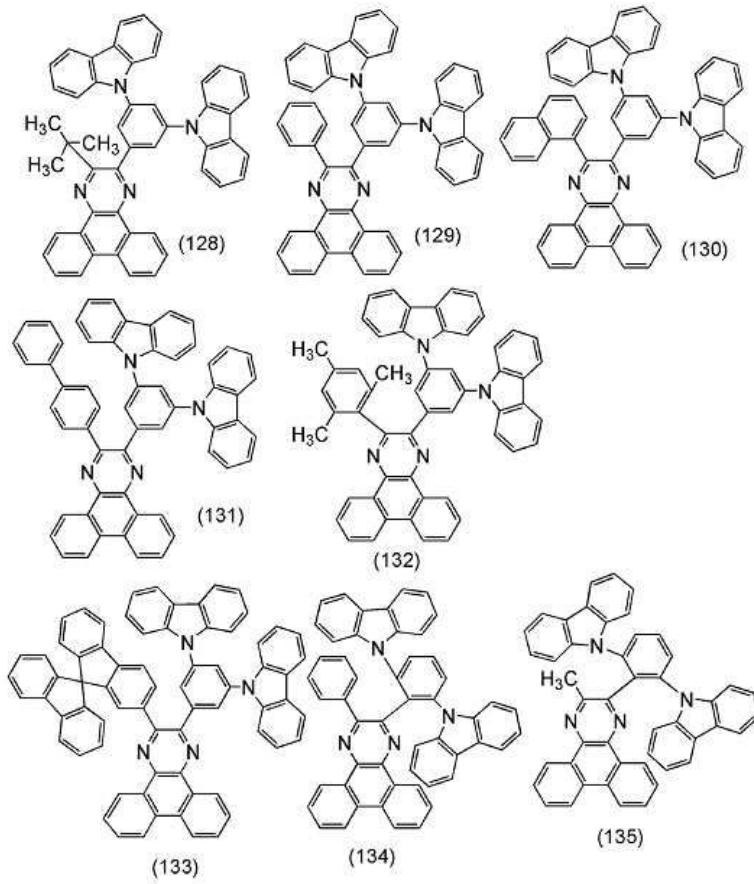
[0131]

[0132] [구조식(122) 내지 구조식(127)]



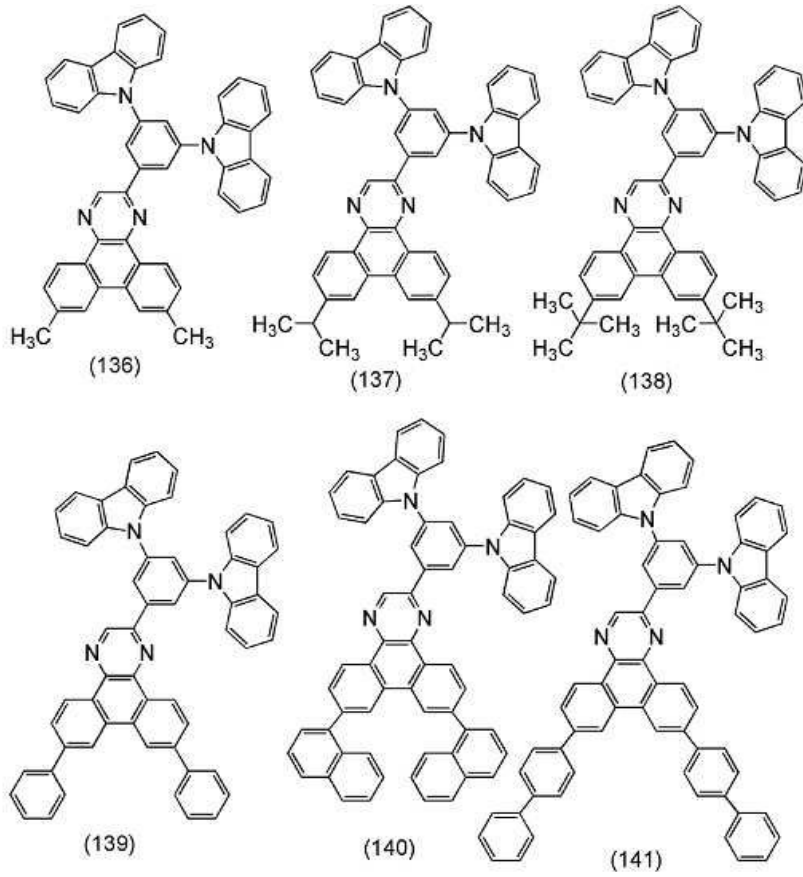
[0133]

[0134] [구조식(128) 내지 구조식(135)]



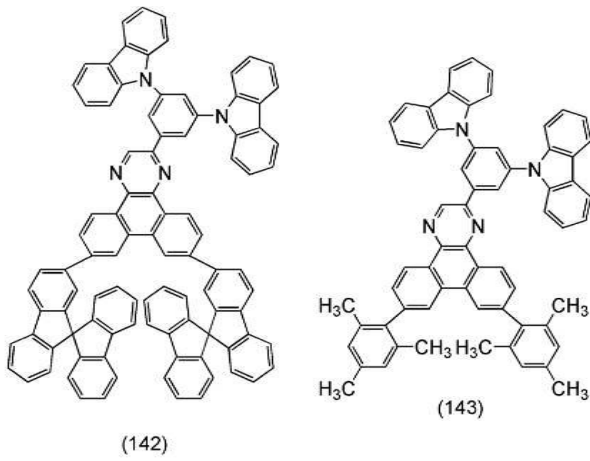
[0135]

[0136] [구조식(136) 내지 구조식(141)]



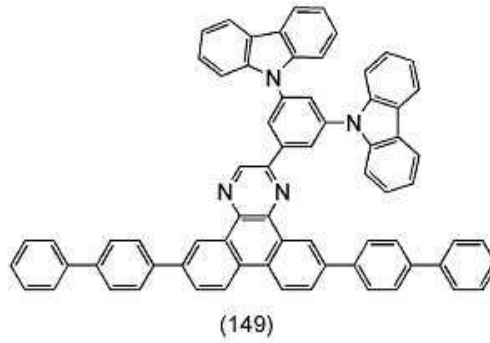
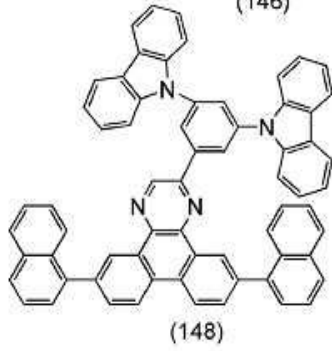
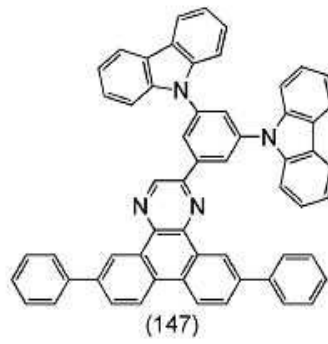
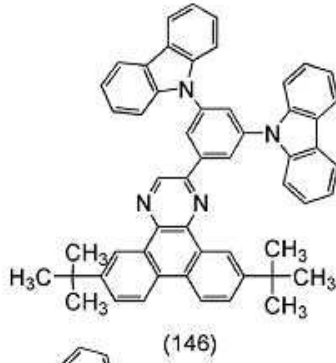
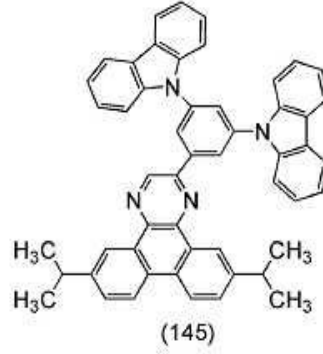
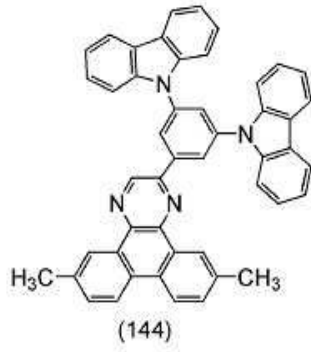
[0137]

[0138] [구조식(142) 및 구조식(143)]



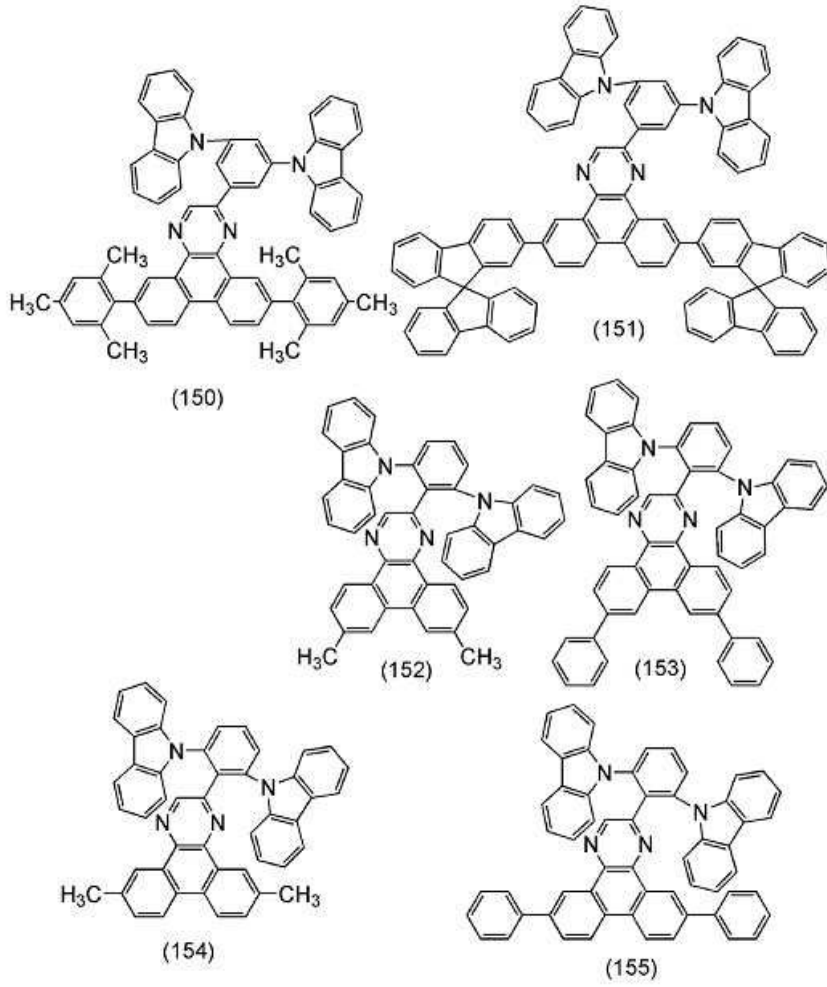
[0139]

[0140] [구조식(144) 내지 구조식(149)]



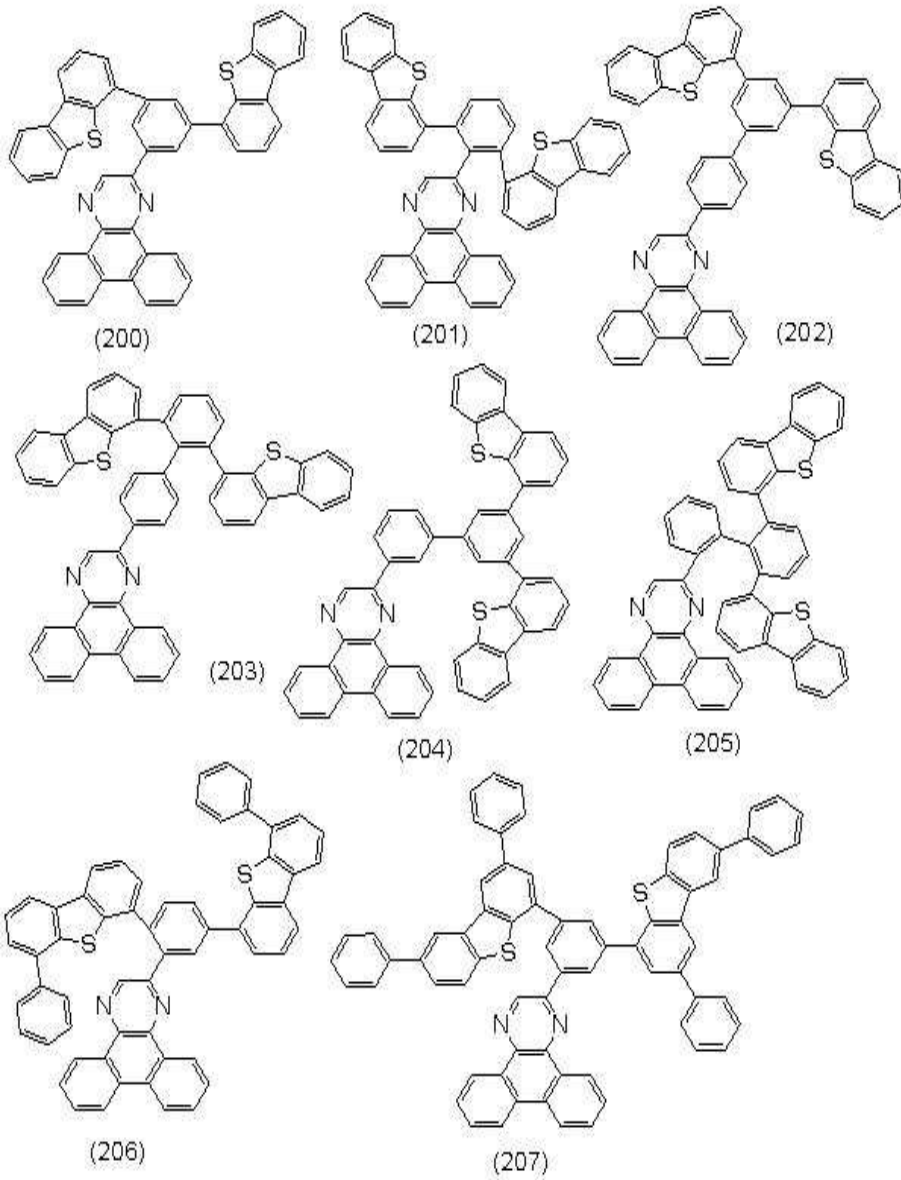
[0141]

[0142] [구조식(150) 내지 구조식(155)]



[0143]

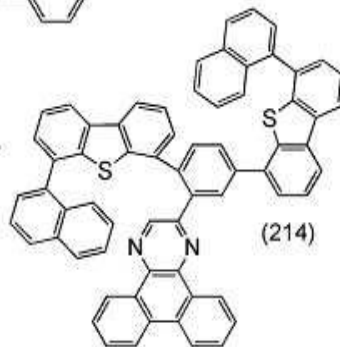
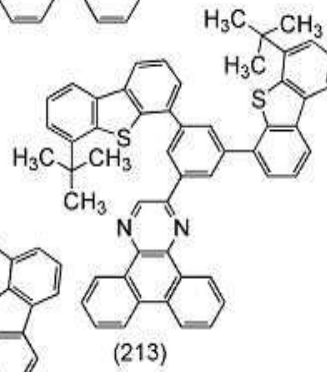
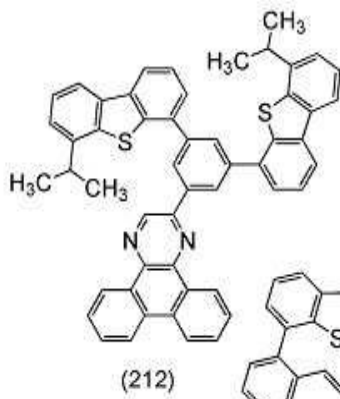
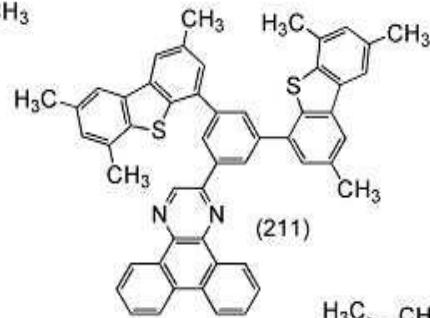
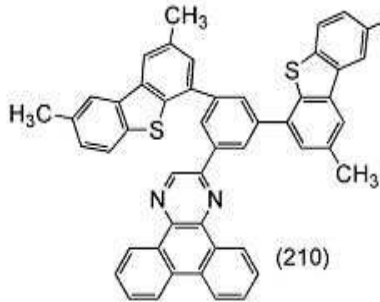
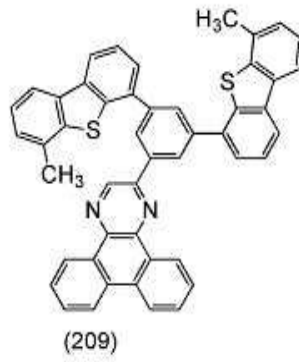
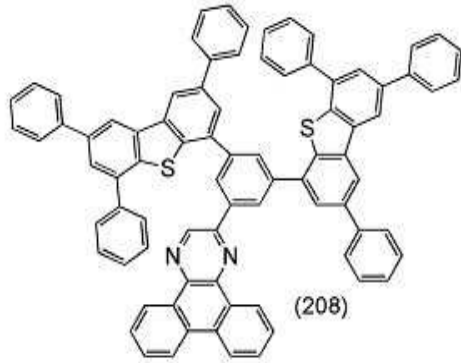
[0144] [구조식(200) 내지 구조식(207)]



[0145]



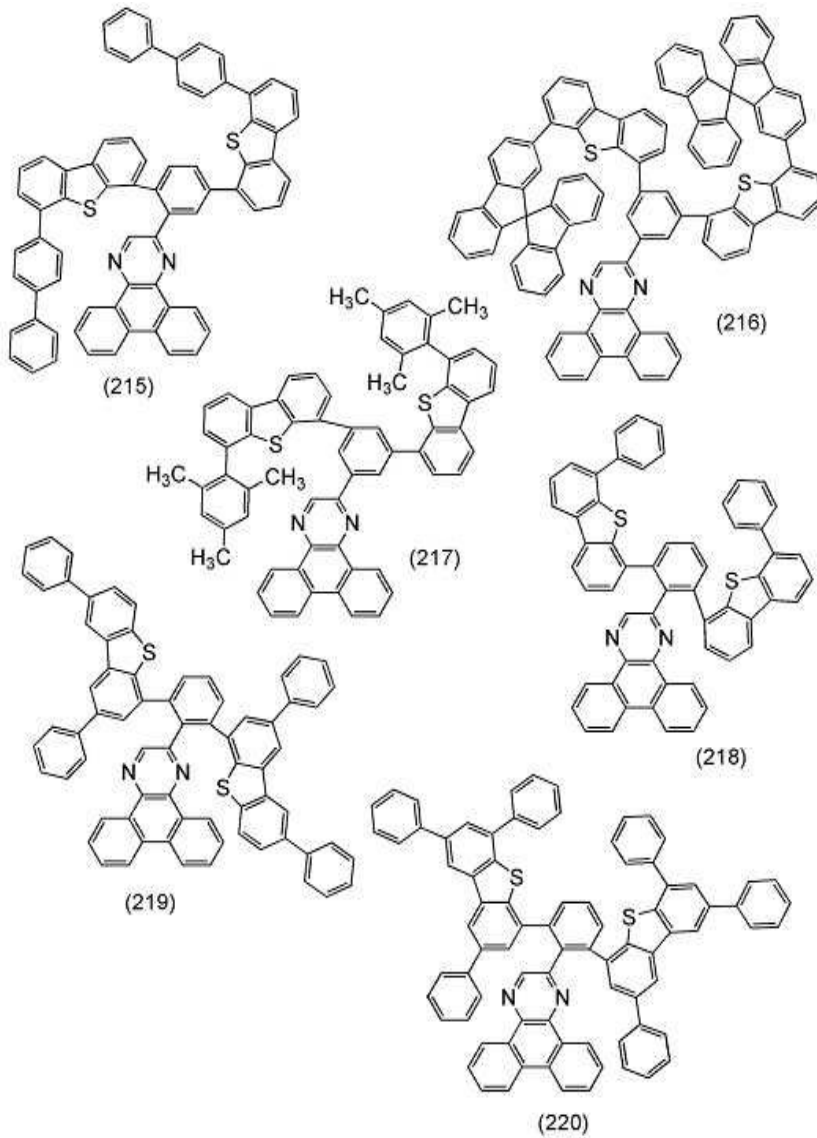
[0146] [구조식(208) 내지 구조식(214)]



[0147]

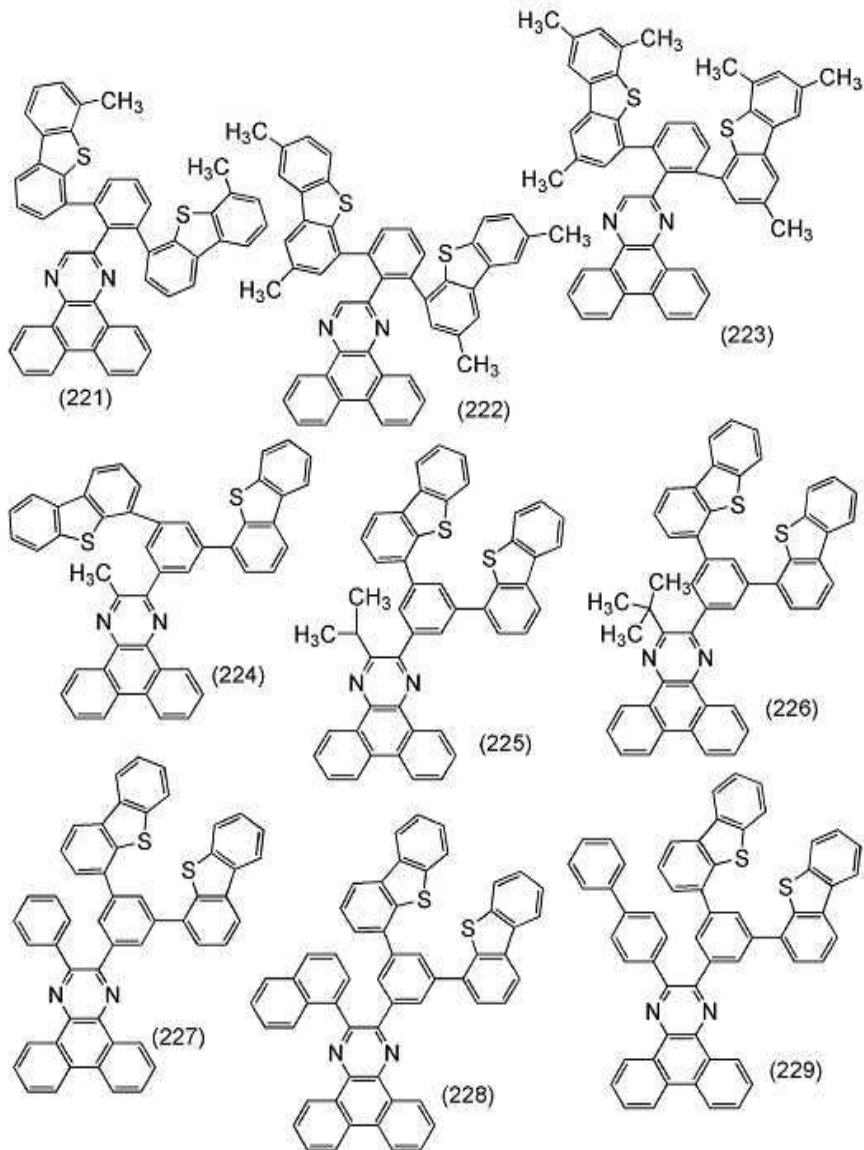


[0148] [구조식(215) 내지 구조식(220)]



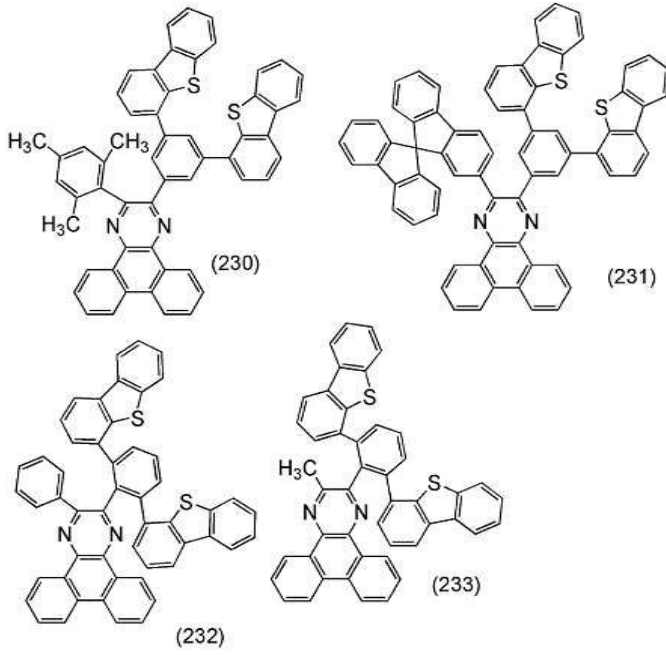
[0149]

[0150] [구조식(221) 내지 구조식(229)]



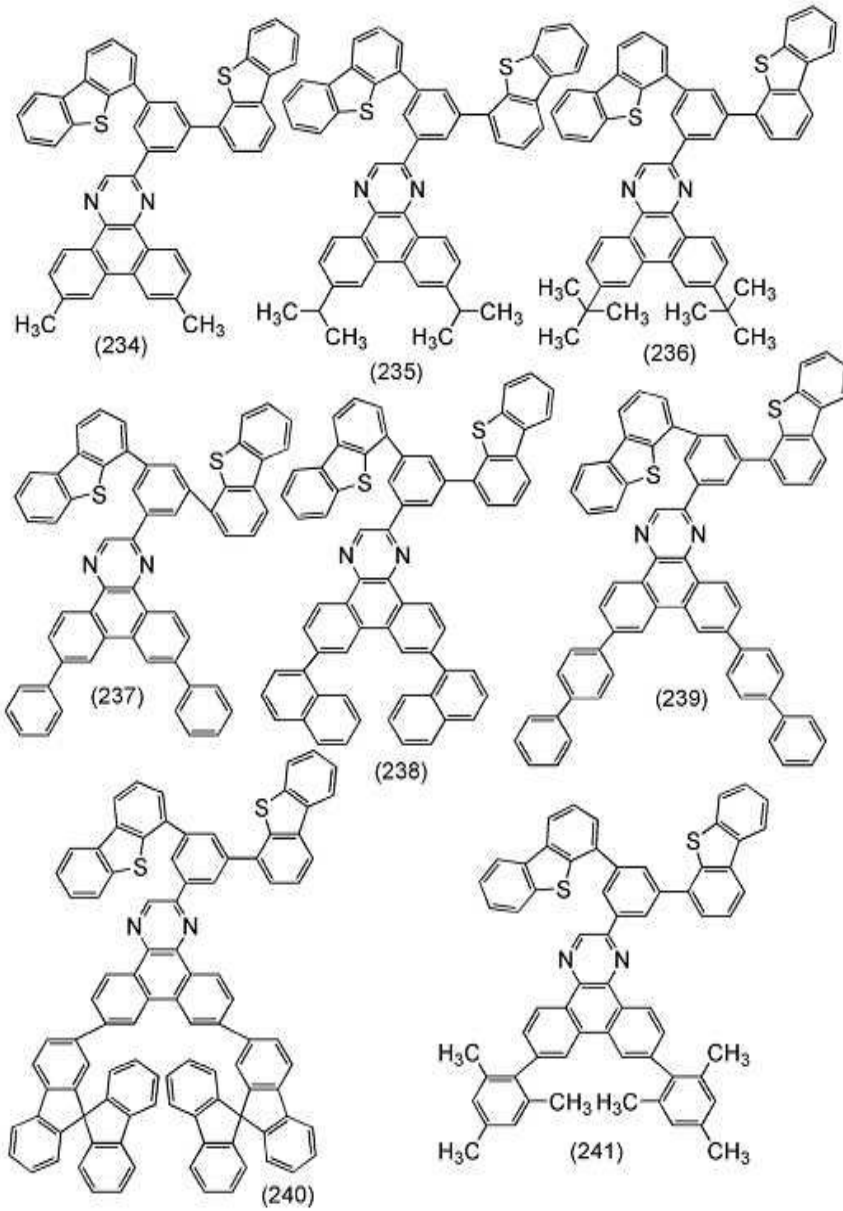
[0151]

[0152] [구조식(230) 내지 구조식(233)]



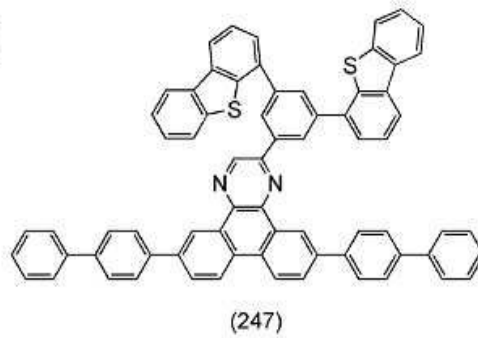
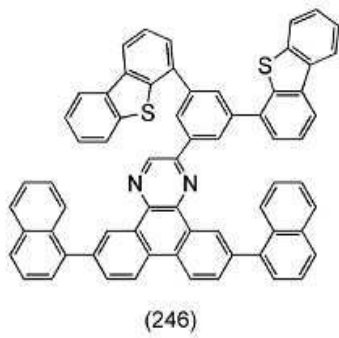
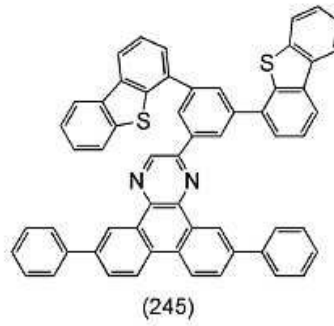
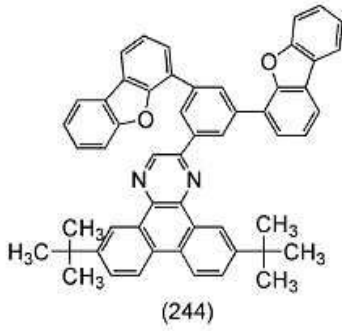
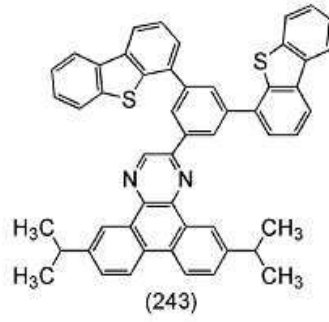
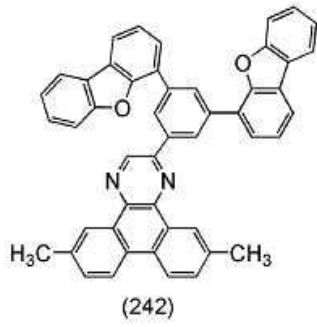
[0153]

[0154] [구조식(234) 내지 구조식(241)]



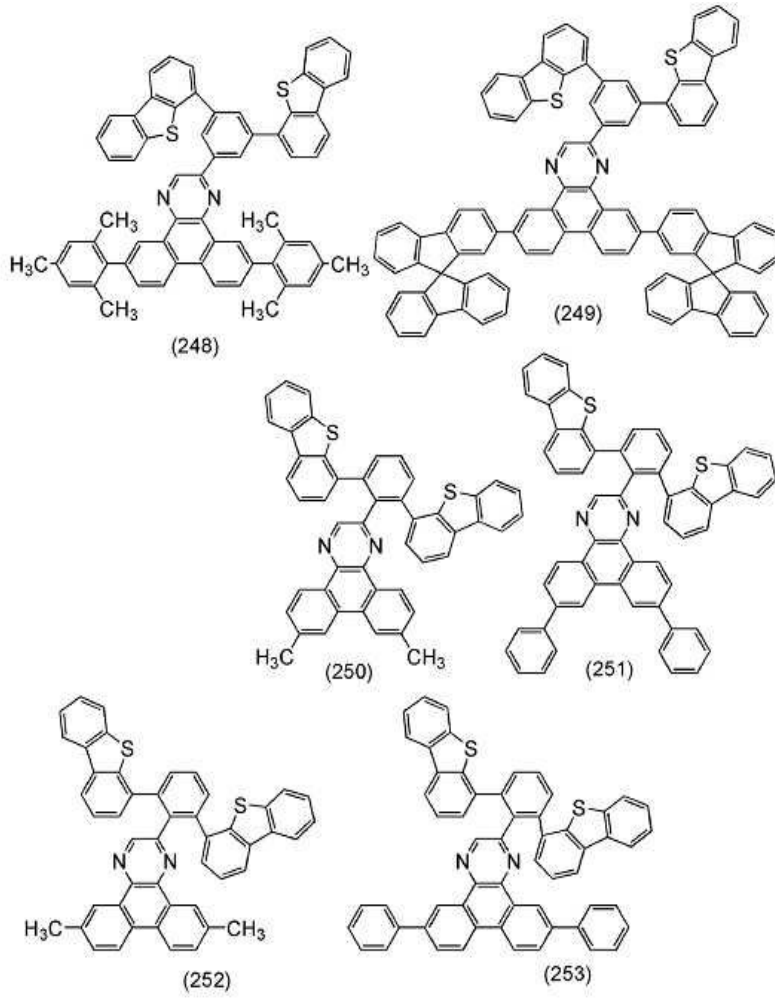
[0155]

[0156] [구조식(242) 내지 구조식(247)]



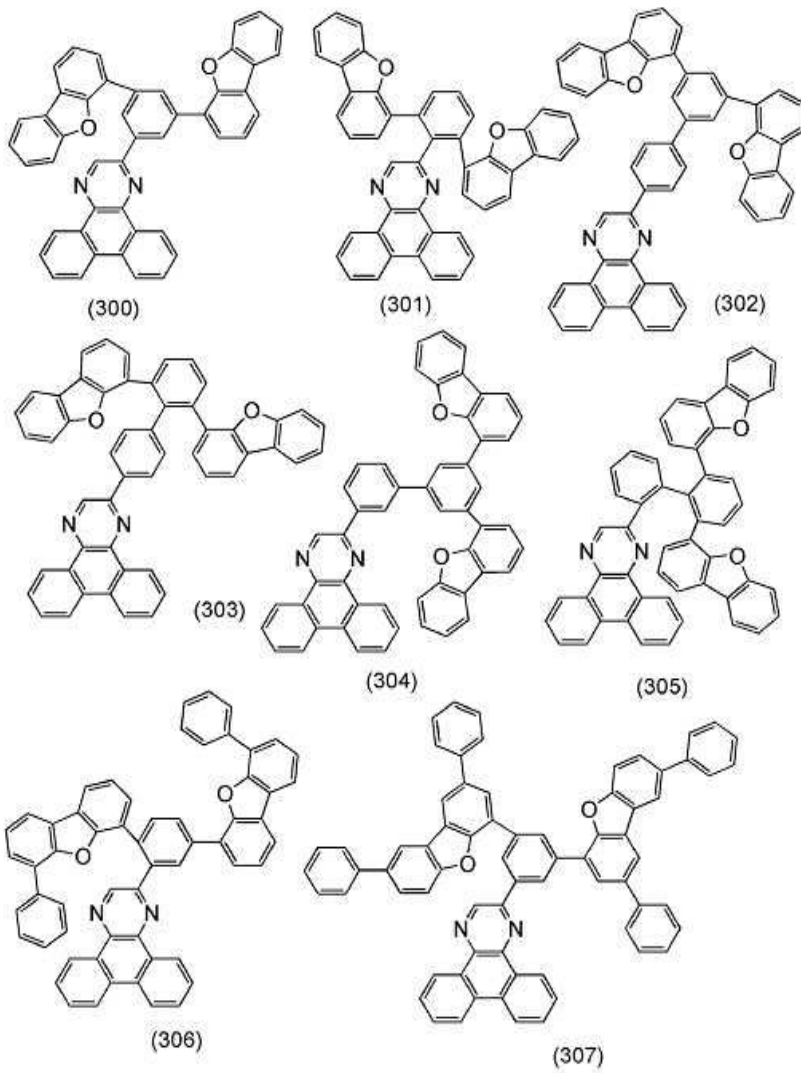
[0157]

[0158] [구조식(248) 내지 구조식(253)]



[0159]

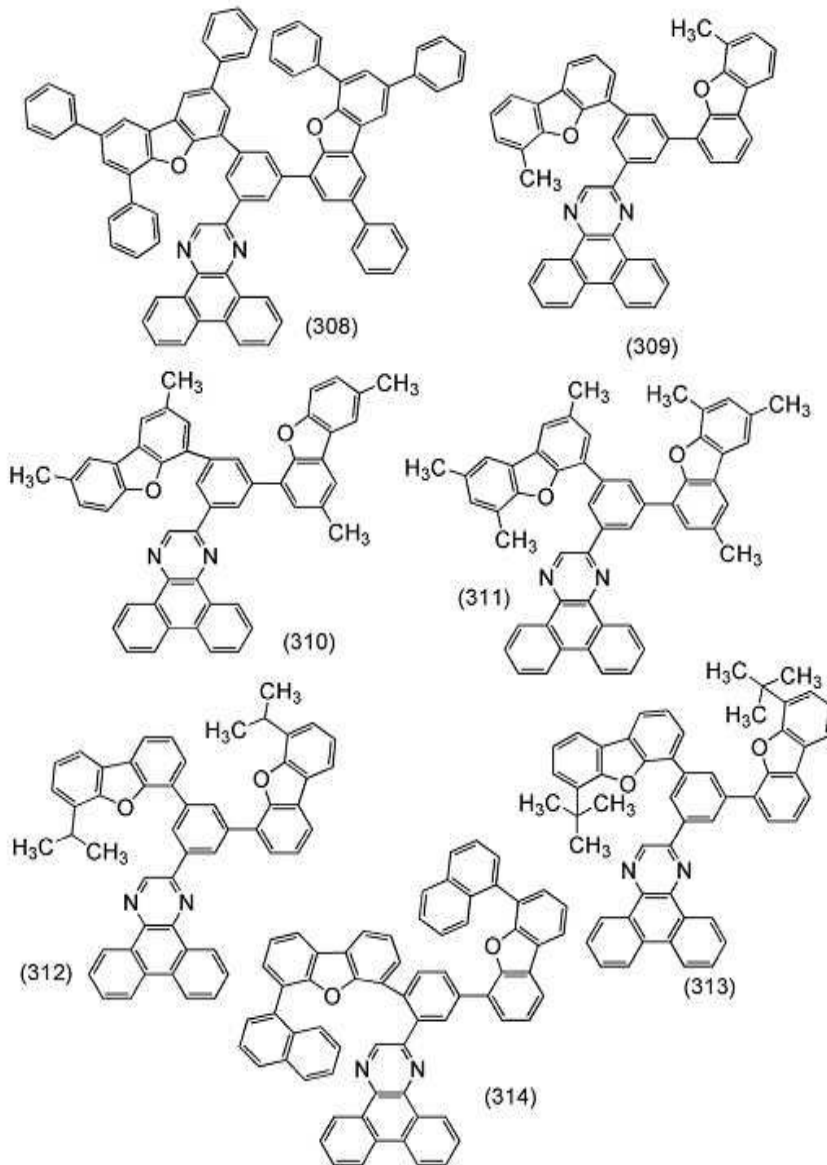
[0160] [구조식(300) 내지 구조식(307)]



[0161]



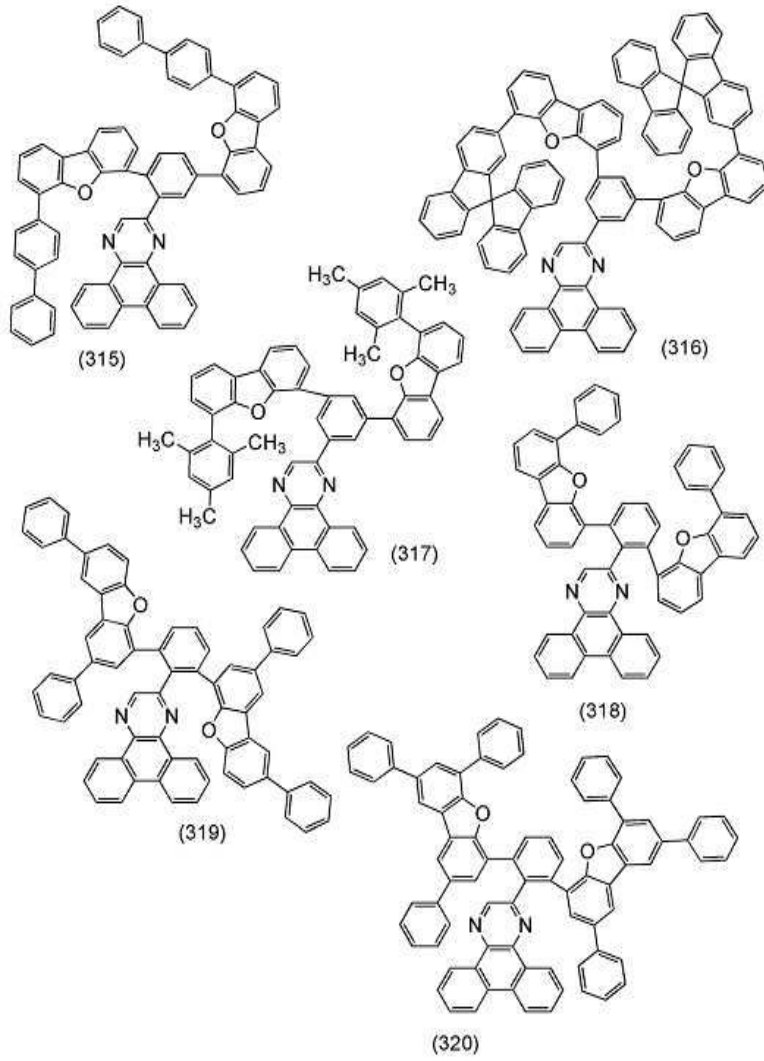
[0162] [구조식(308) 내지 구조식(314)]



[0163]

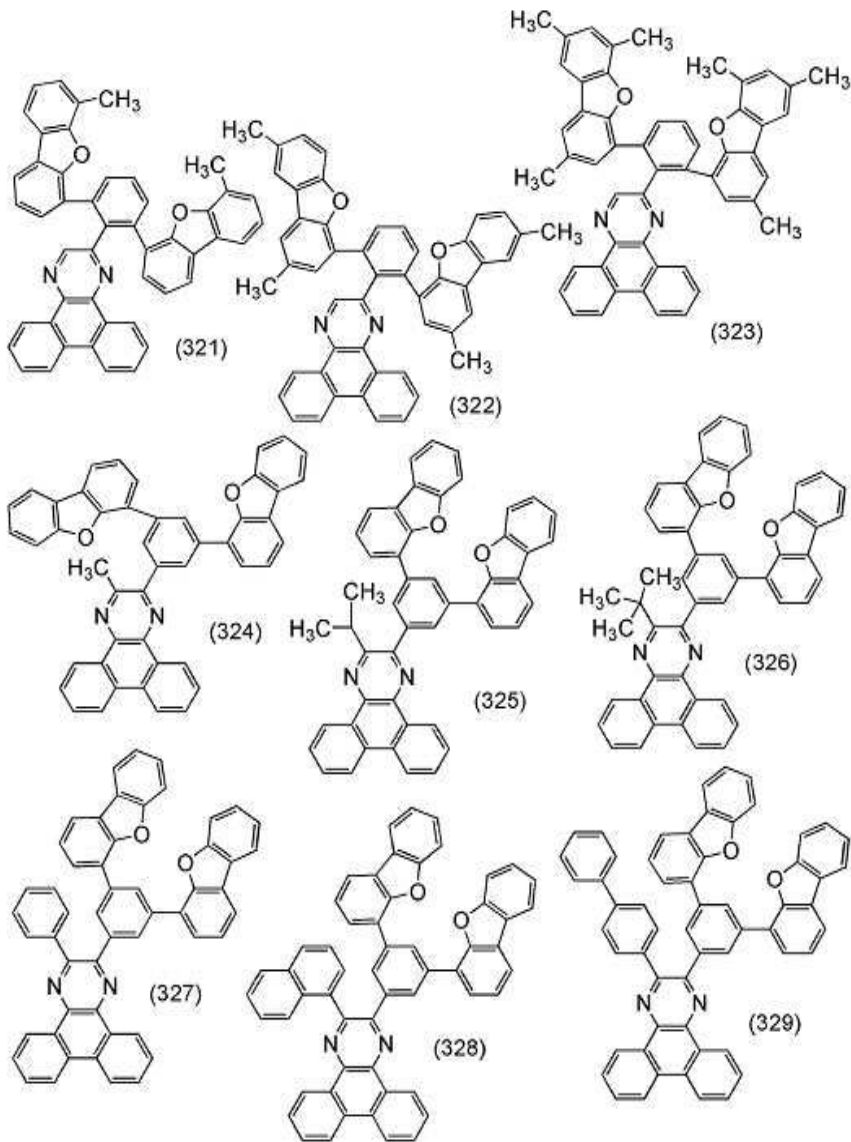


[0164] [구조식(315) 내지 구조식(320)]



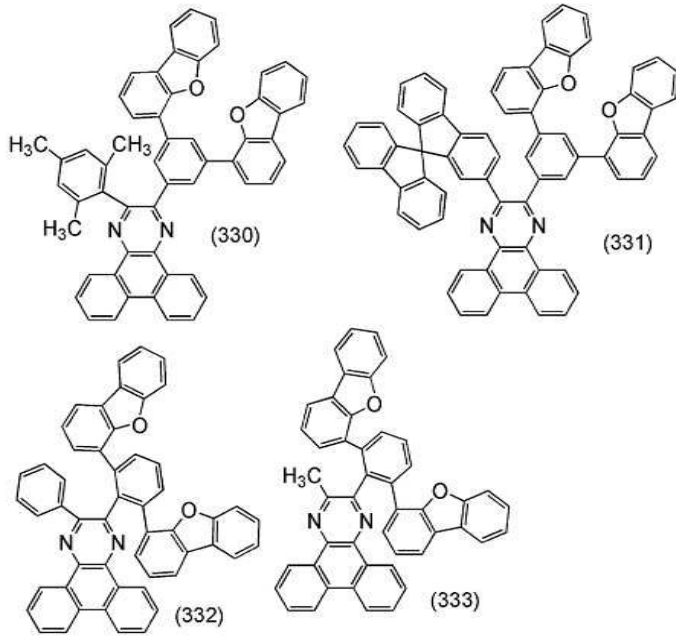
[0165]

[0166] [구조식(321) 내지 구조식(329)]



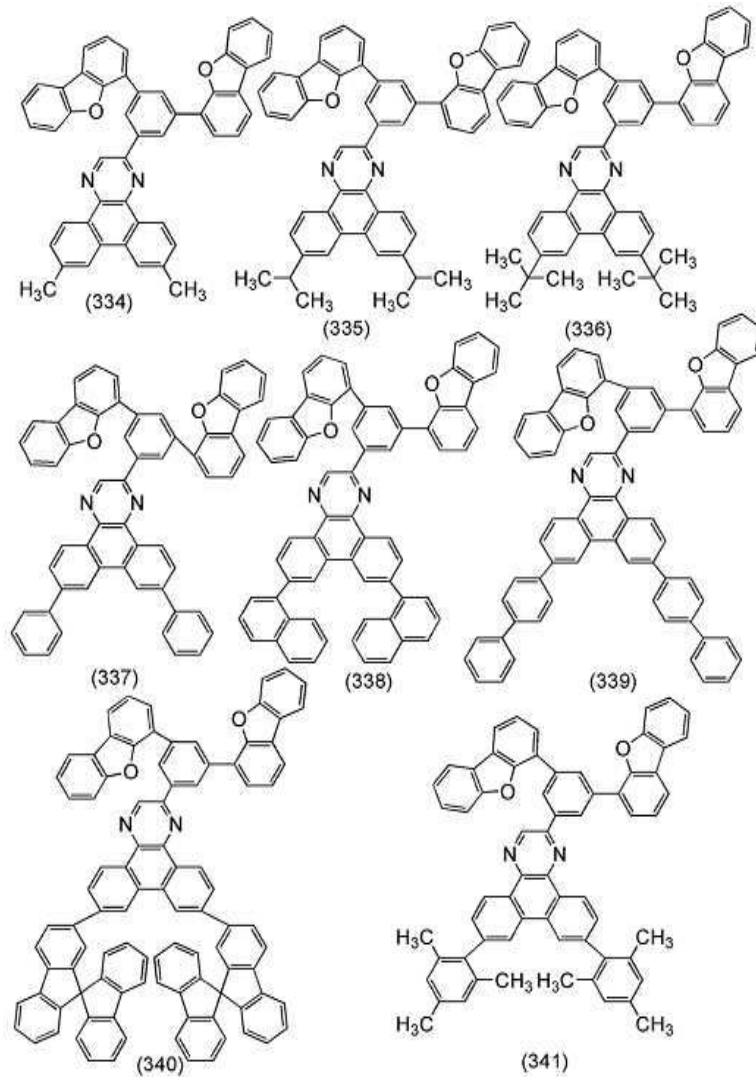
[0167]

[0168] [구조식(330) 내지 구조식(333)]



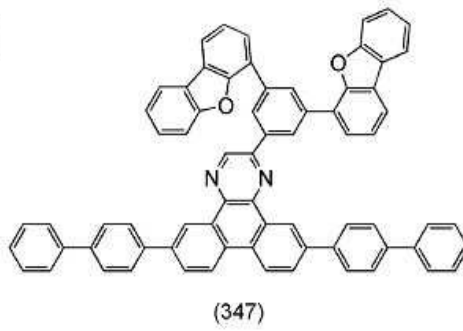
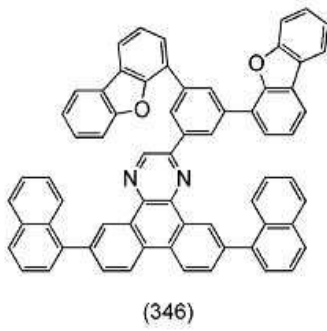
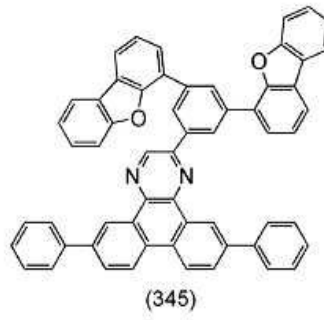
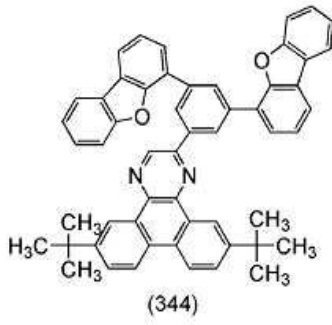
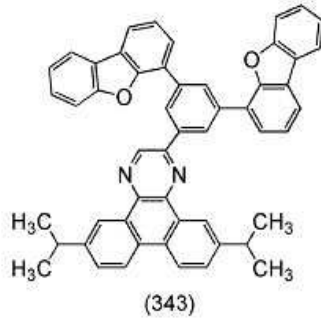
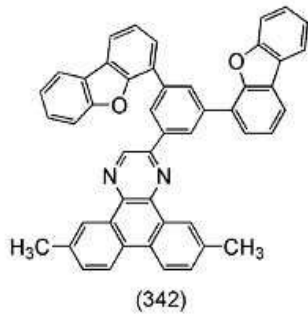
[0169]

[0170] [구조식(334) 내지 구조식(341)]



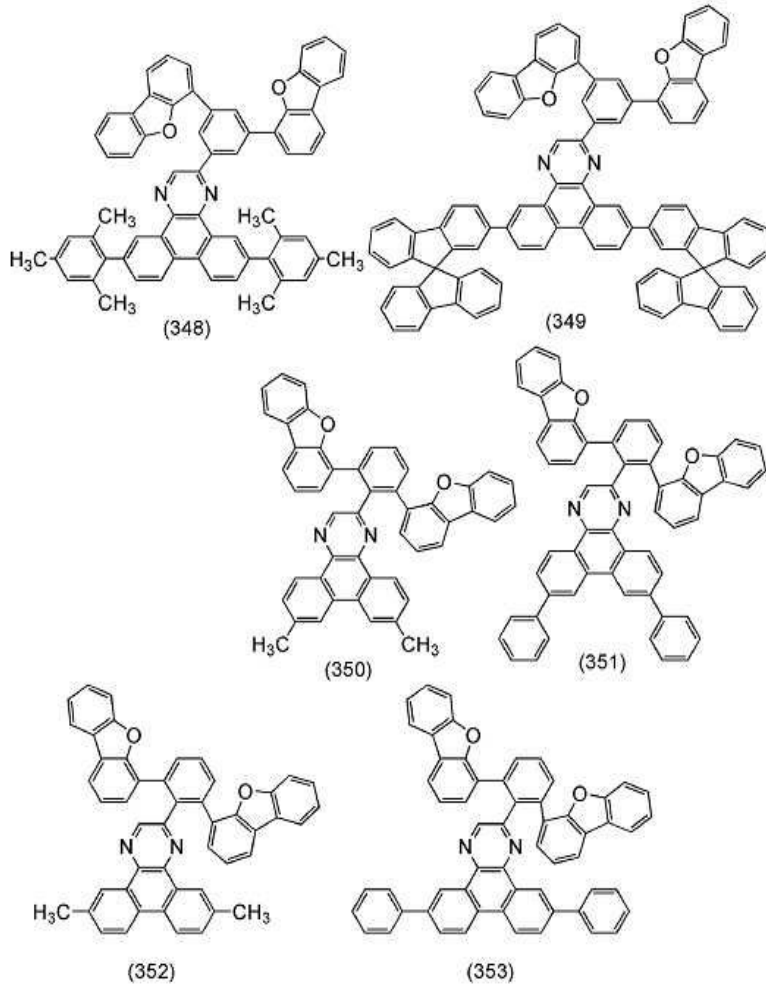
[0171]

[0172] [구조식(342) 내지 구조식(347)]



[0173]

[0174] [구조식(348) 내지 구조식(353)]



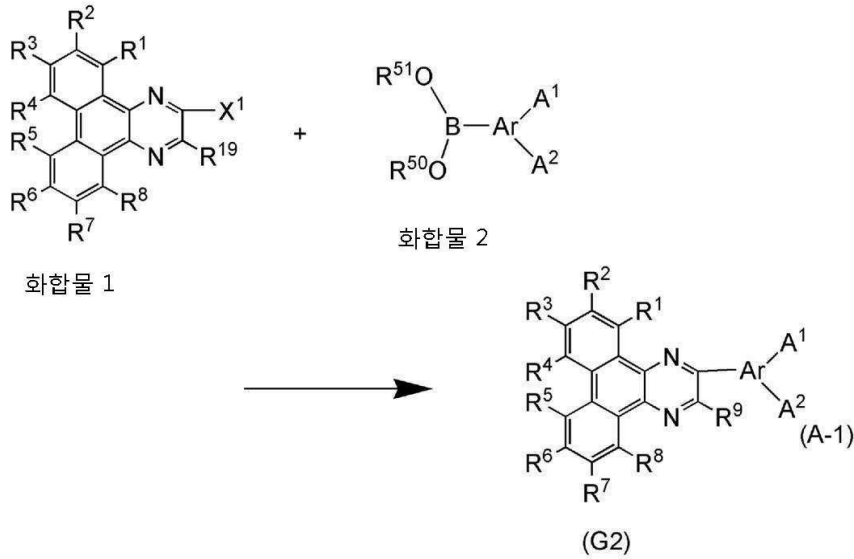
[0175]

[0176] 상기 복소 고리 화합물의 합성 방법으로서 각종 반응을 적용할 수 있다. 예를 들어 이하에 기재하는 합성 반응에 의하여 본 실시형태에 기재하는 복소 고리 화합물을 합성할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태인 복소 고리 화합물의 합성 방법은 이하의 합성 방법에 한정되지 않는다. 합성 방법에 대해서는 일반식(G2)을 사용하여 설명하지만, 이 외의 일반식으로 나타내어지는 본 실시형태의 복소 고리 화합물도 마찬가지로 합성할 수 있다.

[0177] <<합성 방법 1>>

[0178] 우선, 합성 스킴(A-1)을 이하에 기재한다.

[0179] [합성 스킴(A-1)]



[0180]

[0181] 본 발명의 일 형태인 복소 고리 화합물(G2)은 합성 스킴(A-1)에 나타난 바와 같이 합성할 수 있다. 즉 디벤조 [f,h]퀴놀살린 유도체의 할로겐화물(화합물 1)과, 카르바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 또는 디벤조티오펜 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 붕소산(화합물 2)을 스즈키-미야우라 반응에 의하여 커플링시킴으로써 본 실시형태에서 나타내는 복소 고리 화합물(G2)을 얻을 수 있다.

[0182] 합성 스킴(A-1)에서 A<sup>1</sup> 및 A<sup>2</sup>는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기 중 어느 것을 나타낸다. Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋고, 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. R<sup>50</sup> 및 R<sup>51</sup>은 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 6인 알킬기를 나타낸다. 합성 스킴(A-1)에서 R<sup>50</sup>과 R<sup>51</sup>은 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, X<sup>1</sup>은 할로젠을 나타낸다.

[0183] 합성 스킴(A-1)에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는 초산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되지 않는다.

[0184] 합성 스킴(A-1)에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는 트리(오르토-톨릴)포스핀, 트리페닐포스핀, 트리시클로헥실포스핀 등을 들 수 있다. 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되지 않는다.

[0185] 합성 스킴(A-1)에서 사용할 수 있는 염기로서는 나트륨 *tert*-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨, 탄산나트륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 염기는 이들에 한정되지 않는다.

[0186] 합성 스킴(A-1)에서 사용할 수 있는 용매로서는 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 에틸렌글리콜디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 다만, 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되지 않는다. 또한, 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올과 물의 혼합 용매, 에틸렌글리콜디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매가 더 바람직하다.

[0187] 합성 스킴(A-1)에 나타내는 커플링 반응으로서의 화합물 2로 나타내어지는 유기 붕소 화합물 또는 붕소산을 사용하는 스즈키-미야우라 반응 대신에 유기 알루미늄 화합물, 유기 지르코늄 화합물, 유기 아연 화합물, 유기 주석 화합물 등을 사용하는 크로스 커플링 반응을 사용하여도 좋다. 다만, 이들에 한정되지 않는다.

[0188] 또한, 합성 스킴(A-1)에 나타내는 반응에서 디벤조 [f,h]퀴놀살린 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 붕소산과, 카르바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 또는 디벤조티오펜 유도체의 할로겐화물 또는 트리플레이트 치환체를 스즈키-미야우라 반응에 의하여 커플링시켜도 좋다.

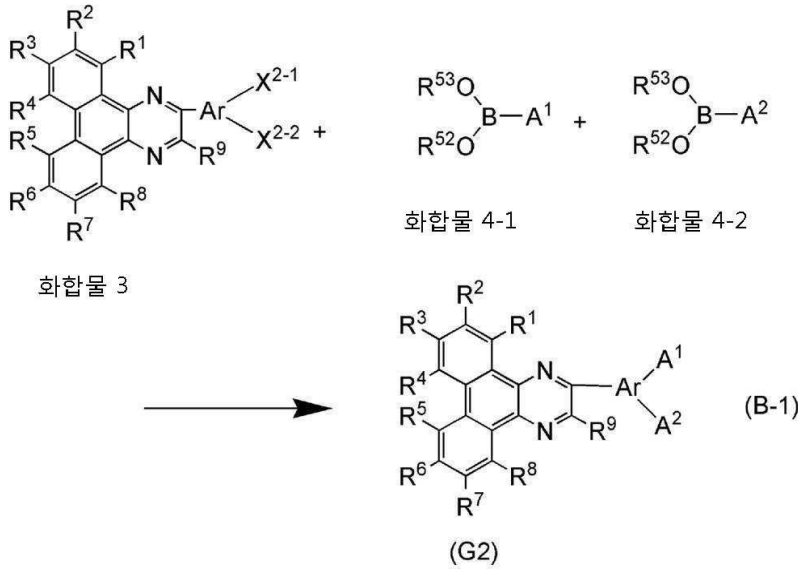


[0189] 상술한 바와 같이, 본 실시형태의 복소 고리 화합물을 합성할 수 있다.

[0190] <<합성 방법 2>>

[0191] 본 실시형태의 복소 고리 화합물의 합성 방법 1과 다른 합성 방법에 대하여 설명한다. 우선, A<sup>1</sup> 및 A<sup>2</sup>의 붕소 화합물을 원료에 사용하는 경우의 합성 스킴(B-1)을 이하에 기재한다.

[0192] [합성 스킴(B-1)]



[0193]

[0194] 합성 스킴(B-1)에 나타난 바와 같이, 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 유도체의 디할로겐화물(화합물 3)과, 카르바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 또는 디벤조티오펜 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 붕소산(화합물 4-1 및 화합물 4-2)을 스즈키-미야우라 반응에 의하여 커플링시킴으로써 본 실시형태에 기재하는 복소 고리 화합물(G2)을 얻을 수 있다.

[0195] 합성 스킴(B-1)에서 A<sup>1</sup> 및 A<sup>2</sup>는 각각 독립적으로 치환 또는 무치환의 카르바졸릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조티오펜릴기, 치환 또는 무치환의 디벤조푸라닐기 중 어느 것을 나타낸다. Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋고, 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. R<sup>52</sup> 및 R<sup>53</sup>은 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 6인 알킬기를 나타낸다. 합성 스킴(B-1)에서 R<sup>52</sup>와 R<sup>53</sup>은 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, X<sup>2-1</sup> 및 X<sup>2-2</sup>는 각각 독립적으로 할로젠 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는 요오드 및 브롬이 더 바람직하다.

[0196] 합성 스킴(B-1)에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는 초산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되지 않는다.

[0197] 합성 스킴(B-1)에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는 트리(오르토-톨릴)포스핀, 트리페닐포스핀, 트리시클로헥실포스핀 등을 들 수 있다. 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되지 않는다.

[0198] 합성 스킴(B-1)에서 사용할 수 있는 염기로서는 나트륨 *tert*-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨, 탄산나트륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 염기는 이들에 한정되지 않는다.

[0199] 합성 스킴(B-1)에서 사용할 수 있는 용매로서는 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 에틸렌글리콜디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 다만, 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되지 않는다. 또한, 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올과 물의 혼합 용매, 및 에틸렌글리콜디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매가 더 바람직하다.



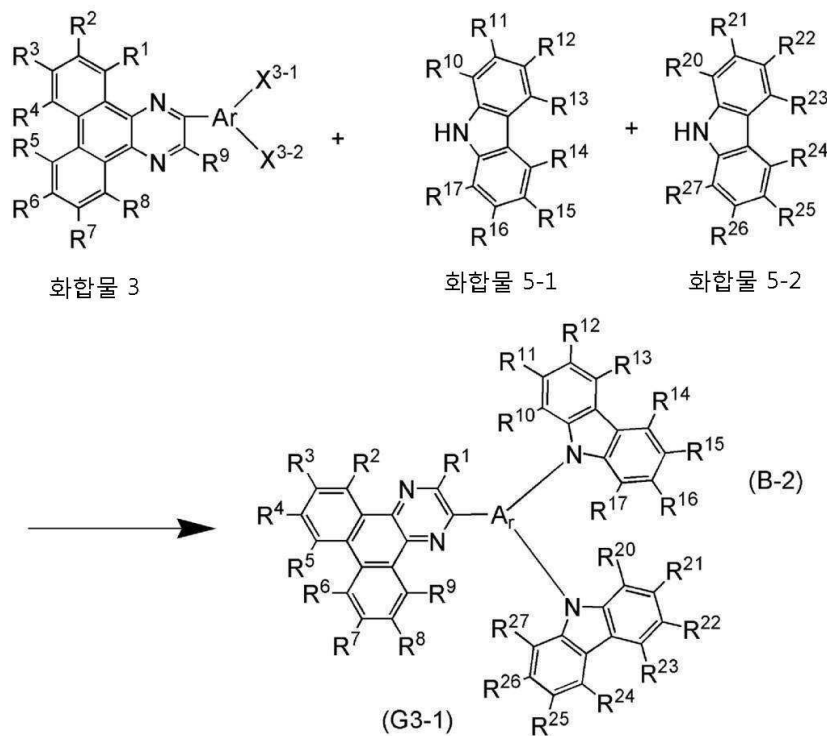
[0200] 합성 스킴(B-1)에 나타내는 커플링 반응으로서는 화합물 4로 나타내어지는 유기 붕소 화합물 또는 붕소산을 사용하는 스즈키-미야우라 반응 대신에 유기 알루미늄 화합물, 유기 지르코늄 화합물, 유기 아연 화합물, 유기 주석 화합물 등을 사용하는 크로스 커플링 반응을 사용하여도 좋다. 다만, 이들에 한정되지 않는다. 또한, 이 커플링에서 할로젠 외에도 트리플레이트기 등을 사용하여도 좋지만, 이것에 한정되지 않는다.

[0201] 또한, 합성 스킴(B-1)에 나타내는 반응에서 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 붕소산과, 카르바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 또는 디벤조티오펜 유도체의 할로겐화물 또는 트리플레이트 치환체를 스즈키-미야우라 반응에 의하여 커플링시켜도 좋다.

[0202] 또한, 합성 스킴(B-1)에서  $X^{2-1}$  및  $X^{2-2}$ 를 서로 다른 치환기로 하고, 2번으로 나누어 화합물 4-1과 화합물 4-2를 순차적으로 도입하여도 좋다.

[0203] 일반식(G2)에서 A가 치환 또는 무치환의 *N*-카르바졸릴기인 복소 고리 화합물을 합성하는 경우에는, 하기 합성 스킴(B-2)에 따라 합성함으로써 일반식(G3-1)에 나타내는 복소 고리 화합물을 얻을 수 있다.

[0204] [합성 스킴(B-2)]



[0205]

[0206] 합성 스킴(B-2)에 나타낸 바와 같이 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 유도체의 디할로겐화물(화합물 3)과 9*H*-카르바졸 유도체(화합물 5-1 및 화합물 5-2)를 염기 존재하에서 금속 촉매, 금속, 또는 금속 화합물에 의하여 커플링시킴으로써 본 실시형태에서 기재하는 복소 고리 화합물(G3-1)을 얻을 수 있다.

[0207] 합성 스킴(B-2)에서  $R^1$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. Ar는 탄소수가 6 내지 13인 방향족 탄화수소기를 나타내고, 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 좋고, 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다.  $R^{10}$  내지  $R^{17}$  및  $R^{20}$  내지  $R^{27}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기 중 어느 것을 나타낸다. 또한,  $X^{3-1}$  및  $X^{3-2}$ 는 각각 독립적으로 할로젠 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는 요오드 및 브롬이 더 바람직하다.

[0208] 합성 스킴(B-2)에서 버크월드-하트윅 반응(Buchwald-Hartwig reaction)을 행하는 경우에는, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 초산팔라듐(II) 등을 들 수 있다.

[0209] 합성 스킴(B-2)에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는 트리(*tert*-부틸)포스핀, 트리(*n*-헥실)포스핀,

트리시클로헥실포스핀 등을 들 수 있다.

- [0210] 합성 스킴(B-2)에서 사용할 수 있는 염기로서는 나트륨 *tert*-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있다.
- [0211] 또한, 합성 스킴(B-2)에서 사용할 수 있는 용매로서는 톨루엔, 크실렌, 벤젠, 테트라하이드로푸란 등을 들 수 있다.
- [0212] 또한, 본 실시형태에서의 복소 고리 화합물을 합성하는 방법으로서 하트위그-부흐바르트 반응 외에도 울만(Ullmann) 반응 등을 사용하여도 좋고, 이들에 한정되지 않는다.
- [0213] 또한, 합성 스킴(B-1)에서  $X^{3-1}$  및  $X^{3-2}$ 를 서로 다른 치환기로 하고, 2번으로 나누어 화합물 5-1과 화합물 5-2를 순차적으로 도입하여도 좋다.
- [0214] 상술한 바와 같이, 본 실시형태의 복소 고리 화합물을 합성할 수 있다.
- [0215] 본 실시형태의 복소 고리 화합물은 넓은 밴드갭을 갖기 때문에, 발광 소자에서 발광층의 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료에 사용함으로써 높은 전류 효율을 얻을 수 있다. 특히, 인광성 화합물을 분산시키는 호스트 재료로서 바람직하다. 또한, 본 실시형태의 복소 고리 화합물은 전자 수송성이 높은 물질이기 때문에 발광 소자에서의 전자 수송층의 재료로서 바람직하게 사용할 수 있다. 본 실시형태의 복소 고리 화합물을 사용함으로써 구동 전압이 낮은 발광 소자를 실현할 수 있다. 또한, 전류 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자를 실현할 수 있다. 또한, 이 발광 소자를 사용함으로써 소비 전력이 저감된 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 얻을 수 있다.
- [0216] (실시형태 2)
- [0217] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 도 1(A) 및 도 1(B)를 사용하여 설명한다.
- [0218] 본 발명의 일 형태는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자다.
- [0219] 퀴녹살린 골격을 갖는 화합물은 전자 수송성이 높고, 발광 소자에 사용함으로써 구동 전압이 낮은 소자를 실현할 수 있다. 한편, 퀴녹살린 골격은 평면적인 구조를 갖는다. 평면적인 구조의 화합물은 막으로 한 경우에 결정화하기 쉬우므로 발광 소자에 사용하면 상기 발광 소자의 수명이 충분하지 않게(짧게) 되는 문제가 있다. 또한, 퀴녹살린 골격은 정공 수송성이 부족하다. 정공을 용이하게 받을 수 없는 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용하면, 전자와 정공의 재결합 영역이 발광층의 양극 측 계면에 집중되어 발광 소자의 수명의 저하를 더 초래한다. 이들의 과제를 해결하기 위해서는 정공 수송 골격을 분자 내에 도입하는 방법이 생각되지만, 퀴녹살린 골격과 정공 수송 골격을 직접 결합시키면 공액계가 확장되어 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하가 일어난다.
- [0220] 그러나, 본 발명자들은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 상기 문제를 해결할 수 있는 것을 찾아냈다.
- [0221] 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 추가적으로 정공 수송 골격을 2개 갖기 때문에 정공을 받기 용이하다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용함으로써 전자와 정공의 재결합이 발광층 내부에서 행해지기 때문에 발광 영역의 양극 측 계면에 집중되는 것에 기인하는 발광 소자의 수명의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 상기 화합물은 정공 수송 골격이 2개 도입됨으로써 입체적으로 부피가 큰 구조가 되어 막으로 한 경우에 결정화하기 어렵다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 게다가 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기가 존재하기 때문에, 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격이 직접 결합되는 경우보다 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 전류 효율이 높은 소자를 실현할 수 있다.
- [0222] 상기 이유로 상술한 화합물은 발광 소자나 유기 트랜지스터 등의 유기 디바이스의 재료로서 적합하게 사용할 수 있다.
- [0223] 또한, 2개의 정공 수송성이 결합된 방향족 탄화수소기는 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리의 2위치에 결합되어 있는 것이 바람직하다.

- [0224] 또한, 정공 수송 골격으로서는  $\pi$ 과잉계 헤테로 방향 고리가 바람직하다.  $\pi$ 과잉계 헤테로 방향 고리로서는 카르바졸 고리, 디벤조푸란 고리, 또는 디벤조티오펜 고리가 바람직하다. 방향족 탄화수소기로서는 치환 또는 무치환의 벤젠 골격, 또는 치환 또는 무치환의 비페닐 골격인 것이 바람직하다.
- [0225] 상술한 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물로써 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물도 포함된다.
- [0226] 다음에, 본 실시형태의 발광 소자에 대하여 도 1(A)를 사용하여 자세히 설명한다. 본 실시형태의 발광 소자는 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층을 갖는다. 본 형태에서 발광 소자는 제 1 전극(101), 제 2 전극(102), 및 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공된 EL층(103)으로 구성된다. 또한, 본 형태에서는 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 하여 이하에서 설명한다. 즉 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높게 되도록 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 전압을 인가하였을 때 발광이 얻어지는 구성이다.
- [0227] 기관은 발광 소자의 지지체로 사용된다. 기관은 예를 들어 유리 또는 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 발광 소자의 지지체로서 기능할 수 있는 것이면 유리 또는 플라스틱 외의 것이라도 좋다.
- [0228] 제 1 전극(101)으로서 일 함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어 산화인듐-산화주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화실리콘을 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐 등을 들 수 있다. 이들의 도전성 금속 산화물막은 일반적으로 스퍼터링에 의하여 형성되지만, 졸-겔 방법을 응용하여 제작하여도 좋다. 예를 들어 산화인듐-산화아연은 산화인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화아연을 첨가한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 또한, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐은 산화인듐에 대하여 산화텅스텐을 0.5wt% 내지 5wt%, 산화아연을 0.1wt% 내지 1wt% 함유한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 이 외, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화티타늄) 등을 들 수 있다. 또한, 그래핀(graphene)을 사용하여도 좋다.
- [0229] EL층(103)의 적층 구조는 특별히 한정되지 않고, 전자 수송성이 높은 물질을 함유한 층 또는 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층, 전자 주입성이 높은 물질을 함유한 층, 정공 주입성이 높은 물질을 함유한 층, 바이폴러성 물질(전자 수송성 및 정공 수송성이 높은 물질)을 함유한 층 등을 적절히 조합하여 구성하면 좋다. 예를 들어 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 본 실시형태에서는 EL층(103)이 양극으로서 기능하는 제 1 전극(101) 측에서 "정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)"의 순서로 적층한 구성을 갖는 것으로 하여 설명한다. 또한, 제 2 전극(102)이 양극으로서 기능하는 전극인 경우에는, 같은 구성을 갖는 유기 화합물을 함유한 층은 제 2 전극(102) 측에서 "정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)"의 순서로 적층된다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에 구체적으로 기재한다.
- [0230] 정공 주입층(111)은 정공 주입성이 높은 물질을 함유한 층이다. 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이 외, 프탈로시아닌(약칭: H<sub>2</sub>Pc)이나 구리프탈로시아닌(약칭: CuPC) 등의 프탈로시아닌계 화합물, 4,4'-비스[*N*-(4-디페닐아미노페닐)-*N'*-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), *N,N'*-비스 {4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐} -*N,N'*-디페닐-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술폰산)(약칭: PEDOT/PSS) 등의 고분자 등을 사용하여 정공 주입층(111)을 형성할 수도 있다.
- [0231] 또한, 정공 주입층(111)으로서 정공 수송성이 높은 물질에 역셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 복합 재료란 단순히 2개의 재료를 혼합시킨 재료를 가리키는 것이 아니라 복수의 재료를 혼합시킴으로써 재료 사이에서 전하를 주고 받을 수 있는 상태가 되는 것을 말한다. 상술한 전하의 주고받음이 전계가 가해진 경우에만 실현되는 경우도 포함하는 것으로 한다.
- [0232] 또한, 정공 수송성이 높은 물질에 역셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일 함수에 의하지 않고 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉 제 1 전극(101)으로서 일 함수가 큰 재료뿐만 아니라 일 함수가 작은 재료도 사용할 수 있게 된다.
- [0233] 역셉터성 물질로서 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등을 들

수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표 4 족 내지 8 족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는 산화바나듐, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 이 중에서도 산화몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮고 취급하기 쉽기 때문에 특히 바람직하다.

[0234] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는 방향족 아민 화합물, 카르바졸 화합물, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등 각종 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용하여도 좋다. 복합 재료에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 이하에 구체적으로 열거한다.

[0235] 방향족 아민 화합물로서 예를 들어 *N,N'*-디(*p*-톨릴)-*N,N'*-디페닐-*p*-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[*N*-(4-디페닐아미노페닐)-*N'*-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), *N,N'*-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-*N,N'*-디페닐-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[*N*-(4-디페닐아미노페닐)-*N'*-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등을 들 수 있다.

[0236] 복합 재료에 사용할 수 있는 카르바졸 화합물로서 구체적으로는 3-[*N*-(9-페닐카르바졸-3-일)-*N'*-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[*N*-(9-페닐카르바졸-3-일)-*N'*-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[*N*-(1-나프틸)-*N'*-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다.

[0237] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 카르바졸 화합물로서 상기 외에 4,4'-디(*N*-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(*N*-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(*N*-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0238] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소로서 예를 들어 2-*tert*-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-*tert*-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-*tert*-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-*tert*-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-*tert*-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센, 9,9'-비안트릴, 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(*tert*-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한, 이 외, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 이와 같이,  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖고, 탄소수가 14 내지 42인 방향족 탄화수소를 사용하는 것이 더 바람직하다.

[0239] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소는 비닐 골격을 가져도 좋다. 비닐기를 갖는 방향족 탄화수소로서 예를 들어 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.

[0240] 또한, 폴리(*N*-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[*N*-(4-{*N'*-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-*N'*-페닐아미노} 페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[*N,N'*-비스(4-부틸페닐)-*N,N'*-비스(페닐)벤지딘(약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0241] 정공 수송층(112)은 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 정공 수송성이 높은 물질은 상술한 복합 재료에 사용할 수 있는 정공 수송성이 높은 물질로서 든 것을 마찬가지로 사용할 수 있다. 또한, 설명이 반복되기 때문에 자세한 설명은 생략한다. 복합 재료의 기재를 참조할 수 있다.

[0242] 발광층(113)은 발광성 물질을 함유한 층이다. 발광층(113)은 발광 물질 단일 막으로 구성되어도 좋고, 호스트 재료 내에 발광 중심 물질이 분산된 막으로 구성되어도 좋다.

[0243] 발광층(113)에서 발광 물질 또는 발광 중심 물질로서 사용할 수 있는 재료는 특별히 한정되지 않고, 이들 재료가 발하는 빛은 형광과 인광 중 어느 쪽이라도 좋다. 상기 발광 물질 또는 발광 중심 물질로서 예를 들어 이하의 물질을 들 수 있다. 형광 발광성 물질로서 *N,N'*-비스[4-(9-페닐-9*H*-플루오렌-9-일)페닐]-*N,N'*-디페닐피렌-1,6-디아민(약칭: 1,6FLPAPrn), *N,N'*-비스[4-(9*H*-카르바졸-9-일)페닐]-*N,N'*-디페닐스티벤-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9*H*-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9*H*-카르바졸-9-일)-4'-

(9,10-디페닐-2-안트릴)트리페닐아민(약칭: 2YGAPPA), *N*,9-디페닐-*N*-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-*tert*-부틸페틸렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9*H*-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA), *N,N'*'-(2-*tert*-부틸안트라센-9,10-디일디-4,1-페닐렌)비스[*N,N'*,*N'*'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민](약칭: DPABPA), *N*,9-디페닐-*N*-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), *N*-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-*N,N'*,*N'*'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPPA), *N,N,N',N',N'',N'',N''',N''''*-옥타페닐디벤조[*g,p*]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린30, *N*-(9,10-디페닐-2-안트릴)-*N*,9-디페닐-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-*N*,9-디페닐-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), *N*-(9,10-디페닐-2-안트릴)-*N,N'*,*N'*'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-*N,N'*,*N'*'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-*N*-[4-(9*H*-카르바졸-9-일)페닐]-*N*-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), *N,N*,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린545T, *N,N'*'-디페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-비페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-6-메틸-4*H*-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1*H*,5*H*-벤조[*ij*]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4*H*-피란-4-일리덴} 프로판디니트릴(약칭: DCM2), *N,N,N',N'*'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-*N,N,N',N'*'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-*a*]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1*H*,5*H*-벤조[*ij*]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4*H*-피란-4-일리덴} 프로판디니트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-*tert*-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1*H*,5*H*-벤조[*ij*]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4*H*-피란-4-일리덴} 프로판디니트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-4*H*-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1*H*,5*H*-벤조[*ij*]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4*H*-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다. 인광 발광성 물질로서는

비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)),

비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac),

트리스(2-페닐피리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)<sub>3</sub>),

비스(2-페닐피리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)),

비스(1,2-디페닐-1*H*-벤조이미다졸라토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pbi)<sub>2</sub>(acac)),

비스(벤조[*h*]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)),

트리스(벤조[*h*]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭: Ir(bzq)<sub>3</sub>),

비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)),

비스[2-(4'-피플루오로페닐)피리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)),

비스(2-페닐벤조티아졸라토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)-5-메틸피라지나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdppr-Me)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스[2-(4-메톡시페닐)-3,5-디메틸피라지나토]이리듐(III)(약칭: Ir(dmmoppr)<sub>2</sub>(acac)),

트리스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: Ir(pq)<sub>3</sub>),

비스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)),

비스[2-(2'-벤조[4,5-*a*]티에닐)피리디나토-*N,C*<sup>3'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)<sub>2</sub>(acac)),

비스(1-페닐이소퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)),

비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)(디피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)),

(아세틸아세토나토)비스(6-*tert*-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppr)<sub>2</sub>(acac)),

(아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)),

2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21*H*,23*H*-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP),

트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트론)테르븀(III)(약칭:



Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)) 등을 들 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물도 발광 중심 재료로서 사용할 수 있다.

[0244] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물은 발광 중심 물질을 분산시키는 호스트 재료로서도 바람직하게 사용할 수 있다. 발광층에 인접된 캐리어 수송층을 구성하는 재료로서 사용하여도 좋다. 또한, 상기 화합물을 호스트 재료로서 사용하는 경우에는, 발광 중심 재료가 형광 발광 재료인 경우에는 상기 카르바졸 화합물보다 밴드갭이 좁은 물질을 선택하는 것이 바람직하고, 발광 중심 재료가 인광 발광 재료인 경우에는 상기 카르바졸 화합물보다 3중항 여기 에너지가 작은 물질을 선택하는 것이 바람직하지만, 이것에 한정되지 않는다.

[0245] 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 추가적으로 정공 수송 골격을 2개 갖기 때문에 정공을 받기 용이하다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용함으로써 전자와 정공의 재결합이 발광층 내에서 행해지기 때문에 발광 소자의 수명의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 상기 화합물은 정공 수송 골격이 2개 도입됨으로써 입체적으로 부피가 큰 구조가 되어 막으로 한 경우에 결정화하기 어렵다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 게다가 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기가 존재하기 때문에, 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격이 직접 결합되는 경우보다 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 전류 효율이 높은 소자를 실현할 수 있다.

[0246] 또한, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 골격이 LUMO 준위에 대하여 지배적인 골격이라고 생각할 수 있다. 또한, 상기 화합물은 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 따르면 적어도 -2.8eV 이하, 구체적으로는 -2.9eV 이하의 깊은 LUMO준위를 갖는다. 예를 들어 CV 측정에 의하여 구한 2mDBTPDBq-II의 LUMO준위는 -2.96eV이다. 한편, 상술한 Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac), Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac), Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac), Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm) 등 피라딘 골격을 갖는 인광성 화합물이나 Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac), Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac) 등 피리미딘 골격을 갖는 인광성 화합물로 대표되는 다이아진 골격을 갖는 인광성 화합물은 거의 같은 깊은 LUMO 준위를 갖는다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 화합물을 호스트 재료로 하고 다이아진 골격(특히 피라딘 골격이나 피리미딘 골격)을 갖는 인광성 화합물을 게스트 재료로 하는 발광층의 구성은 발광층 내에서의 전자 트랩을 가능한 한 억제할 수 있고, 매우 낮은 구동 전압을 갖는 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0247] 또한, 상기 호스트 재료로서 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 사용하지 않는 경우에는, 호스트 재료로서 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-히드록시벤조[*h*]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀라토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체, 2-(4-비페닐일)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐일)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1*H*-벤즈이미다졸)(약칭: TPB1), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: CO11) 등의 복소 고리 화합물, 4,4'-비스[*N*-(1-나프틸)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는  $\alpha$ -NPD), *N,N'*-비스(3-메틸페닐)-*N,N'*-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[*N*-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물을 들 수 있다. 또한, 안트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 디벤조[*g,p*]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 들 수 있고, 구체적으로는 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), *N,N'*-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: DPhPA), 4-(9*H*-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), *N*,9-디페닐-*N'*-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPA), *N*,9-디페닐-*N'*-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐}-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), *N*,9-디페닐-*N'*-(9,10-디페닐-2-안트릴)-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 6,12-디메톡시-5,11-디페닐크리센, *N,N,N',N',N'',N''',N''''*-옥타페닐디벤조[*g,p*]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭:

DBC1), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9#-카르바졸(약칭: CzPA), 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9#-카르바졸(약칭: DPCzPA), 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-*tert*-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,9'-비안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS2), 3,3',3''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리페렌(약칭: TPB3) 등 외 공지의 재료를 들 수 있다.

[0248] 또한, 발광층(113)은 2층 이상의 복수층으로 구성할 수도 있다. 예를 들어 제 1 발광층과 제 2 발광층을 정공 수송층 측에서 순차적으로 적층하여 발광층(113)을 형성하는 경우에는, 제 1 발광층의 호스트 재료로서 정공 수송성을 갖는 물질을 사용하고, 제 2 발광층의 호스트 재료로서 전자 수송성을 갖는 물질을 사용하는 구성 등이 있다.

[0249] 상술한 구성을 갖는 발광층이 복수의 재료로 구성되는 경우에는, 진공 증착법에 의한 동시 증착이나, 혼합 용액을 사용한 잉크젯 방법, 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등을 사용하여 제작할 수 있다.

[0250] 전자 수송층(114)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 예를 들어 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등으로 이루어진 층이다. 또한, 이 외, 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)<sub>2</sub>), 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)<sub>2</sub>) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 외에도 2-(4-비페닐일)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐일)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 기재된 물질은 주로 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면 상기 물질 외의 물질을 전자 수송층으로서 사용하여도 좋다.

[0251] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물은 전자 수송성이 뛰어나기 때문에 전자 수송층(114)을 구성하는 재료로서 바람직하게 사용할 수 있다. 상기 화합물은 정공 수송 골격이 2개 도입됨으로써 부피가 큰 구조가 되어 막으로 한 경우에 결정화하기 어렵다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 게다가 상기 화합물은 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리와 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기가 존재하기 때문에, 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리와 정공 수송 골격이 직접 결합되는 경우보다 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 전류 효율이 높은 소자를 실현할 수 있다.

[0252] 또한, 전자 수송층(114)은 단층뿐만 아니라 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0253] 또한, 전자 수송층(114)과 발광층(113) 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 제공하여도 좋다. 이것은 상술한 바와 같은 전자 수송성이 높은 재료에 전자 트랩성이 높은 물질을 소량으로 첨가한 층이며 전자 캐리어의 이동을 억제함으로써 캐리어 밸런스를 조절할 수 있다. 이러한 구성은 전자가 발광층을 관통함으로써 발생하는 문제(예를 들어 소자 수명의 저하)의 억제에 큰 효과를 발휘한다.

[0254] 또한, 전자 수송층(114)과 제 2 전극(102) 사이에 제 2 전극(102)과 접촉되도록 전자 주입층을 제공하여도 좋다. 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF<sub>2</sub>) 등의 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속, 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속, 마그네슘(Mg), 이들의 화합물을 함유시킨 것 예를 들어 Alq 내에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것 등을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층으로서 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써 제 2 전극(102)으로부터 전자가 효율적으로 주입되기 때문에 더 바람직하다.

[0255] 제 2 전극(102)을 형성하는 물질로서는 일 함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이러한 음극 재료의 구체적인 예로서는 원소 주기율표 1족 또는 2족에 속하는 원소 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 칼슘(Ca)이나 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 마그네슘(Mg), 이들을 함유한 합금(MgAg, AlLi), 유퀴륨(Eu)이나 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 함유한 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 제 2 전극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 형성함으로써



일 함수의 대소에 관계없이 Al, Ag, ITO, 실리콘 또는 산화실리콘을 함유한 산화인듐-산화주석 등 다양한 도전성 재료를 제 2 전극(102)으로서 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 스퍼터링법, 잉크젯법, 스핀 코트법 등을 사용하여 성막할 수 있다.

[0256] 또한, EL층(103)의 형성 방법으로는 건식법, 습식법을 불문하고, 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어 진공 증착법, 잉크젯법, 스핀 코트법 등을 사용하여도 좋다. 또한, 각 전극 또는 각 층마다 상이한 성막 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0257] 전극도 졸-겔 방법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다. 또한, 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0258] 상술한 바와 같은 구성을 갖는 발광 소자는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 생긴 전위차에 의하여 전류가 흐르고 발광성이 높은 물질을 함유한 층인 발광층(113)에서 정공과 전자가 재결합함으로써 발광하는 것이다. 즉 발광층(113)에 발광 영역이 형성되는 구성이다.

[0259] 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두를 통과하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두는 투광성을 갖는 전극으로 이루어진다. 제 1 전극(101)만이 투광성을 갖는 전극인 경우에는, 발광은 제 1 전극(101)을 통과하여 기관 측으로부터 추출된다. 또한, 제 2 전극(102)만이 투광성을 갖는 전극인 경우에는, 발광은 제 2 전극(102)을 통과하여 기관과 반대 측으로부터 추출된다. 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)이 모두 투광성을 갖는 전극인 경우에는, 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 통과하여 기관 측 및 기관과 반대 측의 양쪽 모두로부터 추출된다.

[0260] 또한, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상기 구성에 한정되지 않는다. 그러나, 발광 영역과, 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접함으로써 생기는 소광이 억제되도록 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서 떨어진 개소에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역이 제공된 구성이 바람직하다. 또한, 층의 적층 순서도 상기 순서에 한정되지 않고, 도 1(A)와 반대로 기관 측에서 제 2 전극, 전자 주입층, 전자 수송층, 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층, 및 제 1 전극이 적층된 구조라도 좋다.

[0261] 또한, 발광층에 직접 접촉된 정공 수송층(112)이나 전자 수송층(114), 특히 발광층(113)의 발광 영역에 가까운 쪽에 접촉된 캐리어 수송층은 발광층에서 생성된 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여 그 에너지 갭이 발광층을 구성하는 발광 물질 또는 발광층에 포함되는 발광 중심 물질이 갖는 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 갖는 물질로 구성하는 것이 바람직하다.

[0262] 본 실시형태에서의 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물은 적어도 어느 층에 포함하는 것으로 한다. 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 추가적으로 정공 수송 골격을 2개 갖기 때문에 정공을 받기 용이하다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료에 사용함으로써 전자와 정공의 재결합이 발광층 내에서 행해지기 때문에 발광 소자의 수명의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 상기 화합물은 정공 수송 골격이 2개 도입됨으로써 입체적으로 부피가 큰 구조가 되어 막으로 한 경우에 결정화하기 어렵다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료나 전자 수송 재료에 사용함으로써 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 게다가 상기 화합물은 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기가 존재하기 때문에, 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 정공 수송 골격이 직접 결합되는 경우보다 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 발광층의 호스트 재료나 전자 수송층에 사용함으로써 전류 효율이 높은 소자를 실현할 수 있다.

[0263] 본 실시형태에서는 기관 위에 발광 소자를 제작한다. 하나의 기관 위에 복수의 상기 발광 소자를 제작함으로써 패시브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기관 위에 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광 소자를 제조하여도 좋다. 이로써, TFT에 의하여 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, TFT의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 스테거형 TFT라도 좋고, 역 스테거형 TFT라도 좋다. 또한, TFT에 사용하는 반도체의 결정성도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체를 사용하여도 좋고, 결정성 반도체를 사용하여도 좋다. 또한, TFT 기관에 형성되는 구동용 회로도 N형 TFT 및 P형 TFT로 이루어진 것이라도 좋고, 또는 N형 TFT 및 P형 TFT 중 어느 하나만으로 이루어진 것이라도 좋다.

[0264] (실시형태 3)

[0265] 본 실시형태는 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자(이하 적층형 소자라고도 기재함)의 형태에 대하여도 1(B)를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 갖는 발광

소자다. 발광 유닛으로서의 실시형태 2에 기재된 EL층(103)과 같은 구성을 사용할 수 있다. 즉 실시형태 2에 기재된 발광 소자는 하나의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이며 본 실시형태에서는 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자라고 할 수 있다.

[0266] 도 1(B)에서 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공되어 있다. 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)은 각각 실시형태 2의 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하며, 실시형태 2에 기재된 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)은 동일한 구성이라도 좋고 서로 다른 구성이라도 좋다.

[0267] 전하 발생층(513)에는 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함되어 있다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 실시형태 2에 기재된 복합 재료이며, 유기 화합물과 바나듐 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물 등의 금속 산화물을 포함한다. 유기 화합물로서는 방향족 아민 화합물, 카르바졸 화합물, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등 각종 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 유기 화합물로서는 정공 수송성 유기 화합물로서 정공 이동도가  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용하여도 좋다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합체는 캐리어 주입성 및 캐리어 수송성이 우수하기 때문에 저전압 구동 및 저전류 구동을 실현할 수 있다.

[0268] 또한, 전하 발생층(513)은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과 다른 재료로 구성되는 층을 조합하여 형성하여도 좋다. 예를 들어 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과, 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자 수송성이 높은 화합물을 함유한 층을 조합하여 형성하여도 좋다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 함유한 층과 투명 도전막을 조합하여 형성하여도 좋다.

[0269] 어쨌든 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에 개재되는 전하 발생층(513)은 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)에 전압을 인가하였을 때 하나의 발광 유닛에 전자를 주입하고, 다른 하나의 발광 유닛에 정공을 주입하는 것이면 좋다. 예를 들어 도 1(B)에서 제 1 전극의 전위가 제 2 전극의 전위보다 더 높게 되도록 전압을 인가한 경우에는, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고, 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.

[0270] 본 실시형태에서는 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였지만, 마찬가지로 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 소자에도 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층으로 구분하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채 고휘도 영역에서 발광할 수 있다. 전류 밀도를 낮게 유지할 수 있으므로 수명이 긴 소자를 실현할 수 있다. 또한, 조명을 응용으로 한 경우에는, 전극 재료의 저항으로 인한 전압 강하를 작게 할 수 있기 때문에 큰 면적에서 균일하게 발광할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0271] 또한, 발광 유닛 각각의 발광색을 다르게 함으로써, 발광 소자 전체로부터 원하는 색깔의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서 제 1 발광 유닛의 발광색과 제 2 발광 유닛의 발광색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로부터 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다. 또한, 보색이란 혼합하면 무채색이 되는 색끼리의 관계를 말한다. 즉 보색 관계에 있는 색깔을 발광하는 물질로부터 얻어진 빛을 혼합하면 백색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 3개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자의 경우도 마찬가지이며 예를 들어 제 1 발광 유닛의 발광색이 적색이고, 제 2 발광 유닛의 발광색이 녹색이고, 제 3 발광 유닛의 발광색이 청색인 경우에는, 발광 소자 전체로부터 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0272] 본 실시형태의 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함하기 때문에 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다.

[0273] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0274] (실시형태 4)

[0275] 본 실시형태에서는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함하는 발광 소자를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.

[0276] 본 실시형태에서는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 사용하여 제작된 발광 장치의 일례에 대하여 도 2(A) 및 도 2(B)를 사용하여

설명한다. 또한, 도 2(A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 2(B)는 도 2(A)를 A-B 및 C-D로 절단한 단면도다. 이 발광 장치는 발광 소자의 발광을 제어하는 것이며 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스 측 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트 측 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한, 부호 604는 밀봉 기관이고, 부호 625는 건조제이고, 부호 605는 셀재이고, 셀재(605)로 둘러싸인 안쪽은 공간(607)이다.

[0277] 또한, 리드 배선(608)은 소스 측 구동 회로(601) 및 게이트 측 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자가 되는 FPC(Flexible Printed Circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 수신한다. 또한, 여기서는, FPC(Flexible Printed Circuit)밖에 도시되지 않았지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어 있어도 좋다. 본 명세서의 발광 장치에는 발광 장치 본체뿐만 아니라 본체에 FPC 또는 PWB가 장착된 상태도 포함하는 것으로 한다.

[0278] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 2(B)를 사용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는, 구동 회로부인 소스 측 구동 회로(601)와, 화소부(602)의 하나의 화소가 도시되어 있다.

[0279] 또한, 소스 측 구동 회로(601)에는 n채널형 TFT(623)와 p채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 기재하였지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

[0280] 또한, 화소부(602)는 복수의 화소로 형성되고, 그 화소 각각은 스위칭용 TFT(611), 전류 제어용 TFT(612), 및 전류 제어용 TFT(612)의 드레인과 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함한다. 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.

[0281] 또한, 양호한 피복성을 얻기 위하여 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우에는, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μm 내지 3 μm)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서 네거티브형 감광성 수지 또는 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이나 사용할 수 있다.

[0282] 제 1 전극(613) 위에는 EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(613)에 사용하는 재료로서는 일 함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 ITO막, 실리콘을 함유한 인듐주석 산화물막, 2wt% 내지 20wt%의 산화아연을 함유한 산화인듐막, 질화티타늄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조를 채용하면, 배선 저항도 낮고, 양호한 오믹 콘택트(ohmic contact)를 얻을 수 있고, 또한 양극으로서 기능시킬 수 있다.

[0283] 또한, EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코트법 등의 다양한 방법에 의하여 형성된다. EL층(616)은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한다. 또한, EL층(616)을 구성하는 다른 재료는 제한되지 않고, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)이라도 좋다.

[0284] 또한, EL층(616) 위에 형성되어 음극으로서 기능하는 제 2 전극(617)에 사용하는 재료로서 실시형태 2에 기재된 바와 같이 일 함수가 작은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, EL층(616)에서 발생한 빛을 제 2 전극(617)을 투과시키는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서 막 두께를 얇게 한 금속 박막과 투명 도전막(ITO, 2wt% 내지 20wt%의 산화아연을 함유한 산화인듐, 실리콘을 함유한 인듐주석 산화물, 산화아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 좋다.

[0285] 또한, 제 1 전극(613), EL층(616), 제 2 전극(617)으로 발광 소자가 형성되어 있다. 상기 발광 소자는 실시형태 2 또는 실시형태 3의 구성을 갖는 발광 소자다. 또한, 화소부는 복수의 발광 소자로 이루어져 있지만, 본 실시형태의 발광 장치에서는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 구성을 갖는 발광 소자 및 이 외의 구성을 갖는 발광 소자의 양쪽 모두가 포함되어 있어도 좋다.

[0286] 또한, 셀재(605)를 사용하여 밀봉 기관(604)과 소자 기관(610)을 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604), 및 셀재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조가 된다. 또한, 공간(607)에는 충전제가 충전되어 있고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외 셀재(605)로 충전되는 경우도 있다.

- [0287] 또한, 썰개(605)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외 FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플로라이드), 폴리에스테르, 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0288] 상술한 바와 같이 하여 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 사용하여 제작한 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0289] 본 실시형태에서의 발광 장치는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함하는 발광 소자를 사용하기 때문에 양호한 특성을 구비한 발광 장치로 할 수 있다. 구체적으로는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물은 밴드갭이나 3중항 여기 에너지의 저하가 억제되기 때문에 발광 물질로부터 호스트나 수송층으로의 에너지 이동을 억제할 수 있다. 이로써, 발광 효율이 양호한 발광 소자를 제공할 수 있기 때문에 소비 전력이 저감된 발광 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자를 얻을 수 있기 때문에 구동 전압이 작은 발광 장치를 얻을 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자를 얻을 수 있기 때문에 신뢰성이 높은 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0290] 상기에서 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 기재하였지만, 여기서부터는 패시브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명한다. 도 3(A) 및 3b에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시하였다. 또한, 도 3(A)는 발광 장치를 도시한 사시도이고, 도 3(B)는 도 3(A)를 X-Y로 절단한 단면도다. 도 3(A) 및 3b에서 기관(951) 위에는 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 형성되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은 기관면에 가까워짐에 따라 한 쪽 측벽과 다른 쪽 측벽의 간격이 좁아지는 경사를 갖는다. 즉 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이며, 밑변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접촉된 변)이 윗변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접촉되지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 패시브 매트릭스형 발광 장치에서도 낮은 구동 전압으로 동작하는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 가짐으로써 저소비 전력으로 구동시킬 수 있다. 또한, 발광 효율이 높은 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 가짐으로써 저소비 전력으로 구동시킬 수 있다. 또한, 수명이 긴 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 가짐으로써 신뢰성이 높은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0291] 상기 발광 장치는 매트릭스상으로 배치된 다수의 미소한 발광 소자를 각각 제어할 수 있기 때문에 화상을 표현하는 표시 장치로서 바람직하게 이용할 수 있는 발광 장치다.
- [0292] (실시형태 5)
- [0293] 본 실시형태에서는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 그 일부에 포함하는 전자 기기에 대하여 설명한다. 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자는 EL층에 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함함으로써 소비 전력이 저감된 발광 소자이며, 결과적으로 본 실시형태에 기재된 전자 기기는 소비 전력이 저감된 발광부 또는 표시부를 갖는 전자 기기로 할 수 있다. 또한, 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자는 구동 전압이 작은 발광 소자이기 때문에 구동 전압이 작은 전자 기기로 할 수 있다. 또한, 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자는 수명이 긴 발광 소자이기 때문에 신뢰성이 높은 전자 기기로 할 수 있다.
- [0294] 상기 발광 소자를 적용한 전자 기기로서 예를 들어 텔레비전 장치(텔레비전 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라나 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체예를 이하에 기재한다.
- [0295] 도 4(A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 내장되어 있다. 또한, 여기서는, 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 도시하였다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다. 상기 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함하기 때문에 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다. 따라서, 상기 발광



소자로 구성되는 표시부(7103)를 갖는 텔레비전 장치는 소비 전력이 저감된 텔레비전 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 텔레비전 장치로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 텔레비전 장치로 할 수 있다.

[0296] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나 별체의 리모컨 조작기(7110)로 조작할 수 있다. 리모컨 조작기(7110)가 구비하는 조작키(7109)에 의하여 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모컨 조작기(7110)에 상기 리모컨 조작기(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 제공하는 구성으로 하여도 좋다.

[0297] 또한, 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또한 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써, 한 방향(송신자에 게서 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간 또는 수신자간끼리 등)의 정보 통신을 행할 수도 있다.

[0298] 도 4(B1)은 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 이 컴퓨터는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 4(B1)의 컴퓨터는 도 4(B2)와 같은 형태라도 좋다. 도 4(B2)의 컴퓨터는 키보드(7204), 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이고, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용의 펜으로 조작함으로써 입력할 수 있다. 또한, 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 다른 화상을 표시할 수도 있다. 또한, 표시부(7203)도 터치 패널이라도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결됨으로써 수납할 때나 운반할 때 화면을 손상시키거나 파손시키는 사고의 발생도 방지할 수 있다.

[0299] 이들 컴퓨터에 탑재되는 상기 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조 [*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함하기 때문에 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다. 따라서, 상기 발광 소자로 구성된 표시부(7203)를 갖는 컴퓨터는 소비 전력이 저감된 컴퓨터로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 컴퓨터로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 컴퓨터로 할 수 있다.

[0300] 도 4(C)는 휴대형 게임기이며, 하우징(7301)과 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되어 있고, 연결부(7303)에 의하여 개폐할 수 있게 연결되어 있다. 하우징(7301)에는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 제작된 표시부(7304)가 내장되어 있고, 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 내장되어 있다. 또한, 도 4(C)에 도시한 휴대형 게임기는 이 외 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작키(7309)), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 빛, 액(液), 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도(傾度), 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비한다. 물론, 휴대형 게임기의 구성은 상기 구성에 한정되지 않고, 적어도 표시부(7304) 및 표시부(7305) 중 하나에 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 제작된 표시부를 사용하면 좋고, 기타 부속 설비가 적절히 제공된 구성으로 할 수 있다. 도 4(C)에 도시한 휴대형 게임기는 기록 매체에 기록되어 있는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나 무선 통신에 의하여 다른 휴대형 게임기와 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 4(C)에 도시한 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다. 표시부(7304)에 사용되는 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조 [*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함함으로써 양호한 발광 효율을 갖는 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다. 상술한 바와 같은 발광 소자를 구비한 표시부(7304)를 갖는 휴대형 게임기는 소비 전력이 저감된 휴대형 게임기로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 휴대형 게임기로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 휴대형 게임기로 할 수 있다.

[0301] 도 4(D)는 휴대 전화기의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 내장된 표시부(7402) 외 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 구비한다. 또한, 휴대 전화기(7400)는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 것과 같은 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 제작된 표시부(7402)를 갖는다. 상기 발광 소자는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조 [*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함하기 때문에 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다. 따라서, 상기 발광 소자로 구성되는 표시부(7402)를 갖는 휴대 전화기는 소비 전력이 저감된 휴대 전화기로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 휴대 전화기로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 휴대 전화기로 할 수 있다.

- [0302] 도 4(D)에 도시한 휴대 전화기는 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우에는, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 등의 조작은 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 실시할 수 있다.
- [0303] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시가 주된 표시 모드이며, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력이 주된 입력 모드다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 혼합된 표시+입력 모드다.
- [0304] 예를 들어 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력이 주된 문자 입력 모드로 하고, 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 실시하면 좋다. 이 경우에는, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0305] 또한, 휴대 전화기 내부에 자이로(gyroscope), 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 전화기의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.
- [0306] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환되도록 할 수도 있다. 예를 들어 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상 데이터라면 표시 모드로 전환되고, 텍스트 데이터라면 입력 모드로 전환된다.
- [0307] 또한, 입력 모드에서 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 동안 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드에서 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0308] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬상(撮像)함으로써 본인 인증을 할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백라이트(backlight) 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0309] 또한, 본 실시형태에 기재하는 구성은 실시형태 2 내지 실시형태 4에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물의 일부를 자세히 설명한 것이다.
- [0310] 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 바와 같이, 실시형태 1의 카르바졸 화합물을 포함하는 발광 소자를 구비한 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 사용함으로써 소비 전력이 저감된 전자 기기를 얻을 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 전자 기기를 얻을 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0311] 또한, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자는 조명 장치에 사용할 수도 있다. 상기 발광 소자를 조명 장치에 사용하는 일 형태를 도 5 내지 도 7을 사용하여 설명한다. 또한, 조명 장치란 상기 발광 소자를 빛의 조사 수단으로서 갖고 또 적어도 상기 발광 소자로 전류를 공급하는 입출력 단자부를 갖는 것으로 한다. 또한, 상기 발광 소자는 밀봉 수단에 의하여 외부 분위기(특히 물)와 차단되어 있는 것이 바람직하다.
- [0312] 도 5는 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 백 라이트에 적용한 액정 표시 장치의 일례다. 도 5에 도시된 액정 표시 장치는 하우징(901), 액정층(902), 백 라이트(903) 및 하우징(904)을 갖고, 액정층(902)은 드라이버 IC(905)와 접속되어 있다. 또한, 백 라이트(903)에는 실시형태 1에 기재된 카르바졸 화합물을 포함한 발광 소자가 사용되어 있고, 단자(906)로부터 전류가 공급된다.
- [0313] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 액정 표시 장치의 백 라이트에 적용함으로써 소비 전력이 저감된 백 라이트를 얻을 수 있다. 또한, 상기 발광 소자를 사용함으로써 면 발광의 조명 장치를 제작할 수 있고, 또한 대면적화도 가능하다. 이로써, 백 라이트의 대면적화도 가능하므로 액정 표시 장치의 대면적화도 가능하다. 또한, 상기 발광 소자를 적용한 백 라이트는 종래보다 두께를 얇게 할 수 있으므로 표시 장치의 박형화도 가능하다. 또한, 상기 발광 소자를 적용하는 백 라이트는 신뢰성이 높은 백 라이트로 할 수 있다.
- [0314] 도 6은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을

포함한 발광 소자를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예다. 도 6에 도시한 전기 스탠드는 하우스(2001)과 광원(2002)을 갖고, 광원(2002)으로서 상기 발광 소자가 사용되어 있다.

- [0315] 도 7은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 실내의 조명 장치(3001) 및 실내의 조명 장치(3002)에 적용한 예다. 상기 발광 소자는 소비 전력이 저감된 발광 소자이기 때문에 소비 전력이 저감된 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자는 대면적화가 가능하기 때문에 면적이 큰 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자는 두께가 작기 때문에 박형화된 조명 장치를 제작할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자는 구동 전압이 작은 발광 소자이기 때문에 구동 전압이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자는 수명이 긴 발광 소자이기 때문에 수명이 긴 조명 장치로 할 수 있다.
- [0316] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자는 자동차의 앞유리나 대시보드에 탑재할 수도 있다. 상기 발광 소자를 자동차의 앞유리나 대시보드에 사용하는 일 형태를 도 8에 도시하였다. 표시(5000) 내지 표시(5005)는 상기 발광 소자를 사용하여 형성된 표시다.
- [0317] 표시(5000)와 표시(5001)는 자동차의 앞유리에 제공된, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 탑재한 표시 장치다. 상기 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극을 투광성을 갖는 전극으로 제작함으로써 반대 측이 비추어 보이는 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시라면 자동차의 앞유리에 설치한 경우에도 시계(視界)를 방해하지 않는다. 또한, 구동하는 데 사용하는 트랜지스터 등을 설치하는 경우에는, 유기 반도체 재료로 이루어진 유기 트랜지스터나 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 갖는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0318] 표시(5002)는 필러 부분에 제공된, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자를 탑재한 표시 장치다. 차체에 설치된 촬상 수단으로 촬상된 영상을 표시(5002)에 표시함으로써 필러로 차단된 시계를 보완시킬 수 있다. 또한, 마찬가지로 대시보드 부분에 설치된 표시(5003)는 자동차의 외측에 설치된 촬상 수단으로 촬상된 영상을 표시함으로써 차체로 차단된 시계를 보완시킬 수 있기 때문에, 사각 지대를 제거하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완시키도록 영상을 표시함으로써 더 위화감 없이 자연스럽게 안전을 확인할 수 있다.
- [0319] 표시(5004)나 표시(5005)는 내비게이션 정보, 속도계, 회전 속도계, 주행 거리, 급유량, 기어 상태, 에어컨의 설정 등 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시는 사용자의 취향에 따라 그 표시 항목이나 레이아웃을 적절히 변경할 수 있다. 또한, 이들 정보는 표시(5000) 내지 표시(5003)에 표시할 수도 있다. 또한, 표시(5000) 내지 표시(5005)는 조명 장치로서 사용할 수도 있다.
- [0320] 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 포함한 발광 소자는 상기 화합물을 포함함으로써 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 소비 전력이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 이로써, 표시(5000) 내지 표시(5005)와 같은 큰 화면을 많이 설치하여도 배터리에 가해지는 부하가 적어 쾌적하게 사용할 수 있기 때문에 상기 발광 소자를 사용한 발광 장치 또는 조명 장치는 차량 탑재용 발광 장치 또는 조명 장치로서 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0321] (실시형태 6)
- [0322] 본 실시형태에서는 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 9(A) 및 도 9(B)를 참조하면서 설명한다. 도 9(B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 9(A)는 도 9(B)의 e-f로 절단한 단면도다.
- [0323] 본 실시형태의 조명 장치는 지지체인 투광성을 갖는 기관(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 실시형태 2의 제 1 전극(101)에 상당한다.
- [0324] 제 1 전극(401) 위에는 보조 전극(402)이 제공되어 있다. 본 실시형태에서는 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 예를 기재하기 때문에 제 1 전극(401)은 투광성을 갖는 재료로 형성한다. 투광성을 갖는 재료의 도전율이 낮은 것을 보완시키기 위하여 보조 전극(402)이 제공되어 있고, 제 1 전극(401)의 저항이 높은 것에 기인한 전압 강하에 기인하는 발광 면 내의 휘도 불균일을 억제하는 기능을 갖는다. 보조 전극(402)은 적어도 제 1 전극(401)의 재료보다 도전율이 큰 재료를 사용하여 형성하고, 바람직하게는 알루미늄 등의 도전율이 큰 재료를 사용하여 형성하면 좋다. 또한, 보조 전극(402)의 제 1 전극(401)과 접촉된 부분 외의 표면은 절연층으로 덮여 있는 것이 바람직하다. 이것은 추출할 수 없는 보조 전극(402) 상부로부터의 발광을 억제하기 위한 것



이며, 무효 전류를 저감시켜 전력 효율의 저하를 억제하기 위한 것이다. 또한, 보조 전극(402)의 형성과 동시에 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)를 형성하여도 좋다.

[0325] 제 1 전극(401)과 보조 전극(402) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)은 실시형태 2의 EL층(103)의 구성 또는 실시형태 3의 발광 유닛(511), 발광 유닛(512), 및 전하 발생층(513)을 합친 구성에 상당한다. 또한, 이들 구성에 대해서는 상기 기재를 참조할 수 있다. 또한, 상면에서 볼 때 EL층(403)을 제 1 전극(401)보다 조금 크게 형성하면 제 1 전극(401)과 제 2 전극(404)이 단락되는 것을 억제하는 절연층의 기능도 할 수 있기 때문에 바람직한 구성이다.

[0326] EL층(403)을 덮어 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 2의 제 2 전극(102)에 상당하며 같은 구성을 갖는다. 본 실시형태에서는 발광은 제 1 전극(401) 측으로부터 추출되기 때문에, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 본 실시형태에서 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접촉됨으로써 전압이 공급되는 것으로 한다.

[0327] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재되는 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)(및 보조 전극(402))을 갖는 발광 소자를 갖는다. 상기 발광 소자는 발광 효율이 높은 발광 소자이기 때문에 본 실시형태의 조명 장치는 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자는 신뢰성이 높은 발광 소자이기 때문에 본 실시형태의 조명 장치는 신뢰성이 높은 조명 장치로 할 수 있다.

[0328] 쉴재(405) 및 쉴재(406)를 사용하여 밀봉 기관(407)을 고착시키고, 상기 구성을 갖는 발광 소자를 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 쉴재(405) 및 쉴재(406) 중 하나를 사용하여도 좋다. 또한, 안쪽의 쉴재(406)에는 건조제를 혼합할 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있으므로 신뢰성 향상에 기여한다.

[0329] 또한, 패드(412), 제 1 전극(401), 및 보조 전극(402)의 일부를 쉴재(405) 및 쉴재(406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한, 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

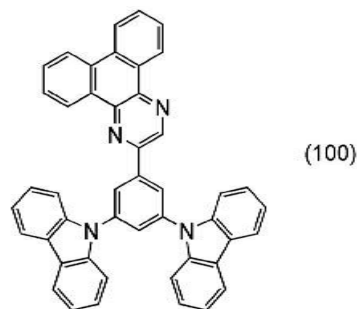
[0330] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 발광 소자에 실시형태 2 또는 실시형태 3에 기재된 발광 소자를 포함하기 때문에 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 낮은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 조명 장치로 할 수 있다.

[0331] (실시에 1)

[0332] <합성예>

[0333] 본 실시에에서는 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물인, 하기 구조식(100)으로 나타내어지는 2-[3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2Cz2PDBq)의 합성 방법에 대하여 설명한다. 상기 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물이라고 부를 수도 있다.

[0334] [구조식(100)]

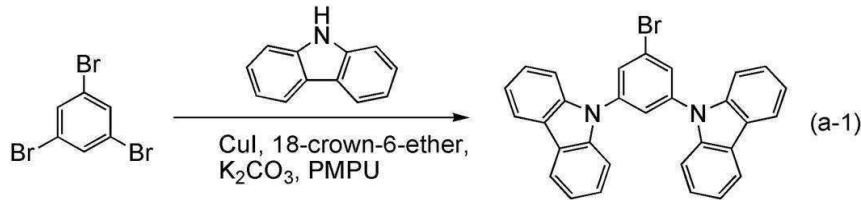


[0335] <단계 1: 9,9'-(5-브로모-1,3-페닐렌)-비스-9H-카르바졸의 합성>

[0337] 300mL 3구 플라스크에 9.4g(30mmol)의 1,3,5-트리브로모벤젠과, 10g(60mmol)의 9H-카르바졸과, 1.1g(6.0mmol)의 요오드화 구리(I)와, 16g(0.12mol)의 탄산칼륨과, 0.79g(3.0mmol)의 18-크라운-6-에테르를 넣고, 플라스크 내를 질소로 치환하였다. 이 혼합물을 질소 기류하에서 90℃로 15분 동안 교반하였다. 교반한 후, 이 혼합물에 9.0mL의 1,3-디메틸-3,4,5,6-테트라히드로-2(1H)피리미딘(DMPU)을 첨가하고, 이 플라스크를 185℃로 3시간 동안 교반하였다. 교반한 후, 이 플라스크를 85℃가 될 때까지 냉각시키고 나서 70mL의 톨루엔을 첨가하고 120℃로 4시간 동안 교반하였다. 교반한 후, 이 혼합물을 80℃가 될 때까지 냉각시키고 나서 200mL의 톨루엔을 첨

가하고, 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 얻어진 여과액을 포화 식염수로 세정하였다. 황산 마그네슘을 사용하여 유기층으로부터 물을 제거하고, 그 후 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체에 85mL의 클로로포름을 첨가하고, 이 혼합물을 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를 실리카겔 컬럼(전개 용매; 톨루엔:헥산=1:100)으로 정제한 결과, 고체를 얻었다. 이 고체를 감압 건조시킨 결과 목적물인 백색 분말을 2.8g 얻었고 수율은 19%이었다. 단계 1의 합성 스킴을 (a-1)로 나타냈다.

[0338] [합성 스킴(a-1)]

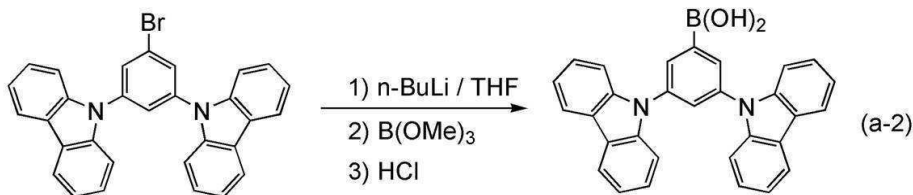


[0339]

[0340] <<단계 2: 3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐보론산의 합성>>

[0341] 100mL 3구 플라스크에 2.8g(5.7mmol)의 9,9'-(5-브로모-1,3-페닐렌)-비스-9H-카르바졸을 넣고, 플라스크 내를 질소로 치환하였다. 이 플라스크에 25mL의 테트라히드로푸란(THF)을 첨가하고 이 용액을 -80℃가 될 때까지 냉각하였다. 이 용액에 3.9mL(6.3mmol)의 n-부틸리튬(1.6mol/L 헥산 용액)을 시린지를 사용하여 적하하여 첨가하였다. 적하가 끝난 후, 이 용액을 같은 온도로 1시간 반 동안 교반하였다. 교반한 후, 이 용액에 0.80mL(7.4mmol)의 붕산트리메틸을 첨가하고, 실온으로 상승시키면서 1시간 동안 교반하였다. 교반한 후, 이 용액에 약 10mL의 회염산(1.0mol/L)을 첨가하고, 이 혼합물의 수성층을 초산에틸을 사용하여 추출하고, 추출 용액과 유기층을 혼합하고, 포화 탄산수소나트륨 수용액과 포화 식염수로 세정하였다. 황산마그네슘을 사용하여 유기층으로부터 물을 제거한 후, 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 초산에틸/헥산을 첨가하고, 초음파를 조사하고, 고체를 흡인 여과하여 회수한 결과, 목적물인 주황색 분말을 2.1g 얻었고, 수율은 83%이었다. 단계 2의 합성 스킴을 (a-2)로 나타냈다.

[0342] [합성 스킴(a-2)]

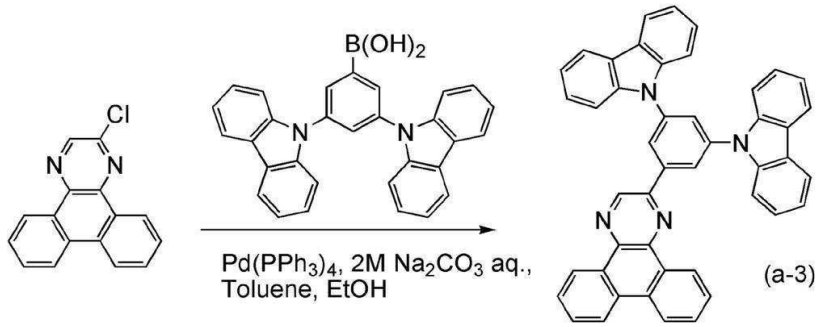


[0343]

[0344] <<단계 3: 2-[3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2Cz2PDBq)의 합성>>

[0345] 100mL 3구 플라스크에 1.2g(4.8mmol)의 2-클로로디벤조[f,h]퀴녹살린과, 2.1g(4.7mmol)의 3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐보론산을 넣고, 플라스크 내를 질소로 치환하였다. 이 혼합물에 18mL의 톨루엔과, 6.0mL의 에탄올과, 6.0mL의 탄산나트륨 수용액(2.0mol/L)을 첨가하였다. 이 혼합물을 감압하면서 교반함으로써 탈기하였다. 이 혼합물에 0.11g(0.096mmol)의 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0)을 첨가하고, 질소 기류하에서 80℃로 6시간 동안 교반한 결과, 고체가 석출되었다. 석출된 고체를 흡인 여과하여 회수하였다. 얻어진 고체에 약 100mL의 물을 첨가하고, 초음파를 조사하여 세정하고, 흡인 여과하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 약 100mL의 에탄올을 첨가하고, 초음파를 조사하여 세정하고, 흡인 여과하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 약 1.5L의 가열된 톨루엔에 용해시키고, 이 용액을 셀라이트, 플로리실을 통과시켜 흡인 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를 톨루엔을 사용하여 세정한 결과, 목적물인 황색 고체를 2.8g 얻었고, 수율은 94%이었다. 단계 3의 합성 스킴을 (a-3)로 나타냈다.

[0346] [합성 스킴(a-3)]



[0347]

[0348] 얻어진 황색 고체 2.7g을 트레인서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력을 2.7Pa로 하고, 아르곤 가스를 유량 5.0mL/min으로 흘리면서, 320℃로 2Cz2PDBq를 가열함으로써 행하였다. 승화 정제 후, 백색 고체를 1.6g 얻었고, 회수율은 60%이었다.

[0349] 얻어진 백색 고체의 <sup>1</sup>H NMR을 측정하여 2Cz2PDBq가 얻어진 것을 확인하였다. 측정 데이터의 차트를 도 10(A) 및 도 10(B)에 도시하였다. 또한, 도 10(B)는 도 10(A)의 7ppm 내지 9.6ppm의 범위를 확대하여 도시한 데이터다.

[0350] <sup>1</sup>H NMR(CDC1<sub>3</sub>, 300MHz): δ=7.36(t, J=7.5Hz, 4H), 7.50(ddd, J=7.2, 0.9Hz, 4H), 7.67-7.85(m, 8H), 7.99(t, J=1.8Hz, 1H), 8.21(d, J=7.2Hz, 4H), 8.64(dd, J=2.4Hz, 2H), 8.69(d, J=1.8Hz, 2H), 9.25(dd, J=1.5, 7.8Hz, 1H), 9.30(dd, J=1.5, 7.8Hz, 1H), 9.48(s, 1H)

[0351] 다음에, 톨루엔 용액 내의 2Cz2PDBq의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 11(A)에 도시하였고, 박막 상태의 2Cz2PDBq의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 11(B)에 도시하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 톨루엔 용액 내의 2Cz2PDBq의 스펙트럼은 2Cz2PDBq의 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정하고 이 흡수 스펙트럼으로부터 석영 셀을 사용하여 측정한 톨루엔의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 또한, 박막 상태의 흡수 스펙트럼은 2Cz2PDBq를 석영 기판에 증착하여 샘플을 제작하고, 이 샘플의 흡수 스펙트럼으로부터 석영의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼의 측정에는 흡수 스펙트럼 측정과 마찬가지로 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 톨루엔 용액 내의 2Cz2PDBq의 발광 스펙트럼은 2Cz2PDBq의 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정하고, 박막 상태의 발광 스펙트럼은 2Cz2PDBq를 석영 기판에 증착함으로써 샘플을 제작하고 측정하였다. 이로써, 톨루엔 용액 내의 2Cz2PDBq의 극대 흡수 파장은 376nm 부근, 338nm 부근, 및 292nm 부근에 있고, 최대 발광 파장은 427nm 부근(여기 파장 376nm)에 있고, 박막 상태의 2Cz2PDBq의 극대 흡수 파장은 384nm 부근, 372nm 부근, 341nm 부근, 325nm 부근, 311nm 부근, 293nm 부근, 262nm 부근, 243nm 부근, 210nm 부근에 있고, 최대 발광 파장은 442nm 부근(여기 파장 383nm)에 있는 것을 알았다.

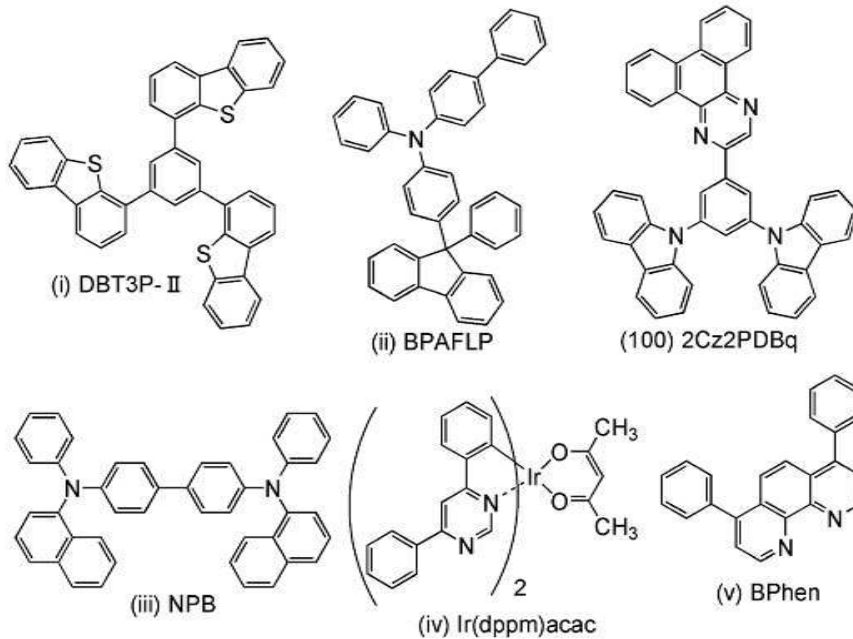
[0352] 또한, 박막 상태의 2Cz2PDBq의 이온화 포텐셜의 값을 대기 중에서 광 전자 분 장치(Riken Keiki Co., Ltd. 제조, AC-2)으로 측정하였다. 얻어진 이온화 포텐셜의 값을 음의 값으로 환산한 결과, 2Cz2PDBq의 HOMO 준위가 -5.89eV이었다. 도 11(B)의 박막 상태의 흡수 스펙트럼의 데이터에 의거하여 직접 전이를 가정한 Tauc 플롯으로부터 구한 2Cz2PDBq의 흡수단은 3.06eV이었다. 따라서, 2Cz2PDBq의 고체 상태의 광학적 에너지 갭은 3.06eV로 개산(概算)되며 상기 HOMO 준위와 이 에너지 갭의 값에 의거하여 2Cz2PDBq의 LUMO 준위를 -2.83eV로 개산할 수 있다. 상술한 바와 같이, 2Cz2PDBq가 고체 상태에서 3.06eV의 넓은 에너지 갭을 가짐을 알았다. 이것은 상기 복소 고리 화합물이 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리와 2개의 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기를 가짐으로써 밴드갭이나 3중항 여기 에너지의 저하가 억제된 결과라고 말할 수 있다.

[0353] (실시예 2)

[0354] 본 실시예에서는 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물인 2-[3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2Cz2PDBq)(구조식 100)을 주황색의 인광을 발광하는 발광 중심 물질을 사용한 발광층에서의 호스트 재료 및 전자 수송 재료로서 사용한 발광 소자에 대하여 설명한다. 상기 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[f,h]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물이다.

[0355] 또한, 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 분자 구조를 하기 구조식(i) 내지 구조식(v), 구조식(100)에 나타낸다. 소자 구조는 도 1(A)와 마찬가지로이다.

[0356] [구조식(i) 내지 구조식(v) 및 구조식(100)]



[0357]

[0358] <<발광 소자 1의 제작>>

[0359] 우선, 제 1 전극(101)으로서 두께가 110nm인 실리콘 함유 인듐주석 산화물(ITSO)이 형성된 유리 기판을 준비하였다. ITSO 표면은 2mm×2mm 크기로 표면이 노출되도록 주변을 폴리이미드막으로 덮어 전극 면적을 2mm×2mm로 하였다. 이 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 행하였다. 그 후, 내부가 10<sup>-4</sup>Pa정도까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0360] 다음에, ITSO가 형성된 면이 아래 쪽을 향하도록 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 홀더에 고정하였다.

[0361] 진공 장치 내를 10<sup>-4</sup>Pa로 감압한 후, 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 1, 3, 5-트리(디벤조티오펜-4-일)벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화몰리브덴(VI)을 DBT3P-II:산화몰리브덴=2:1(중량비)가 되도록 동시 증착시킴으로써 정공 주입층(111)을 형성하였다. 막 두께는 40nm로 하였다. 또한, 동시 증착이란 서로 다른 복수의 물질을 서로 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착법이다.

[0362] 그리고, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)을 막 두께 20nm로 증착시킴으로써 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0363] 또한, 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(100)으로 나타내어지는, 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물인 2-[3,5-비스(9H-카르바졸-9-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2Cz2PDBq)과 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac))을 2Cz2PDBq:NPB:Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)=0.8:0.2:0.05(중량비)가 되도록 막 두께 40nm로 증착함으로써 발광층(113)을 형성하였다.

[0364] 다음에, 2Cz2PDBq를 막 두께 15nm로 증착하고, 이어서, 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm로 증착함으로써 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0365] 또한, 전자 수송층(114) 위에 불화리튬을 막 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층을 형성하였다. 마지막으로 음극으로서 기능하는 제 2 전극(102)으로서 알루미늄을 200nm 성막함으로써 발광 소자 1을 완성시켰다. 상기 증착 과정에서 증착에는 모두 저항 가열법을 사용하였다. 발광 소자 1은 실시형태 2에서 자세히 설명한

발광 소자다.

《발광 소자 1의 동작 특성》

상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 1을 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행한 후, 발광 소자 1의 동작 특성을 측정하였다. 이 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기하)에서 행하였다.

발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도 12에 도시하였고, 전압-휘도 특성을 도 13에 도시하였고, 휘도-전류 효율 특성을 도 14에 도시하였다. 도 12에서 세로 축이 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타내고, 가로 축이 전류 밀도(mA/cm<sup>2</sup>)를 나타낸다. 도 13에서는 세로 축이 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타내고 가로 축이 전압(V)을 나타낸다. 도 14에서는 세로 축이 전류 효율(cd/A)을 나타내고 가로 축이 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다.

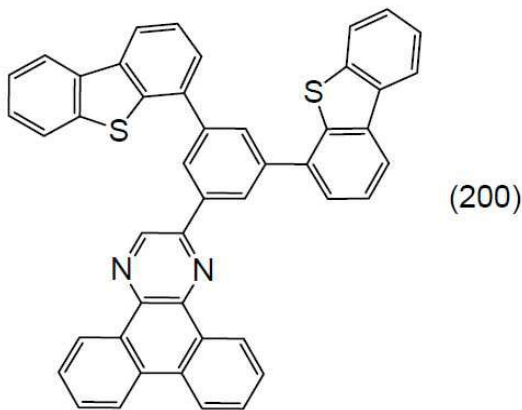
도 12를 보면, 실시형태 1에서 설명한 복소 고리 화합물인 2Cz2PDBq를 주황색의 인광을 발광하는 발광 소자의 발광층의 호스트 재료에 사용한 발광 소자 1(실시형태 2에서 자세히 설명한 발광 소자)은 양호한 전류 효율-휘도 특성을 나타내고, 전류 효율이 양호한 발광 소자임을 알았다. 또한, 도 13을 보면, 상기 발광 소자는 양호한 휘도-전압 특성을 나타내고, 구동 전압이 작은 발광 소자임을 알았다. 이것은 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물이 뛰어난 캐리어 수송성을 갖는 것을 나타낸 것이다. 따라서, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물을 사용한 발광 소자는 발광 효율이 양호한 발광 소자임을 알았다. 또한, 상기 발광 소자는 구동 전압이 작은 발광 소자임을 알았다.

(실시예 3)

<합성예 2>

본 실시예에서는 실시형태 1에서 설명한 복소 고리 화합물인, 하기 구조식(200)으로 나타내어지는 2-[3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 2DBT2PDBq-II)의 합성 방법에 대하여 설명한다. 상기 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격(디벤조티오펜 골격)이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물이라고 부를 수도 있다.

[구조식(200)]

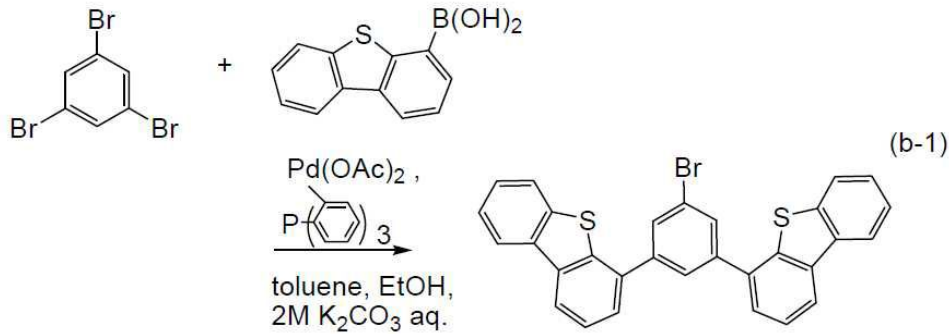


《단계 1: 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)브로모벤젠의 합성》

50L의 반응 솥에 1.33kg(4.23mol)의 트리브로모벤젠과, 3.04g(13.3mol)의 디벤조티오펜-4-보론산과, 38.6g(127mmol)의 트리스(2-메틸페닐)포스핀과, 3.68kg(26.6mol)의 탄산칼슘과, 14.2g(63.4mmol)의 초산팔라듐(II)을 넣었다. 이 혼합물에 13.3L의 물과, 17.5L의 에탄올과, 39.5L의 톨루엔을 첨가하고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 탈기한 후, 질소 기류하에서 105℃로 3시간 동안 교반하였다. 교반한 후, 얻어진 혼합물을 여과하여 고체를 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 이 고체를 톨루엔 및 에탄올로 세정한 후, 톨루엔으로 재결정시킨 결과, 담적갈색 고체를 11.7g 얻었고, 수율은 0.53%이었다. 단계 1의 합성 스킴을 (b-1)로 나타냈다.



[0377] [합성 스킴(b-1)]



[0378]

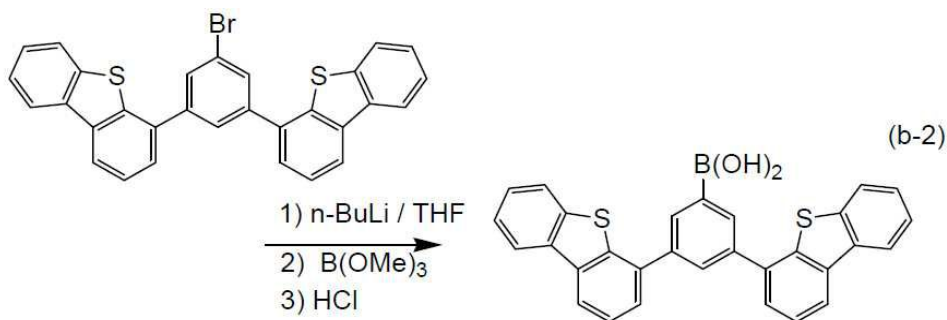
[0379] 얻어진 백색 고체의 <sup>1</sup>H NMR을 측정하여 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)브로모벤젠이 얻어진 것을 확인하였다. 측정 데이터는 이하와 같다.

[0380] <sup>1</sup>H NMR(CDCl<sub>3</sub>, 500MHz): δ=7.47-7.51(m, 4H), 7.57-7.62(m, 4H), 7.85-7.88(m, 2H), 7.97(d, J1=1.5Hz, 2H), 8.07(t, J1=1.5Hz, 1H), 8.19-8.23(m, 4H)

[0381] <<단계 2: 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐보론산의 합성>>

[0382] 500mL 3구 플라스크에 5.2g(10mmol)의 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)브로모벤젠을 넣고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 플라스크에 250mL의 THF를 첨가하고, 이 용액을 -80℃가 될 때까지 냉각하였다. 이 용액에 8.0mL(13mmol)의 n-부틸리튬(1.6mol/L 헥산 용액)을 적하하였다. 적하가 끝난 후, 이 용액을 3시간 동안 교반하였다. 소정의 시간이 지난 후, 4.0mL(6.5mmol)의 n-부틸리튬(1.6mol/L 헥산 용액)을 적하하였다. 적하가 끝난 후, 이 용액을 5시간 동안 교반하였다. 교반 후, 이 용액에 2.8mL(25mmol)의 붕산트리메틸을 첨가하고, 실온으로 되돌리면서 하룻밤 교반하였다. 교반 후, 이 용액에 약 30mL의 회염산(1.0mol/L)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 교반 후의 수성층을 초산에틸로 추출하고, 추출 용액과 유기층을 혼합하고, 포화 탄산수소나트륨 수용액 및 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산마그네슘에 의하여 건조시키고, 건조한 후, 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과, 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 초산에틸/THF/헥산을 사용하여 다시 침전시켜 목적물인 백색 고체를 2.3g 얻었고, 수율은 47%이었다. 단계 2의 합성 스킴을 (b-2)로 나타냈다.

[0383] [합성 스킴(b-2)]



[0384]

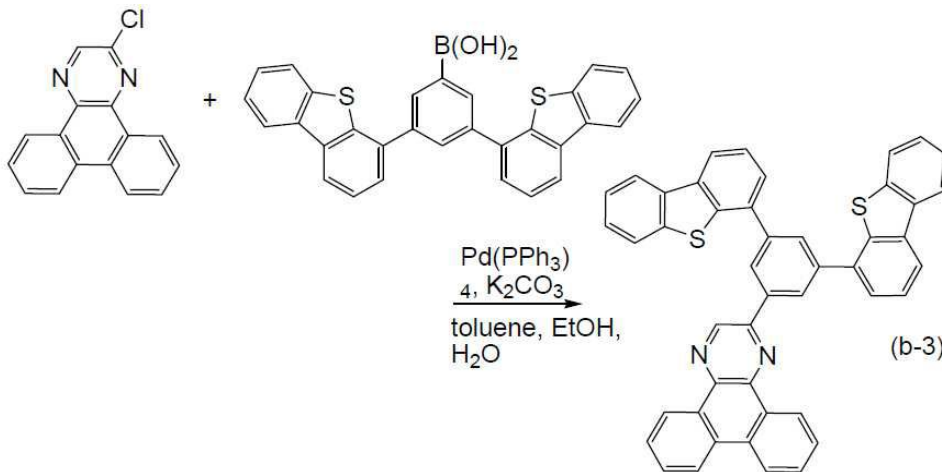
[0385] 얻어진 백색 고체의 <sup>1</sup>H NMR을 측정하여 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐보론산이 얻어진 것을 확인하였다. 측정 데이터의 차트를 도 15(A) 및 도 15(B)에 도시하였다. 또한, 도 15(B)는 도 15(A)의 4.5ppm 내지 8.5ppm의 범위를 확대하여 도시한 데이터다.

[0386] <sup>1</sup>H NMR(CDCl<sub>3</sub>, 500MHz): δ=4.86(s, 2H), 7.46-7.50(m, 4H), 7.59-7.63(m, 4H), 7.85-7.87(m, 2H), 8.19-8.24(m, 7H)

[0387] <<단계 3: 2-[3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2DBT2PDBq-I1)의 합성>>

[0388] 200mL 3구 플라스크에 1.2g(4.5mmol)의 2-클로로디벤조[*f,h*]퀴놀살린과, 2.2g(4.5mmol)의 3,5-비스(디벤조티오펜-4-일)페닐보론산과, 1.2g(9.0mmol)의 탄산칼륨을 첨가하고, 이 혼합물에 23mL의 톨루엔과, 4.5mL의 물과, 5mL의 에탄올을 첨가하고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 이 혼합물에 104mg(0.09mmol)의 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0)을 첨가하고, 질소 기류하에서 100℃로 3.5시간 동안 교반하였다. 교반한 후, 얻어진 혼합물을 여과하고, 고체를 물 및 에탄올로 세정하였다. 얻어진 고체에 톨루엔을 첨가하고, 셀라이트, 알루미늄, 및 플로리살을 통하여 흡인 여과하고, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 이 고체를 톨루엔으로 재결정시킨 결과, 백색 고체를 1.4g 얻었고, 수율은 46%이었다. 얻어진 고체 1.3g을 트레인 서블리메이션법(train sublimation method)에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 아르곤을 유량 5mL/min으로 흘리면서 압력 2.8Pa, 320℃의 조건으로 행하였다. 승화 정제 후, 백색 고체를 0.94g 얻었고, 회수율은 72%이었다. 단계 3의 합성 스킴을 (b-3)으로 나타냈다.

[0389] [합성 스킴(b-3)]



[0390]

[0391] 얻어진 백색 고체의 <sup>1</sup>H NMR을 측정하여 2DBT2PDBq-II가 얻어진 것을 확인하였다. 측정 데이터의 NMR 차트를 도 16(A) 및 도 16(B)에 도시하였다. 또한, 도 16(B)는 도 16(A)의 7ppm 내지 10ppm의 범위를 확대하여 도시한 데이터다.

[0392] <sup>1</sup>H NMR(CDC1<sub>3</sub>, 500MHz): δ=7.49-7.54(m, 4H), 7.69(t, J1=7.5Hz, 2H), 7.73-7.84(m, 6H), 7.88-7.92(m, 2H), 8.25-8.28(m, 5H), 8.67(dd, J1=7.5Hz, J2=3.5Hz, 2H), 8.88(d, J1=1.5Hz, 2H), 9.28(dd, J1=1.0Hz, J2=8.0Hz, 1H), 9.47(dd, J1=1.0Hz, J2=8.0Hz, 1H), 9.60(s, 1H)

[0393] 다음에, 톨루엔 용액 내의 2DBT2PDBq-II의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 17(A)에 도시하였고, 박막 상태의 2DBT2PDBq-II의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 17(B)에 도시하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 톨루엔 용액 내의 2DBT2PDBq-II의 스펙트럼은 2DBT2PDBq-II의 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정하고 이 흡수 스펙트럼으로부터 석영 셀을 사용하여 측정된 톨루엔의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 또한, 박막 상태의 흡수 스펙트럼은 2DBT2PDBq-II를 석영 기판에 증착하여 샘플을 제작하고, 이 샘플의 흡수 스펙트럼으로부터 석영의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼의 측정에는 흡수 스펙트럼 측정과 마찬가지로 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 톨루엔 용액 내의 2DBT2PDBq-II의 발광 스펙트럼은 2DBT2PDBq-II의 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정하고, 박막 상태의 발광 스펙트럼은 2DBT2PDBq-II를 석영 기판에 증착하여 샘플을 제작하고 측정하였다. 이로써, 2DBT2PDBq-II의 톨루엔 용액 내의 극대 흡수 파장은 373nm 부근 및 281nm 부근에 있고, 극대 발광 파장은 389nm 부근 및 410nm 부근(여기 파장 363nm)에 있고, 박막 상태의 극대 흡수 파장은 386nm 부근, 370nm 부근, 339nm 부근, 316nm 부근, 292nm 부근, 265nm 부근, 및 246nm 부근에 있고, 최대 발광 파장은 428nm 부근(여기 파장 382nm)에 있는 것을 알았다.

[0394] 또한, 박막 상태의 2DBT2PDBq-II의 이온화 포텐셜의 값을 대기 중에서 광 전자 분광 장치(Riken Keiki Co., Ltd. 제조, AC-2)으로 측정하였다. 얻어진 이온화 포텐셜의 값을 음의 값으로 환산한 결과, 2DBT2PDBq-II의 HOMO 준위가 -6.37eV이었다. 도 17(B)의 박막 상태의 흡수 스펙트럼의 데이터에 의거하여 직접 전이를 가정한 Tauc 플롯으로부터 구한 2DBT2PDBq-II의 흡수단은 3.07eV이었다. 따라서, 2DBT2PDBq-II의 고체 상태의 광학적



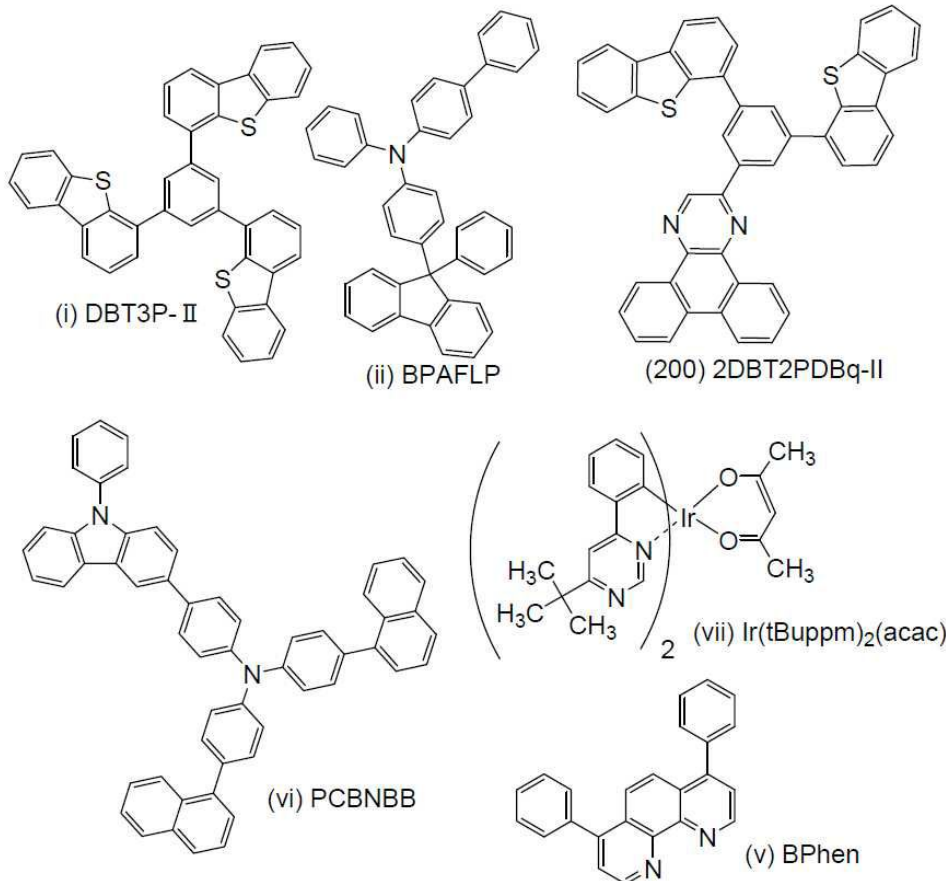
에너지 갭은 3.07eV로 개선되며 상기 HOMO 준위와 이 에너지 갭의 값에 의거하여 2DBT2PDBq-II의 LUMO 준위를 -3.30eV로 개선할 수 있다. 상술한 바와 같이, 2DBT2PDBq-II가 고체 상태에서 3.07eV의 넓은 에너지 갭을 가짐을 알았다. 이것은 상기 복소 고리 화합물이 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리와 2개의 정공 수송 골격 사이에 방향족 탄화수소기를 가짐으로써 밴드갭이나 3중항 여기 에너지의 저하가 억제된 결과라고 말할 수 있다.

- [0395] 또한, 2DBT2PDBq-II를 액체 크로마토그래피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry, 약칭: LC/MS 분석)으로 분석하였다.
- [0396] LC/MS 분석은 LC(액체 크로마토그래피) 분리를 Acquity UPLC(Waters Corporation 제작)에 의하여 행하였고, MS 분석(질량 분석)을 Xevo G2 Tof MS(Waters Corporation 제작)에 의하여 행하였다. LC 분리에서 사용한 컬럼은 Acquity UPLC BEH C8(2.1×100mm, 1.7 μm)이고, 컬럼 온도는 40℃로 하였다. 이동상으로는 이동상 A를 아세트니트릴로 하고, 이동상 B를 0.1% 포름산 수용액으로 하였다. 또한, 샘플은 임의의 농도의 2DBT2PDBq-II를 클로로포름에 용해시키고 아세트니트릴로 희석하여 조정하고, 주입량은 5.0 μL로 하였다.
- [0397] LC 분리에서는 이동상의 조성을 변화시키는 그레이디언트 방법을 사용하고, 측정 시작 후 0분부터 1분까지의 이동상 A와 이동상 B의 비율이 이동상 A:이동상 B=75:25가 되고, 그 후, 조성을 변화시켜 측정 시작 후 10분의 이동상 A와 이동상 B의 비율이 이동상 A:이동상 B=95:5가 되도록 하였다. 조성비는 연속적으로 변화시켰다.
- [0398] MS 분석에서는 일렉트로스프레이 이온화법(ElectroSpray Ionization, 약칭: ESI)에 의한 이온화를 행하고, 캐필러리(capillary) 전압을 3.0kV로 하고, 샘플 콘(cone) 전압을 30V로 하고, 포지티브 모드로 검출하였다. 또한, 측정하는 질량 범위는 m/z=100 내지 1200으로 하였다.
- [0399] 상술한 조건으로 분리 및 이온화된 m/z=670.15의 성분을 충돌실(콜리전 셀) 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤을 충돌시킬 때의 에너지(콜리전 에너지)는 50eV 및 70eV로 하였다. 해리시킨 프로덕트 이온을 비행 시간(TOF)형 MS로 검출한 결과를 도 18(A) 내지 도 19(B)에 도시하였다. 도 18(A) 및 도 18(B)는 콜리전 에너지가 50eV일 때의 결과이고, 도 19(A) 및 도 19(B)는 콜리전 에너지가 70eV일 때의 결과다. 또한, 도 18(B) 및 도 19(B)는 각각 도 18(A) 및 도 19(A)의 일부의 m/z 범위를 확대하여 도시한 그래프다.
- [0400] 도 18(A) 및 도 18(B)에 의거하여 2DBT2PDBq-II는 m/z=644 부근에 부분 골격의 프로덕트 이온의 피크가 검출되는 것을 알았다. 또한, 도 19(A) 및 도 19(B)에 의거하여 m/z=229 부근, m/z=202 부근, m/z=177 부근, 및 m/z=165 부근에 부분 골격의 프로덕트 이온의 피크가 검출되는 것을 알았다.
- [0401] 또한, m/z=644 부근의 피크는 2DBT2PDBq-II로부터 C 원자와 N 원자가 하나씩 탈리한 상태의 양 이온의 피크라고 추정된다. 이것은 2번 위치에 치환기를 갖는 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 골격을 갖는 화합물에 나타나는 특징적인 피크이고, 본 발명의 일 형태인 복소 고리 화합물의 특징 중 하나다.
- [0402] 또한, m/z=229 부근의 피크는 디아자트리페닐레닐기의 양 이온의 피크라고 추정된다. 또한, m/z=202 부근, m/z=177 부근, m/z=165 부근의 피크도 동시에 검출되기 때문에 상기 디아자트리페닐레닐기가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린에서 유래된 프로덕트 이온인 것이 추정된다. 이들은 2번 위치에 치환기를 갖는 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 골격을 갖는 화합물에서 나타나는 특징적인 피크다.
- [0403] 상기 결과에 의거하여, 본 발명의 일 형태인 복소 고리 화합물 2DBT2PDBq-II가 2번 위치에 치환기를 갖는 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리를 포함하는 것이 시사된다.
- [0404] 또한, 도 19(B)에 의거하여 m/z=453 부근, m/z=442 부근에도 비교적 현저하게 피크가 나타나는 것을 확인할 수 있다. m/z=453 부근의 피크는 2개의 디벤조티오펜기, 하나의 벤젠 골격, 및 하나의 탄소로 이루어진 프로덕트 이온의 피크에 상당하고, 2DBT2PDBq-II로부터 2번 위치의 탄소 전체로서 탈리된 2개의 디벤조티오펜기가 결합된 페닐기의 프로덕트 이온이라고 추정된다. 또한, m/z=442 부근의 피크는 2개의 디벤조티오펜기와 하나의 벤젠 골격으로 이루어진 프로덕트 이온의 피크에 상당한다.
- [0405] 또한, m/z=220 부근에 나타난 피크는 디벤조[*f,h*]퀴녹살린으로부터 하나의 탄소가 빠진 프로덕트 이온의 피크에 상당하지만, 2개의 디벤조티오펜기가 결합된 페닐기가 2DBT2PDBq-II로부터 2번 위치의 탄소 전체로서 탈리된 경우의 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 골격의 프로덕트 이온이라고 추정된다.
- [0406] (실시예 4)
- [0407] 본 실시예에서는 실시형태 1에 기재된 복소 고리 화합물이고, 실시예 3에서 합성한 2-[3,5-비스(디벤조티오펜-

4-일)페닐]디벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 2DBT2PDBq-II)(구조식(200))을 황녹색의 인광을 발하는 발광 중심 물질을 사용한 발광층에서 호스트 재료 및 전자 수송 재료로서 사용한 발광 소자(발광 소자 2)에 대하여 설명한다. 상기 복소 고리 화합물은 2개의 정공 수송 골격(디벤조티오펜-4-일) 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴녹살린 고리에 결합된 화합물이다.

[0408] 또한, 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 분자 구조를 구조식(i), 구조식(ii), 구조식(v) 내지 구조식(vii), 및 구조식(200)에 나타냈다. 소자 구조는 도 1(A)와 마찬가지로이다.

[0409] [구조식(i), 구조식(ii), 구조식(v) 내지 구조식(vii), 및 구조식(200)]



[0410]

[0411] <<발광 소자 2의 제작>>

[0412] 우선, 제 1 전극(101)으로서 110nm의 막 두께로 실리콘을 함유한 인듐 주석 산화물(ITSO)이 성막된 유리 기판을 준비하였다. ITSO 표면은 주변을 폴리이미드막으로 덮고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 이 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃로 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 행하였다. 그 후, 내부가 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0413] 다음에, ITSO가 형성된 면이 아래 쪽을 향하도록 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 홀더에 고정하였다.

[0414] 진공 장치 내를 10<sup>-4</sup>Pa까지 감압한 후, 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 1, 3, 5-트리(디벤조티오펜-4-일)벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화몰리브덴(VI)을 DBT3P-II:산화몰리브덴=2:1(중량비)이 되도록 동시 증착함으로써 정공 주입층(111)을 형성하였다. 막 두께는 20nm로 하였다. 또한, 동시 증착이란 서로 다른 복수의 물질을 각각 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착법이다.

[0415] 이어서, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 막 두께로 증착시킴으로써 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0416] 또한, 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(200)으로 나타내어지는 2DBT2PDBq-II와 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 4,4'-디(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBNBB)과, 상기 구조식(vii)으로

나타내어지는 비스[2-(6-*tert*-부틸-4-피리미디닐-κN3)페닐-κC](2,4-펜탄디오나토-κ<sup>2</sup>O,O')이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac))을 2DBT2PDBq-II:PCBNBB: Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)=0.7:0.3:0.05(중량비)가 되도록 20nm의 막 두께로 증착한 후, 2DBT2PDBq-II:PCBNBB:Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)=0.8:0.2:0.05(중량비)가 되도록 20nm의 막 두께로 증착함으로써 발광층(113)을 형성하였다.

[0417] 다음에, 2DBT2PDBq-II를 5nm의 막 두께로 증착한 후, 이어서 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 20nm의 막 두께로 증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0418] 또한, 전자 수송층(114) 위에 불화리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층을 형성하였다. 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(102)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께로 성막함으로써, 발광 소자 2를 완성시켰다. 상기 증착 과정에서 증착에는 모두 저항 가열법을 사용하였다. 발광 소자 2는 실시형태 2에 자세히 기재한 발광 소자다.

[0419] <<발광 소자 2의 동작 특성>>

[0420] 상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 2를 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉시키는 작업(셀재를 소자의 주위에 도포하여 밀봉시에 80℃로 가열 처리를 1시간)을 행한 후, 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 이 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

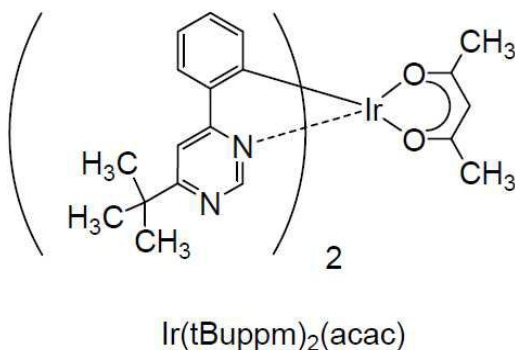
[0421] 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도 20에 도시하였고, 전압-휘도 특성을 도 21에 도시하였고, 휘도-전류 효율 특성을 도 22에 도시하였고, 발광 스펙트럼을 도 23에 도시하였다.

[0422] 도 22에 의거하여 발광 소자 2는 양호한 휘도-전류 효율 특성을 나타내고, 전류 효율이 양호한 발광 소자임을 알았다. 또한, 도 21에 의거하여 상기 발광 소자는 양호한 전압-휘도 특성을 나타내고, 구동 전압이 작은 발광 소자임을 알았다. 이것은 실시형태 1에 기재된 복소 고리 유도체가 뛰어난 캐리어 수송성을 가짐을 나타낸 것이다. 따라서, 2개의 정공 수송 골격이 결합된 방향족 탄화수소기 하나가 디벤조[*f,h*]퀴놀살린 고리에 결합된 화합물을 사용한 발광 소자는 발광 효율이 양호한 발광 소자임을 알았다. 또한, 상기 발광 소자는 구동 전압이 작은 발광 소자임을 알았다.

[0423] (참고예 1)

[0424] 상기 실시예에서 사용한 유기 금속 착체인 비스[2-(6-*tert*-부틸-4-피리미디닐-κN3)페닐-κC](2,4-펜탄디오나토-κ<sup>2</sup>O,O')이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac))의 합성예를 기재한다. 또한, Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)의 구조는 이하 같다.

[0425] [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]



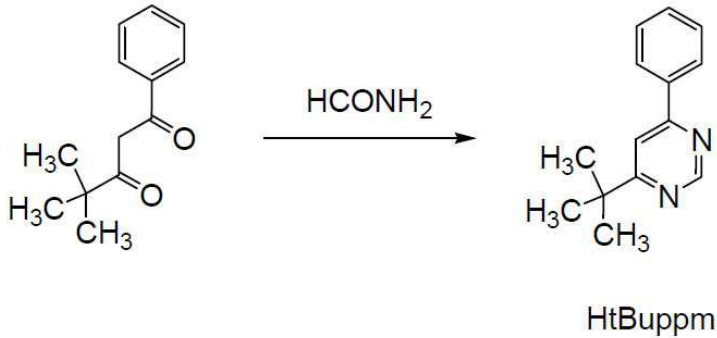
[0426]

[0427] <단계 1; 4-*tert*-부틸-6-페닐피리미딘(약칭: HtBuppm)의 합성>

[0428] 우선, 4,4-디메틸-1-페닐펜탄-1,3-디온 22.5g과 포름아미드 50g을 환류관이 부착된 가지형 플라스크에 넣고 내부를 질소 치환하였다. 이 반응 용기를 가열함으로써 반응 용액을 5시간 동안 환류시켰다. 그 후, 이 용액을 수산화나트륨 수용액에 붓고 디클로로메탄으로 유기층을 추출하였다. 얻어진 유기층을 물 및 포화 식염수로 세정하고 황산마그네슘에 의하여 건조시켰다. 건조한 후의 용액을 여과하였다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 얻어진 잔사를 헥산:초산에틸=10:1(체적비)을 전개 용매로 하는 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피로 정제하여

피리미딘 유도체 HtBuppm을 얻었다(무색 유상 물질, 수율 14%). 단계 1의 합성 스킴은 이하와 같다.

[0429] [단계 1의 합성 스킴]

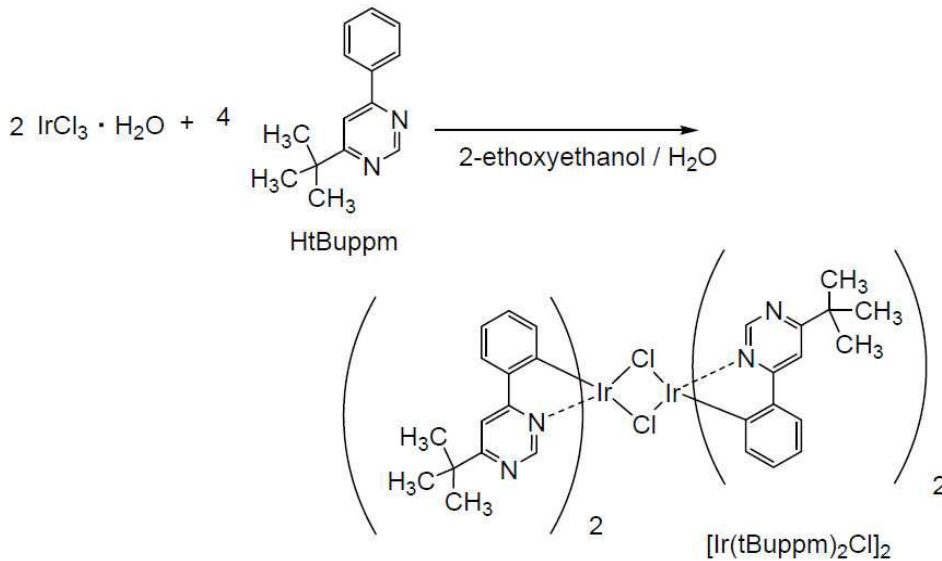


[0430]

[0431] <단계 2; 디- $\mu$ -클로로-비스[비스(6-*tert*-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)](약칭:  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$ )의 합성>

[0432] 다음에, 2-에톡시에탄올 15mL와, 물 5mL와, 상기 단계 1에서 얻은 HtBuppm 1.49g과, 염화이리듐 수화물( $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 1.04g을 환류관이 부착된 가지형 플라스크에 넣고 플라스크 내부를 아르곤 치환하였다. 그 후, 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 1시간 동안 조사하여 반응시켰다. 용매를 증류 제거한 후, 얻어진 잔사를 에탄올로 흡인 여과하고 세정함으로써, 복핵착체  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$ 를 얻었다(황녹색 분말, 수율 73%). 단계 2의 합성 스킴은 이하와 같다.

[0433] [단계 2의 합성 스킴]

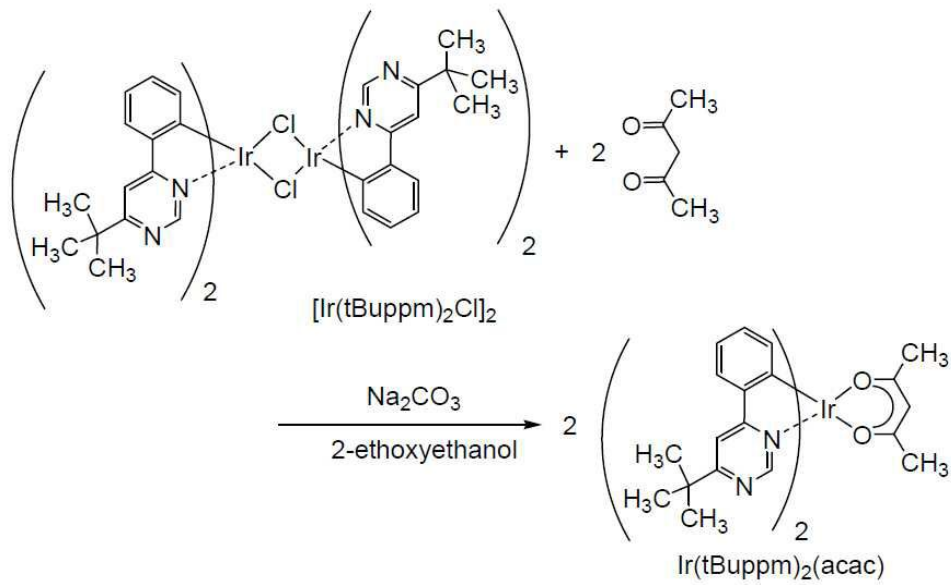


[0434]

[0435] <단계 3; 비스[2-(6-*tert*-부틸-4-피리미디닐- $\kappa$ N3)페닐- $\kappa$ C](2,4-벤딤디오나토- $\kappa^2 O, O'$ )이리듐(III)(약칭:  $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$ )의 합성>

[0436] 또한, 2-에톡시에탄올 40mL과, 상기 단계 2에서 얻은 복핵착체  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$  1.61g과, 아세틸아세톤 0.36g과, 탄산나트륨 1.27g을 환류관이 부착된 가지형 플라스크에 넣고 플라스크 내부를 아르곤 치환하였다. 그 후, 마이크로파(2.45GHz, 120W)를 60분 동안 조사하여 반응시켰다. 용매를 증류 제거하여 얻어진 잔사를 에탄올로 흡인 여과하고 물과 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 디클로로메탄에 용해시키고, 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 531-16855), 알루미늄, 셀라이트의 차례로 적층한 여과 보조제를 통하여 여과하였다. 용매를 증류 제거하여 얻어진 고체를 디클로로메탄과 헥산의 혼합 용매로 재결정시킴으로써 목적물을 황색 분말로서 얻었다(수율 68%). 단계 3의 합성 스킴은 이하와 같다.

[0437] [단계 3의 합성 스킴]



[0438]

[0439] 단계 3에서 얻어진 황색 분말의 핵자기 공명 분광법( $^1\text{H}$  NMR)에 의한 분석 결과는 아래와 같다. 이 결과에 의거하여 유기 금속 착체  $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$ 가 얻어진 것을 확인하였다.

[0440]  $^1\text{H}$  NMR.  $\delta$  ( $\text{CDCl}_3$ ): 1.50(s, 18H), 1.79(s, 6H), 5.26(s, 1H), 6.33(d, 2H), 6.77(t, 2H), 6.85(t, 2H), 7.70(d, 2H), 7.76(s, 2H), 9.02(s, 2H)

### 부호의 설명

- [0441]
- 101: 제 1 전극
  - 102: 제 2 전극
  - 103: EL층
  - 111: 정공 주입층
  - 112: 정공 수송층
  - 113: 발광층
  - 114: 전자 수송층
  - 115: 전자 주입층
  - 301: 기판
  - 302: 제 1 전극
  - 304: 제 2 전극
  - 311: 전자 수송층
  - 312: 발광층
  - 313: 정공 수송층
  - 314: 정공 주입층
  - 400: 기판

- 401: 제 1 전극
- 402: 보조 전극
- 403: EL층
- 404: 제 2 전극
- 405: 절재
- 406: 절재
- 407: 밀봉 기관
- 408: 공간
- 412: 패드
- 420: IC칩
- 501: 제 1 전극
- 502: 제 2 전극
- 511: 제 1 발광 유닛
- 512: 제 2 발광 유닛
- 513: 전하 발생층
- 601: 구동 회로부(소스 측 구동 회로)
- 602: 화소부
- 603: 구동 회로부(게이트 측 구동 회로)
- 604: 밀봉 기관
- 605: 절재
- 607: 공간
- 608: 배선
- 609: FPC(Flexible Printed Circuit)
- 610: 소자 기관
- 611: 스위칭용 TFT
- 612: 전류 제어용 TFT
- 613: 제 1 전극
- 614: 절연물
- 616: EL층
- 617: 제 2 전극
- 618: 발광 소자
- 623: n채널형 TFT
- 624: p채널형 TFT
- 625: 건조제
- 901: 하우징
- 902: 액정층

903: 백 라이트  
904: 하우징  
905: 드라이버 IC  
906: 단자  
951: 기관  
952: 전극  
953: 절연층  
954: 격벽층  
955: EL층  
956: 전극  
2001: 하우징  
2002: 광원  
3001: 조명 장치  
3002: 조명 장치  
7101: 하우징  
7103: 표시부  
7105: 스탠드  
7107: 표시부  
7109: 조작키  
7110: 리모컨 조작기  
7201: 본체  
7202: 하우징  
7203: 표시부  
7204: 키보드  
7205: 외부 접속 포트  
7206: 포인팅 디바이스  
7210: 제 2 표시부  
7301: 하우징  
7302: 하우징  
7303: 연결부  
7304: 표시부  
7305: 표시부  
7306: 스피커부  
7307: 기록 매체 삽입부  
7308: LED 램프  
7309: 조작키

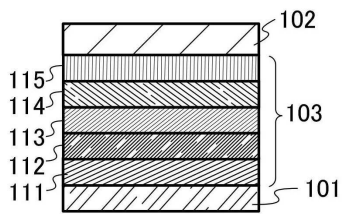


- 7310: 접속 단자
- 7311: 센서
- 7400: 휴대 전화기
- 7401: 하우징
- 7402: 표시부
- 7403: 조작 버튼
- 7404: 외부 접속 포트
- 7405: 스피커
- 7406: 마이크

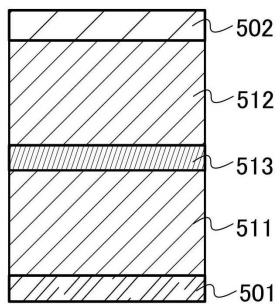
도면

도면1

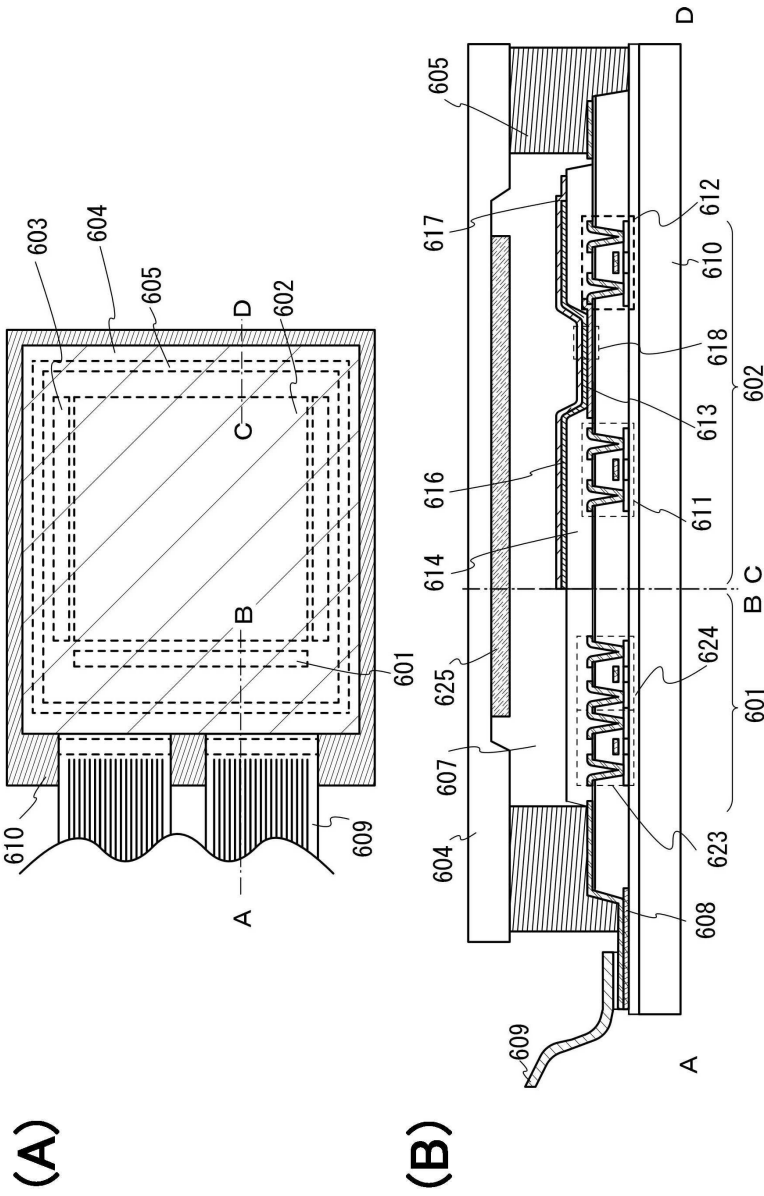
(A)



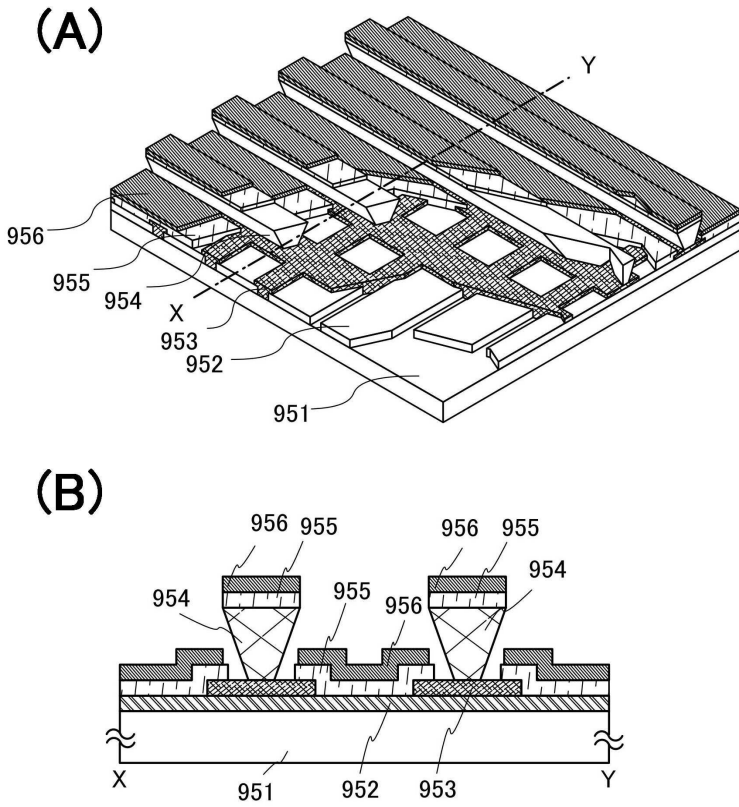
(B)



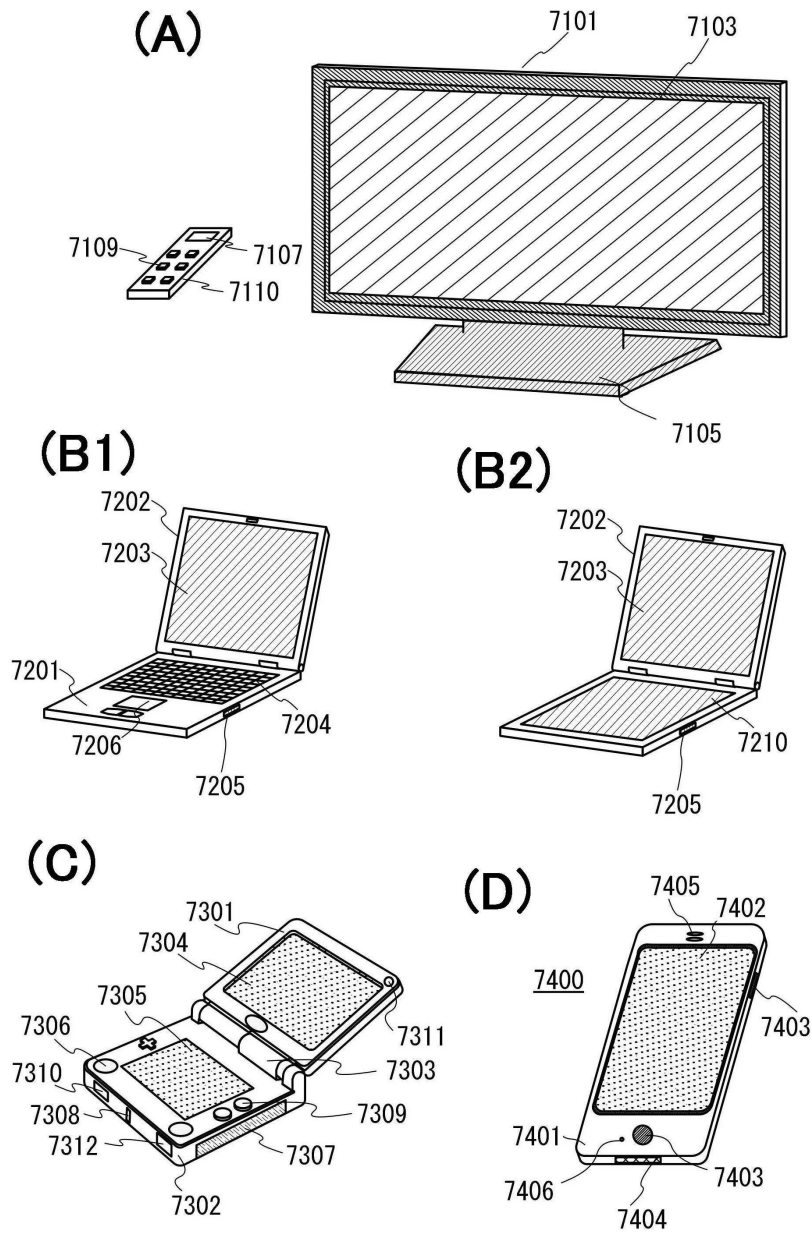
도면2



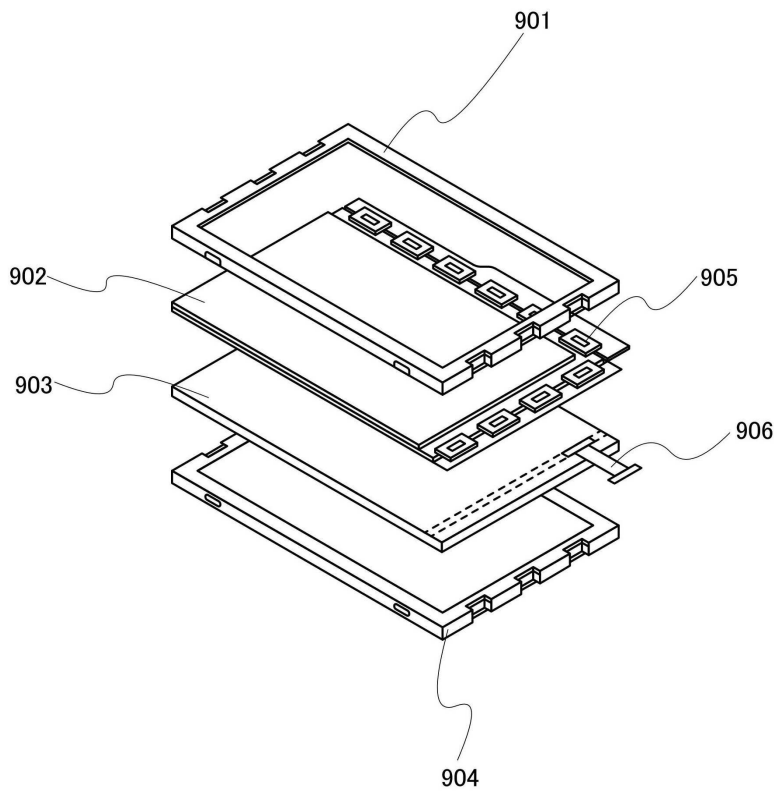
도면3



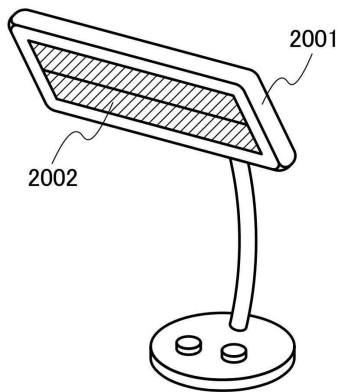
도면4



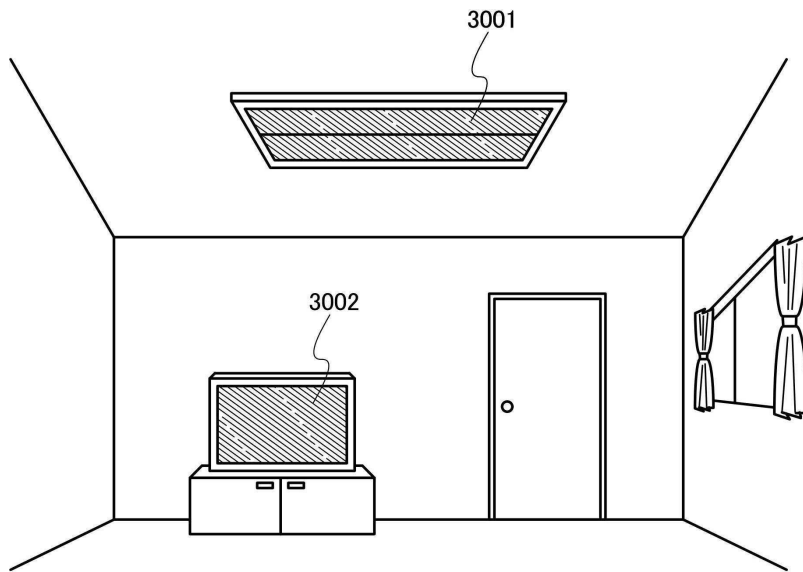
도면5



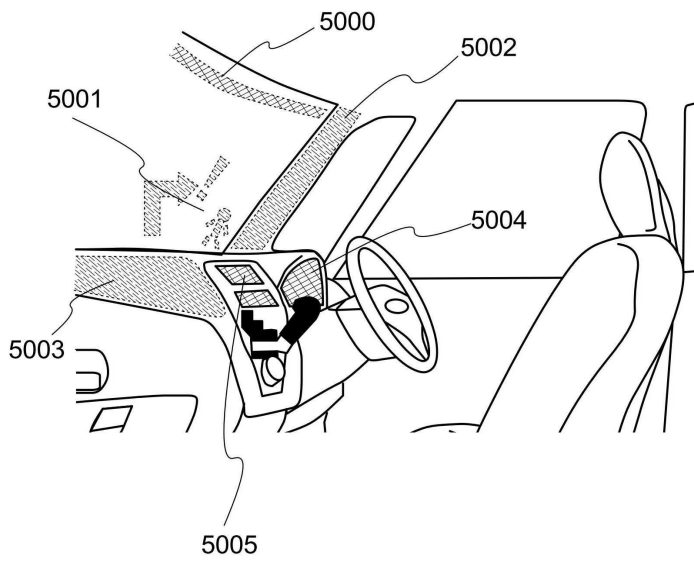
도면6



도면7

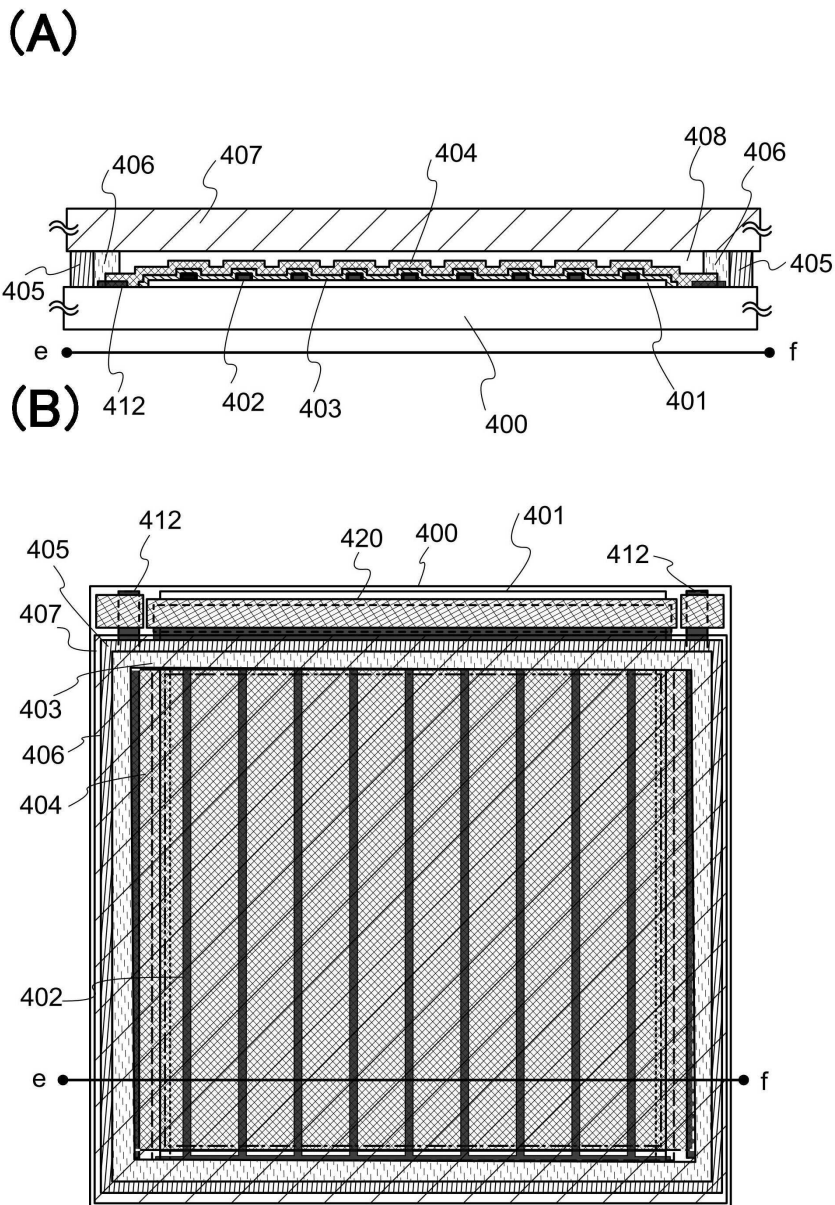


도면8



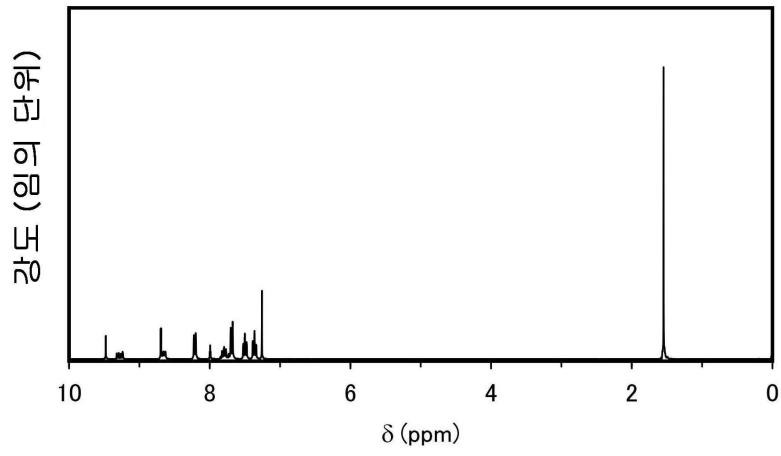


도면9

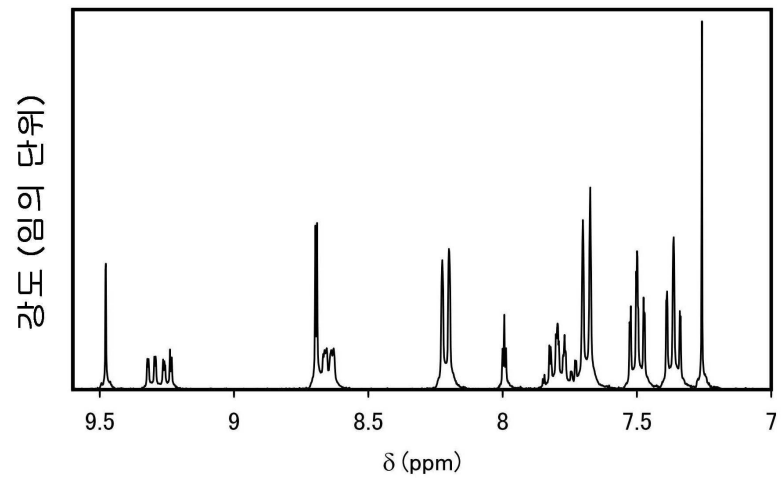


도면10

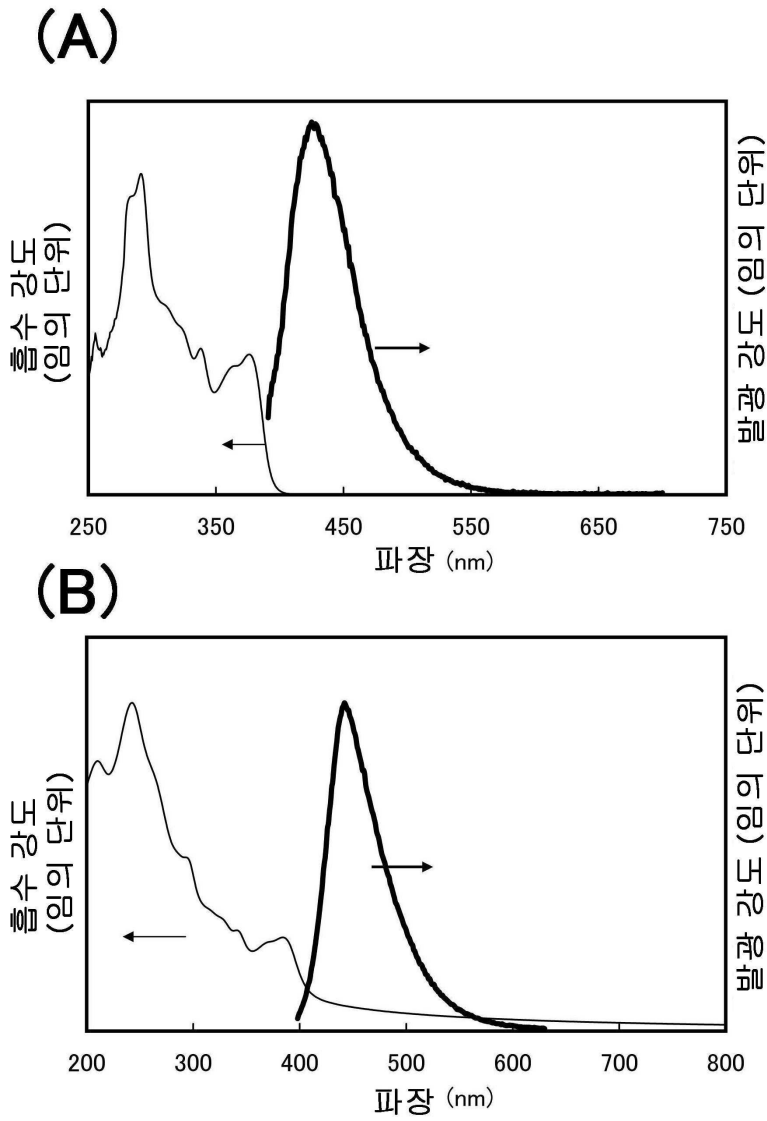
(A)



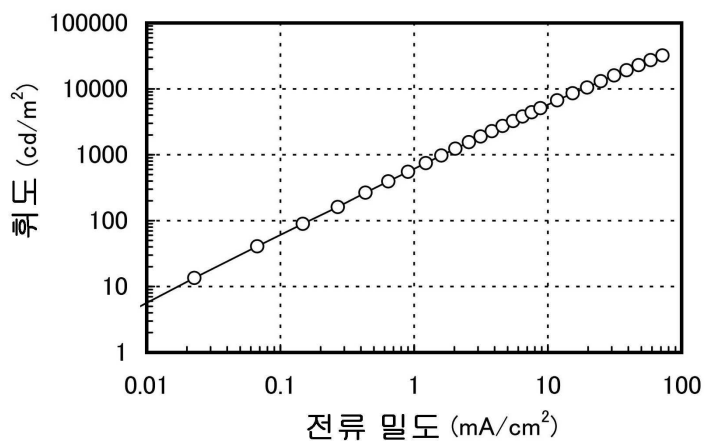
(B)



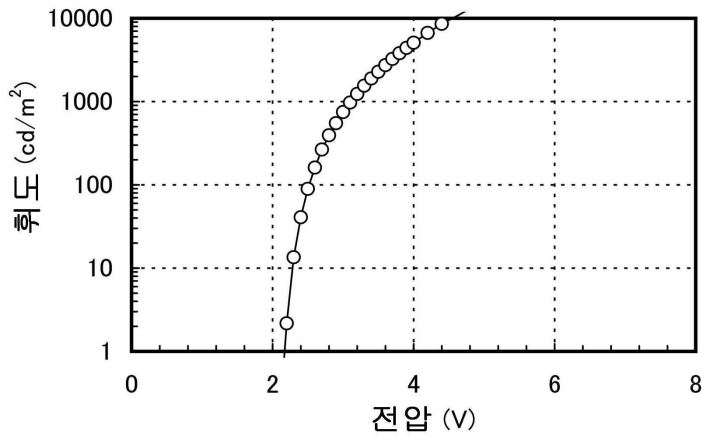
도면11



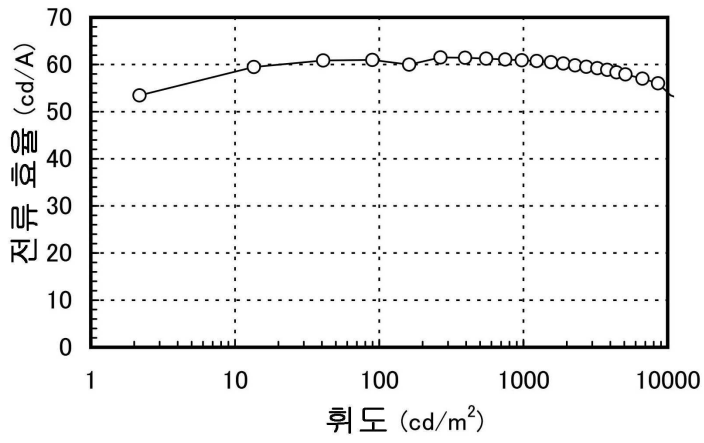
도면12



도면13

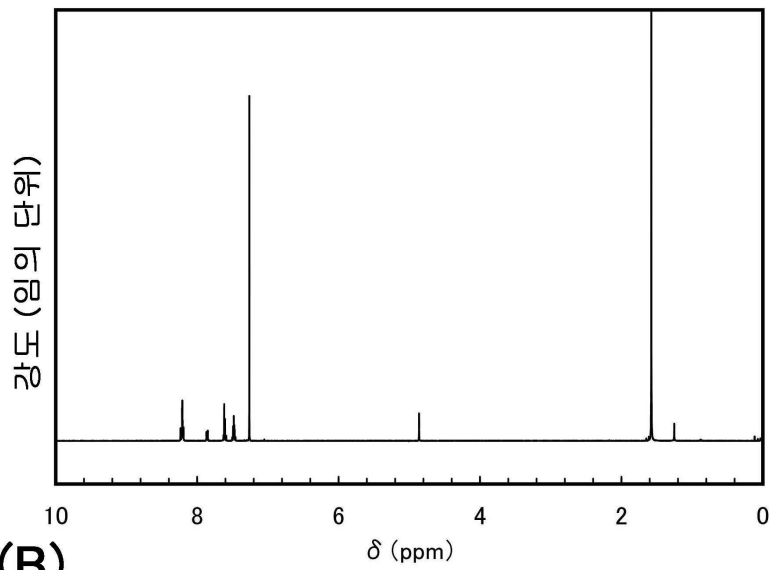


도면14

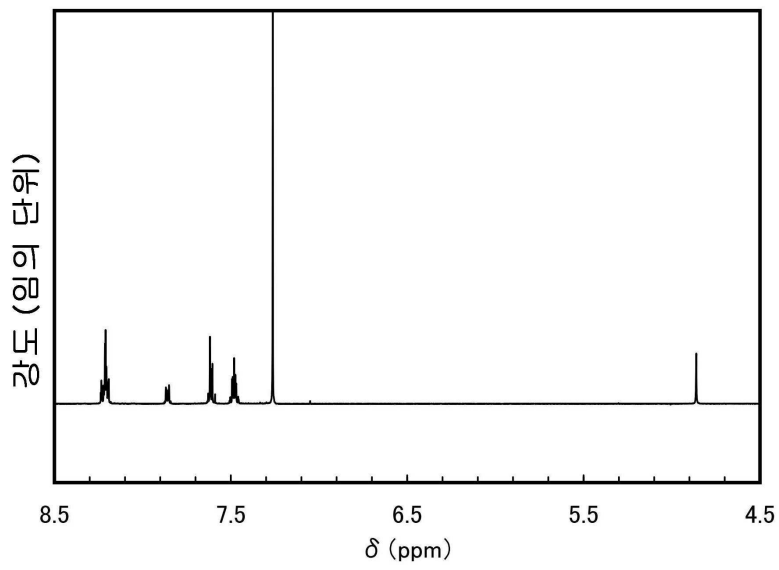


도면15

(A)

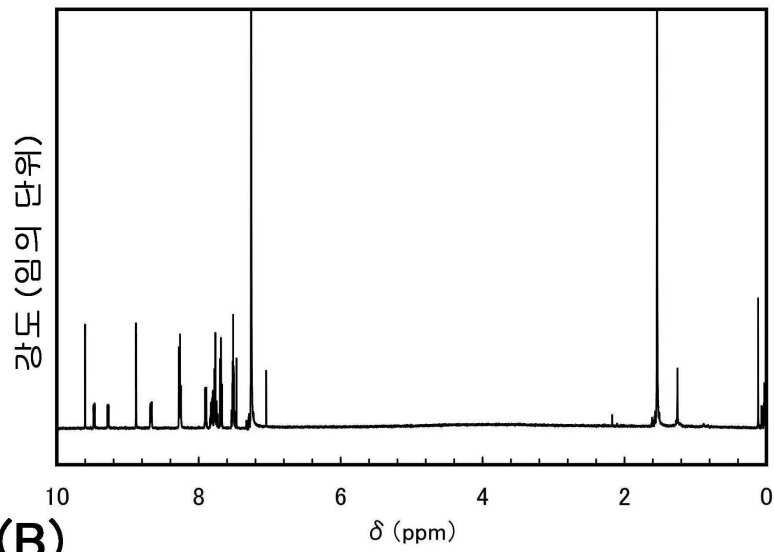


(B)

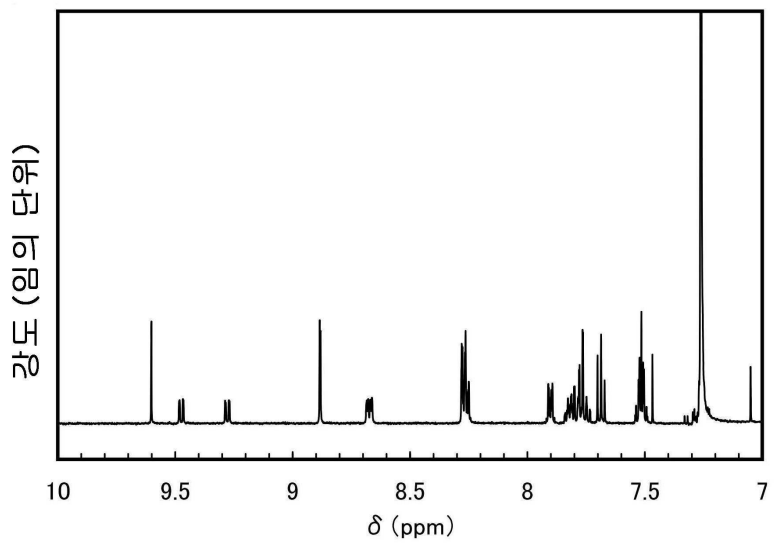


도면16

(A)



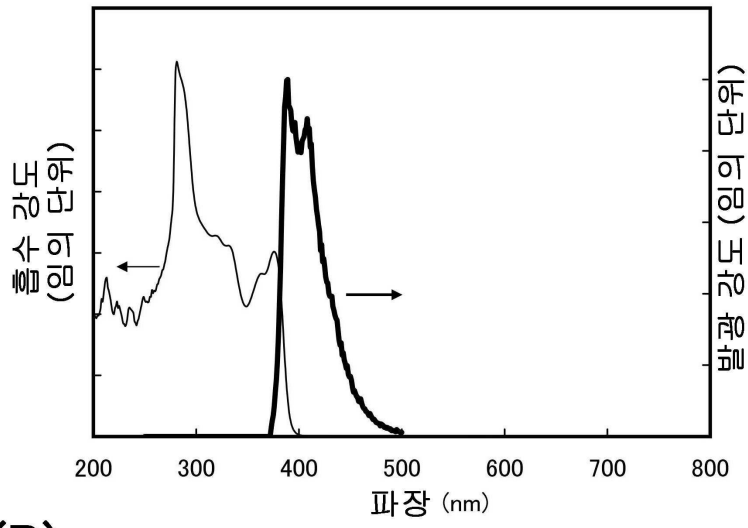
(B)



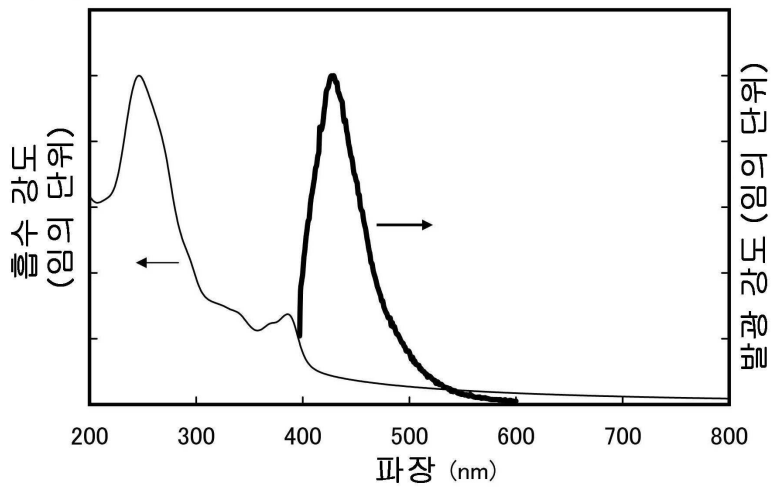


도면17

(A)

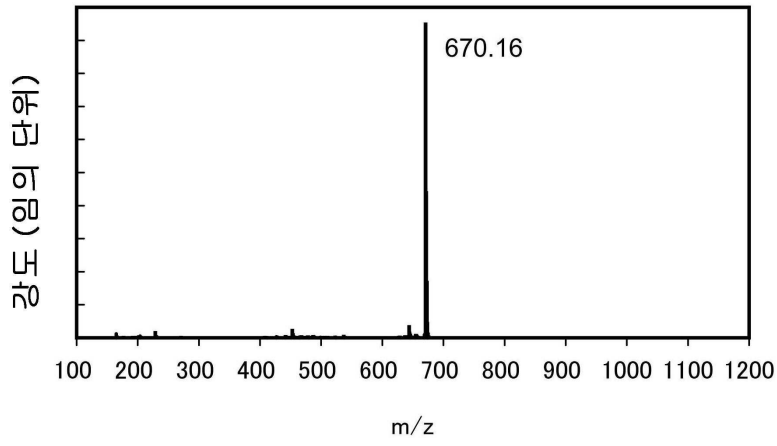


(B)

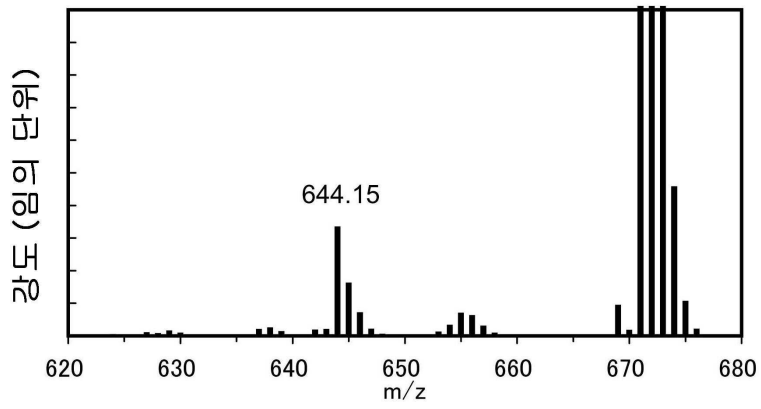


도면18

(A)

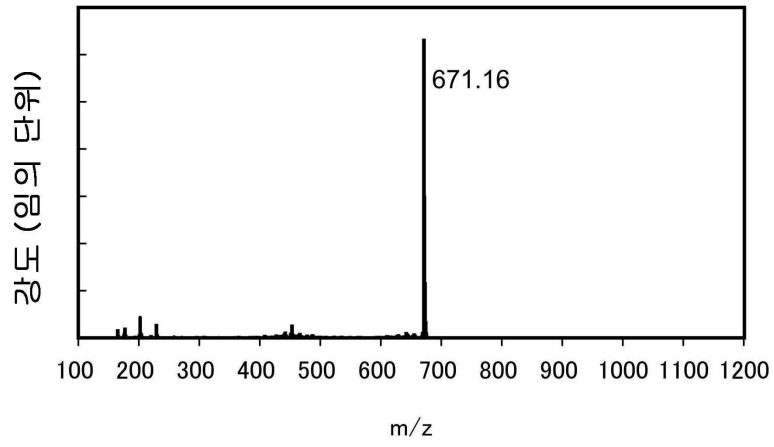


(B)

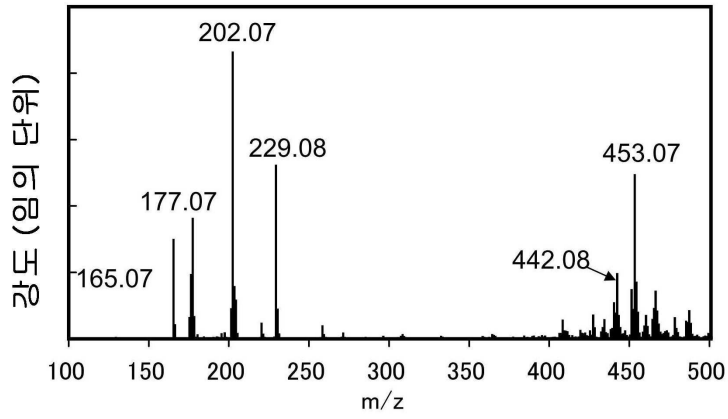


도면19

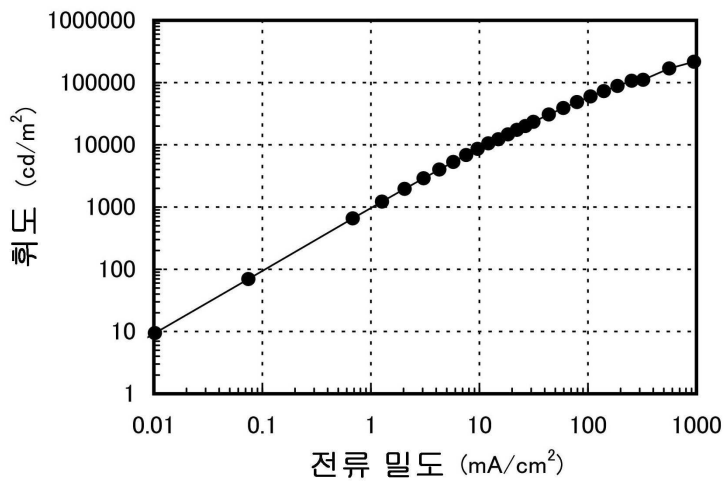
(A)



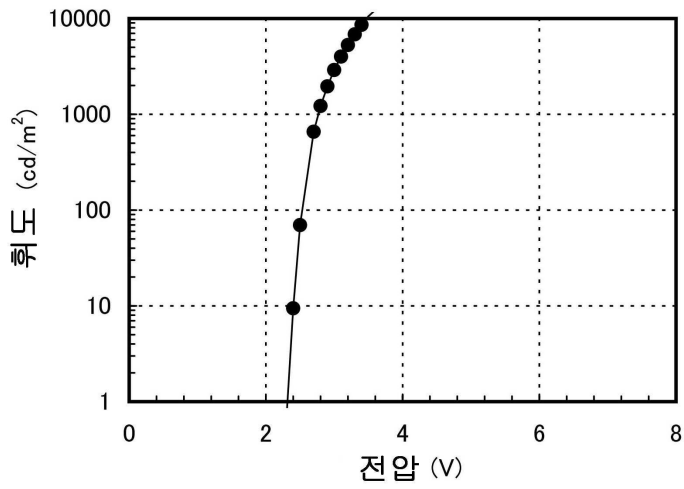
(B)



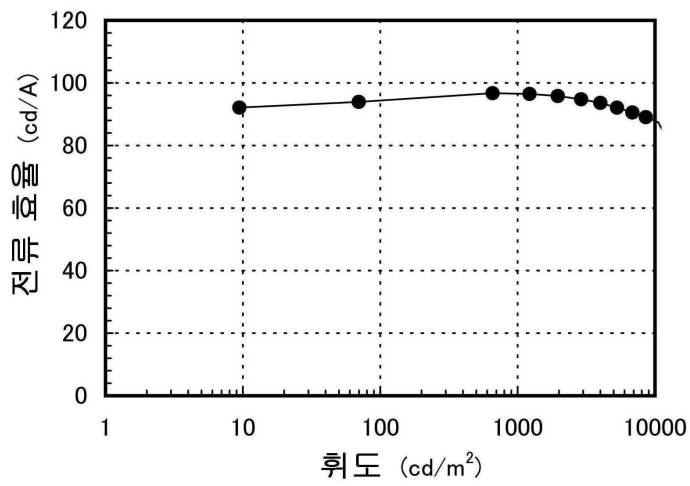
도면20



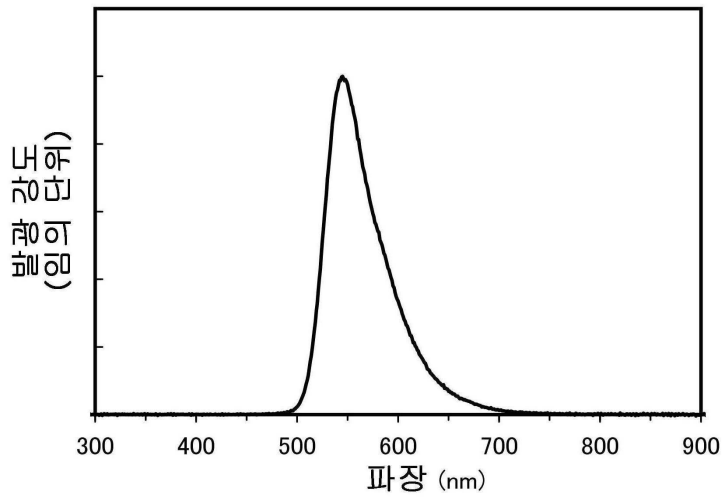
도면21



도면22



도면23



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9 및 10 전단부

【변경전】

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항

【변경후】

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항